

(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2017-166065

(P2017-166065A)

(43) 公開日 平成29年9月21日(2017.9.21)

(51) Int.Cl.

C23C 16/27 (2006.01)
C23C 16/50 (2006.01)
C23C 16/458 (2006.01)
H01L 21/3065 (2006.01)

F 1

C 23 C 16/27
C 23 C 16/50
C 23 C 16/458
H 01 L 21/302

テーマコード(参考)

4 K O 3 O
5 F O O 4

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L 外国語出願 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2017-39058 (P2017-39058)
(22) 出願日 平成29年3月2日 (2017.3.2)
(31) 優先権主張番号 62/303,091
(32) 優先日 平成28年3月3日 (2016.3.3)
(33) 優先権主張国 米国(US)
(31) 優先権主張番号 62/310,993
(32) 優先日 平成28年3月21日 (2016.3.21)
(33) 優先権主張国 米国(US)
(31) 優先権主張番号 15/428,744
(32) 優先日 平成29年2月9日 (2017.2.9)
(33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 592010081
ラム リサーチ コーポレーション
LAM RESEARCH CORPORATION
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
エイ 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 ジャスティン・チャールズ・カニフ
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 951
31 サン・ホセ, スターグロ・プレイス
, 1331

最終頁に続く

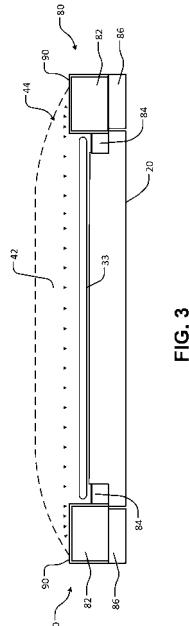
(54) 【発明の名称】高純度で s p 3 結合を含む化学気相成長 (CVD) ダイヤモンドコーティングを有するエッジリングのようなプラズマ処理システム用構成部材

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】より長期間に亘ってプラズマ浸食に耐え得る環状エッジリングを備えるペデスタルの提供。

【解決手段】プラズマ処理システム用のペデスタル 20 は、基板支持面を有し、基板支持面の周縁の周りに、環状エッジリング 80 が配置される。環状リング 80 のプラズマ暴露面上に、化学気相成長 (CVD) ダイヤモンドコーティング 90 が配される。CVD ダイヤモンドコーティング 90 は、s p 3 結合を含み、s p 3 結合の純度は、90%よりも高い。

【選択図】図 3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

プラズマ処理システム用のペデスターであって、
基板支持面と、
前記基板支持面の周縁の周りに配置された環状エッジリングと、
前記環状リングのプラズマ暴露面上に配されたダイヤモンドコーティングと、を備え、
前記ダイヤモンドコーティングは、s p 3 結合を含み、
前記ダイヤモンドコーティングにおける前記 s p 3 結合の純度は、90%よりも高い、
ペデスター。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のペデスターであって、前記ダイヤモンドコーティングにおける前記 s p 3 結合の前記純度は、95%よりも高い、ペデスター。

【請求項 3】

請求項 1 に記載のペデスターであって、前記ダイヤモンドコーティングにおける前記 s p 3 結合の前記純度は、99%よりも高い、ペデスター。

【請求項 4】

請求項 1 に記載のペデスターであって、前記ダイヤモンドコーティングは、化学気相成長 (CVD) を用いて、前記環状エッジリング上に堆積される、ペデスター。

【請求項 5】

プラズマ処理システムであって、
処理チャンバであって、その中に請求項 1 に記載のペデスターが配置されている、処理
チャンバと、
前記処理チャンバ内でプラズマを発生させるためのプラズマ源と、を備えるプラズマ処理システム。

【請求項 6】

請求項 5 に記載のプラズマ処理システムであって、前記プラズマ源は、容量結合プラズマ (CCP) 源を有する、プラズマ処理システム。

【請求項 7】

請求項 5 に記載のプラズマ処理システムであって、前記プラズマ源は、誘導結合プラズマ (ICP) 源を有する、プラズマ処理システム。

【請求項 8】

プラズマ処理システムであって、
処理チャンバであって、その中に請求項 1 に記載のペデスターが配置されている、処理
チャンバと、
前記処理チャンバにプラズマを供給するためのリモートプラズマ源と、を備えるプラズマ処理システム。

【請求項 9】

プラズマ処理システムであって、
処理チャンバと、
前記処理チャンバへのプラズマの供給と、前記処理チャンバ内のプラズマの生成と、
のうちの一方を行うためのプラズマ源と、

前記処理チャンバ内に配置され、ダイヤモンドコーティングを有する、少なくとも 1 つ
の構成部材と、を備え、

前記ダイヤモンドコーティングは、s p 3 結合を含み、

前記ダイヤモンドコーティングにおける前記 s p 3 結合の純度は、90%よりも高い、
プラズマ処理システム。

【請求項 10】

請求項 9 に記載のプラズマ処理システムであって、前記ダイヤモンドコーティングにおける前記 s p 3 結合の前記純度は、95%よりも高い、プラズマ処理システム。

【請求項 11】

10

20

30

40

50

請求項 9 に記載のプラズマ処理システムであって、前記ダイヤモンドコーティングにおける前記 s p 3 結合の前記純度は、 9 9 % よりも高い、 プラズマ処理システム。

【請求項 1 2】

請求項 9 に記載のプラズマ処理システムであって、前記ダイヤモンドコーティングは、 化学気相成長 (C V D) を用いて、 前記少なくとも 1 つの構成部材上に堆積される、 プラズマ処理システム。

【請求項 1 3】

請求項 9 に記載のプラズマ処理システムであって、 前記少なくとも 1 つの構成部材は、 エッジリングと、
チェンバ壁と、
ガス分配装置と、
ガスインジェクタと、
前記処理チェンバ内への窓と、
ペデスタルの上面と、 からなる群から選択される、 プラズマ処理システム。

10

【請求項 1 4】

プラズマ処理システム用のエッジリングであって、
環状リングと、
使用時にプラズマに暴露される前記環状リングの表面上に配されたダイヤモンドコーティングと、 を有し、
前記ダイヤモンドコーティングは、 s p 3 結合を含み、
前記ダイヤモンドコーティングにおける前記 s p 3 結合の純度は、 9 0 % よりも高い、 エッジリング。

20

【請求項 1 5】

請求項 1 4 に記載のエッジリングであって、 前記ダイヤモンドコーティングにおける前記 s p 3 結合の前記純度は、 9 5 % よりも高い、 エッジリング。

【請求項 1 6】

請求項 1 4 に記載のエッジリングであって、 前記ダイヤモンドコーティングにおける前記 s p 3 結合の前記純度は、 9 9 % よりも高い、 エッジリング。

【請求項 1 7】

請求項 1 4 に記載のエッジリングであって、 前記ダイヤモンドコーティングは、 化学気相成長 (C V D) を用いて、 前記環状リング上に堆積される、 エッジリング。

30

【請求項 1 8】

請求項 1 4 に記載のエッジリングであって、 前記環状リングは、 シリコン (S i) 、 シリコン炭化物 (S i C) 、 および二酸化シリコン (S i O ₂) 、 からなる群から選択された材料で構成される、 エッジリング。

【請求項 1 9】

請求項 1 4 に記載のエッジリングであって、 前記ダイヤモンドコーティングは、 1 μ m ~ 1 m m の厚さを有する、 エッジリング。

【請求項 2 0】

請求項 1 4 に記載のエッジリングであって、 前記ダイヤモンドコーティングは、 1 0 0 μ m ~ 1 m m の厚さを有する、 エッジリング。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

(関連出願の相互参照)

本出願は、 2 0 1 6 年 3 月 3 日に出願された米国仮特許出願第 6 2 / 3 0 3 , 0 9 1 号、 および 2 0 1 6 年 3 月 2 1 日に出願された米国仮特許出願第 6 2 / 3 1 0 , 9 9 3 号の利益を主張するものである。 上記出願の全開示は、 参照により本明細書に組み込まれる。

【0 0 0 2】

本開示は、 基板用プラズマ処理システムに関し、 より具体的には、 基板用プラズマ処理

50

システムの処理チェンバ内で使用されるエッジリングのような構成部材に関するものである。

【背景技術】

【0003】

ここで提示する背景説明は、本開示の文脈について概説する目的のものである。本項の背景技術で記載している範囲の本願の記名発明者らの成果、ならびに記載がなければ出願時の先行技術と認められないような記載の態様は、明示的にも黙示的にも、本開示の先行技術として認めるものではない。

【0004】

基板処理システムは、半導体ウェハのような基板において、成膜、エッチング、および／または他の処理を実施するために用いられることがある。基板は、基板処理システムの処理チェンバ内でペデスタルの上に配置され得る。例えば、エッチングまたは成膜の際に、1種以上の前駆体を含むガス混合物を処理チェンバ内に導入して、基板におけるエッチングまたは成膜のためにプラズマを点火することがある。

10

【0005】

基板の径方向外側エッジ付近のプラズマのプロファイルを調整するために、エッジリングが使用されてきた。例えば、エッチングプロセスでは、エッチング速度またはエッチングプロファイルを調整するために、エッジリングを用いることがある。エッジリングは、典型的には、ペデスタル上で、基板の径方向外側エッジの周りに配置される。エッジリングの位置、エッジリング内縁の形状または輪郭、基板の上面に対するエッジリングの高さ、エッジリングの材質などを変更することによって、基板の径方向外側エッジにおけるプロセス条件を変更することができる。

20

【0006】

エッジリングを交換するには、通常、処理チェンバを開ける必要があり、これは望ましくない。つまり、処理チェンバを開けることなく、エッジリングのエッジ効果を改修することはできない。エッチング中にエッジリングがプラズマによって浸食されると、エッジ効果は変化する。

20

【0007】

以下、図1～2を参照して、基板処理システムは、ペデスタル20およびエッジリング30を備え得る。エッジリング30は、1つ以上の部分を含み得る。図1～2の例では、エッジリング30は、基板33の径方向外側エッジ付近に配置された第1の環状部32を有する。第1の環状部から径方向内側で、基板33の下方に第2の環状部34が配置される。第1の環状部32の下方に、第3の環状部36が配置される。使用時には、基板33の露出部分をエッチングするために、基板33にプラズマ42を当てる。エッジリング30は、基板33で均一なエッチングが生じるようにプラズマを成形するのを助けるように構成される。

30

【0008】

図2において、エッジリング30を使用した後に、エッジリング30の径方向内側部分の上面は、48で示すように浸食を呈することがある。結果的に、プラズマ42は、44で示すように、基板33の径方向外側エッジを、その径方向内側部分のエッチングよりも高速でエッチングする傾向を示し得る。

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

処理チェンバ内のエッジリングおよび他の構成部材の耐浸食性を向上させるために、コーティングが用いられてきた。例えば、ダイヤモンドライクカーボンコーティングが試されてきた。ところが、このコーティングは、酸素プラズマによって極めて急速に浸食を受けた。半導体製造装置産業では、ダイヤモンドライクカーボンコーティングの高い浸食速度に起因するエッジリングの浸食を低減するための他のアプローチを追求してきた。

【課題を解決するための手段】

50

【0010】

プラズマ処理システム用のペデスターは、基板支持面を有する。基板支持面の周縁の周りに、環状エッジリングが配置される。環状リングのプラズマ暴露面上に、ダイヤモンドコーティングが配される。ダイヤモンドコーティングは、s p 3 結合を含む。ダイヤモンドコーティングにおける s p 3 結合の純度は、90%よりも高い。

【0011】

他の特徴では、ダイヤモンドコーティングにおける s p 3 結合の純度は、95%よりも高い。ダイヤモンドコーティングにおける s p 3 結合の純度は、99%よりも高い。ダイヤモンドコーティングは、化学気相成長（CVD）を用いて、環状エッジリング上に堆積される。

10

【0012】

プラズマ処理システムは、処理チャンバを備える。処理チャンバ内に、ペデスターが配置される。プラズマ源は、処理チャンバ内でプラズマを発生させる。プラズマ源は、容量結合プラズマ（CCP）源を有する。プラズマ源は、誘導結合プラズマ（ICP）源を有する。

【0013】

プラズマ処理システムは、処理チャンバを備える。処理チャンバ内に、ペデスターが配置される。リモートプラズマ源は、処理チャンバにプラズマを供給する。

【0014】

プラズマ処理システムは、処理チャンバと、処理チャンバへのプラズマの供給および処理チャンバ内のプラズマの生成の一方のためのプラズマ源と、を備える。処理チャンバ内に配置された少なくとも1つの構成部材は、ダイヤモンドコーティングを有する。ダイヤモンドコーティングは、s p 3 結合を含む。ダイヤモンドコーティングにおける s p 3 結合の純度は、90%よりも高い。

20

【0015】

他の特徴では、ダイヤモンドコーティングにおける s p 3 結合の純度は、95%よりも高い。ダイヤモンドコーティングにおける s p 3 結合の純度は、99%よりも高い。ダイヤモンドコーティングは、化学気相成長（CVD）を用いて、少なくとも1つの構成部材上に堆積される。

30

【0016】

他の特徴では、少なくとも1つの構成部材は、エッジリング、チャンバ壁、ガス分配装置、ガスインジェクタ、処理チャンバ内への窓、およびペデスターの上面、からなる群から選択される。

【0017】

プラズマ処理システム用のエッジリングは、環状リングと、使用時にプラズマに暴露される環状リングの表面上に配されたダイヤモンドコーティングと、を有する。ダイヤモンドコーティングは、s p 3 結合を含む。ダイヤモンドコーティングにおける s p 3 結合の純度は、90%よりも高い。

40

他の特徴では、ダイヤモンドコーティングにおける s p 3 結合の純度は、95%よりも高い。ダイヤモンドコーティングにおける s p 3 結合の純度は、99%よりも高い。ダイヤモンドコーティングは、化学気相成長（CVD）を用いて、環状リング上に堆積される。環状リングは、シリコン（Si）、シリコン炭化物（SiC）、および二酸化シリコン（SiO₂）、からなる群から選択された材料で構成される。

【0018】

本開示のさらなる適用可能分野は、詳細な説明、請求項、および図面から明らかになるであろう。詳細な説明および具体例は、単なる例示目的のものにすぎず、本開示の範囲を限定するものではない。

【0019】

本開示は、詳細な説明および添付の図面から、より良く理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

50

【0020】

【図1】図1は、先行技術に係るペデスタルおよびエッジリングの側断面図である。

【0021】

【図2】図2は、エッジリングがプラズマによって浸食された後の、先行技術に係るペデスタルおよびエッジリングの側断面図である。

【0022】

【図3】図3は、本開示による、高純度でsp3結合を含むCVDダイヤモンドコーティングを有する、ペデスタルおよびエッジリングの一例の側断面図である。

【0023】

【図4】図4は、処理チェンバと、処理チェンバ内に配置された高純度でsp3結合を含むダイヤモンドコーティングを有する少なくとも1つの構成部材と、を備える種々の基板処理システムの機能ブロック図である。 10

【図5】図5は、処理チェンバと、処理チェンバ内に配置された高純度でsp3結合を含むダイヤモンドコーティングを有する少なくとも1つの構成部材と、を備える種々の基板処理システムの機能ブロック図である。

【図6】図6は、処理チェンバと、処理チェンバ内に配置された高純度でsp3結合を含むダイヤモンドコーティングを有する少なくとも1つの構成部材と、を備える種々の基板処理システムの機能ブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

図面では、類似および／または同等の要素を示すために、参考番号を繰り返し用いている場合がある。 20

【0025】

本開示は、プラズマ処理チェンバ内で使用されるエッジリングに関するものである。エッジリングのプラズマ対向面は、化学気相成長(CVD)ダイヤモンドコーティングで被覆されている。上述のダイヤモンドライクカーボンコーティングは、ダイヤモンドライクカーボンコーティングにおける高濃度のsp2結合を原因として、プラズマ用途での適用に失敗したものと考えられる。いくつかの例において、本明細書に記載のCVDダイヤモンドコーティングは、高純度でsp3結合を含む。高純度でsp3結合を含むことによって、CVDダイヤモンドコーティングは、より長期間にわたってプラズマ浸食に耐えることが可能となる。 30

【0026】

sp3結合が高純度であることによって、チェンバ性能および耐浸食性が向上する。高純度でsp3結合を含むCVDダイヤモンドコーティングを用いたエッジリングは、コーティングのプラズマ浸食速度が低いことによって、向上した平均交換間隔(MTBC: Mean Time Between Change)を有する。CVDダイヤモンドコーティングは、クリーンにエッチングすることが可能であり、これにより、基板上欠陥は低減する。また、CVDダイヤモンドコーティングは、高熱伝導率を有し、これにより、基板のエッジにおけるエッチング均一性は向上する。一部の例では、CVDダイヤモンドコーティングは、エレメントシックステクノロジーズユーエスコープレイション(Element Six Technologies U.S. Corporation, 3901 Burton Drive, 米国カリフォルニア州(95054)サンタクララ)から供給されているものである。 40

【0027】

このエッジリングは、シリコン、シリコン炭化物(SiC)、石英、およびプラズマ処理チェンバ内の消耗部品に使用される他の材料で構成されたエッジリングの代わりに用いてよい。いくつかの例に関する試験では、本明細書に記載のCVDダイヤモンドコーティングを有するエッジリングは、CVDダイヤモンドコーティングを有さず明らかな残渣も有しないSiCを用いたエッジリングと比較して、MTBCが向上した。浸食速度がより低いことと、主に炭素を用いていることによって、基板上欠陥は比較的低くなるものと予

想される。ダイヤモンドコーティングを有するエッジリングは、機器メーカーが、次世代パーティクルスペックを満たし、M T B C を向上させる助けとなる。

【0028】

浸食速度がより低いことによって、エッジリングの幾何学的形状を、より多くのR F時間(R F H)にわたって維持することができ、これにより、顧客が、同じM T B Cを維持することを望む場合には、プロセス再現性を向上させることが可能となる。

【0029】

エッジリングに関して説明しているが、本開示の原理は、基板処理チャンバの他の構成部材で実現してもよい。限定するものではないが、例えば、プラズマ閉じ込めシラウドノーリング、シャワーヘッドまたは上部電極の構成部材、などの構成部材を、C V Dダイヤモンドコーティングで被覆してよい。10

【0030】

以下、図3を参照して、基板処理システムは、ペデスタル20およびエッジリング80を備え得る。エッジリング80は、単一部品または2つ以上の部分を含み得る。図3の例では、エッジリング80は、基板33の径方向外側エッジ付近に(またはペデスタル20の基板支持面の近くに)配置された第1の環状部82を有する。第1の環状部から径方向内側で、基板33の下方に、第2の環状部84が配置される。第1の環状部82の下方に、第3の環状部86が配置される。

【0031】

エッジリング80の第1の環状部82の断面形状は、矩形として示しているが、他の形状の断面を用いてもよい。いくつかの例では、エッジリングは、シリコン(Si)、シリコン炭化物(SiC)、および二酸化シリコン(SiO₂)、からなる群から選択された材料で構成される。本明細書では具体的なエッジリング材料を開示しているが、他の材料を使用することもできる。20

【0032】

エッジリング80の第1の環状部82は、ダイヤモンドコーティング90を有する。いくつかの例では、ダイヤモンドコーティングは、化学気相成長(CVD)を用いて堆積される。いくつかの例では、ダイヤモンドコーティングは、1 μm ~ 1 mmの厚さを有する。他の例では、ダイヤモンドコーティングは、100 μm ~ 1 mmの厚さを有する。他の例では、ダイヤモンドコーティングは、250 μm ~ 1 mmの厚さを有する。いくつかの例では、sp3結合の純度は、90%よりも高い。他の例では、sp3結合の純度は、95%よりも高い。他の例では、sp3結合の純度は、99%よりも高い。他の例では、sp3結合の純度は、99.5%よりも高い(例えば、>99.85%)。30

【0033】

ダイヤモンドコーティング90は、第1の環状部82のプラズマ対向面上に示しているが、ダイヤモンドコーティング90は、第1の環状部82、第2の環状部84、および第3の環状部86のプラズマ対向面上または外面全体に堆積されてもよい。

【0034】

使用時には、基板33の露出部分をエッチングするために、基板33にプラズマ42を当てる。エッジリング80は、基板33で均一なエッチングが生じるようにプラズマを成形するのを助けるように構成される。40

【0035】

本明細書では、本開示のコーティングは、エッジリング80に適用されるものとして説明しているが、基板処理システムの他の構成部材(例えば、プラズマエッチングおよび/または成膜プロセスが実施される基板処理チャンバの構成部材)に適用してもよい。単なる例として、本開示のコーティングは、限定するものではないが、エッジリング、窓(例えば、R F 窓、誘電体窓など)、インジェクタ、ライナ、チャンバ壁、およびペデスタルの各種構成部材/ペデスタル(例えば、静電チャックのような、チャック)、などの構成部材に適用してよい。

【0036】

10

20

30

40

50

ここで図4を参照すると、RFプラズマを用いてエッティングを実施するための基板処理システム100の一例を示している。上述のように、(図4において「d」で示す)ダイヤモンドコーティングで被覆され得る、基板処理システム100における各種構成部材の例を示している。基板処理システム100は、処理チャンバ102を備え、これは、基板処理システム100の他の構成部材を封入しているとともに、RFプラズマを格納する。いくつかの例では、処理チャンバ102の内壁面は、ダイヤモンドコーティングdで被覆されている。基板処理システム100は、上部電極104と、下部電極107を有するペデスタル106と、を備える。いくつかの例では、上部電極は、ダイヤモンドコーティングdで被覆されている。いくつかの例では、ペデスタル106の面の1つ以上は、ダイヤモンドコーティングdで被覆されている。エッジリング103が、ペデスタル106によって支持されて、基板108の周りに配置されている。いくつかの例では、エッジリング103は、ダイヤモンドコーティングdで被覆されている。動作時には、基板108が、上部電極104と下部電極107との間でペデスタル106上に配置される。

10

【0037】

単なる例として、上部電極104は、処理ガスを導入および分配するシャワー・ヘッド109を含み得る。シャワー・ヘッド109は、一端で処理チャンバの天面に接続されたステム部を有し得る。ベース部は、略円筒状であって、処理チャンバの天面から離間した位置で、ステム部の反対端から径方向外向きに広がっている。シャワー・ヘッドのベース部の基板対向面または表板は、処理ガスまたはバージガスが流出する複数の孔を有する。あるいは、上部電極104は、導電板を有するものであってよく、処理ガスは、別の手段で導入され得る。下部電極107は、非導電性ペデスタル内に配置され得る。あるいは、ペデスタル106は、下部電極107として機能する導電板を含む静電チャックを有するものであってよい。

20

【0038】

RF発生システム110は、RF電圧を発生させて、上部電極104および下部電極107のうちの一方に出力する。上部電極104および下部電極107のうちの他方は、DC接地、AC接地、またはフロー・ティングさせてよい。単なる例として、RF発生システム110は、整合・配電ネットワーク112によって上部電極104または下部電極107に供給されるRF電圧を発生させるRF電圧発生器111を有し得る。他の例では、プラズマは、誘導生成またはリモート生成されてよい。

30

【0039】

ガス供給システム130は、1つ以上のガス源132-1, 132-2, ..., 132-N(総称して、ガス源132)を有し、ここで、Nは、ゼロよりも大きい整数である。ガス源は、1種以上の前駆体およびそれらの混合物を供給する。また、ガス源は、バージガスを供給してもよい。気化させた前駆体を用いてもよい。ガス源132は、弁134-1, 134-2, ..., 134-N(総称して、弁134)およびマスフローコントローラ136-1, 136-2, ..., 136-N(総称して、マスフローコントローラ136)によって、マニホールド140に接続されている。マニホールド140の出力は、処理チャンバ102に供給される。単なる例として、マニホールド140の出力は、シャワー・ヘッド109に供給される。

40

【0040】

ペデスタル106内に配置されたヒータコイル(図示せず)に、ヒータ142を接続してよい。ヒータ142は、ペデスタル106および基板108の温度を制御するために使用されることがある。処理チャンバ102から反応物を排出させるために、弁150およびポンプ152を用いてよい。基板処理システム100の構成部材を制御するために、コントローラ160を用いてよい。

【0041】

ここで図5を参照すると、本開示による基板処理システム210の一例を示している。基板処理システム210における各種構成部材は、上述のようにダイヤモンドコーティングdで被覆されてよい。基板処理システム210は、TCPコイル216に接続されたト

50

ランス結合容量性同調（T C C T : Transformer - Coupled Capacitive Tuning）回路214に接続されたRF源212を備える。T C C T回路214は、典型的には、1つ以上の固定コンデンサまたは可変コンデンサ215を有する。T C C T回路214の一例は、Long等による、本出願と譲受人が同一である米国特許公開第2013/0135058号に図示および記載されており、この文献は、その全体が参照により本明細書に組み込まれる。T C Pコイル216は、一対のコイルまたは内側コイル対および外側コイル対を含み得る。

【0042】

T C Pコイル216は、誘電体窓224に隣接して配置される。いくつかの例では、誘電体窓224の面の1つ以上は、ダイヤモンドコーティングで被覆されている。誘電体窓224は、処理チェンバ228の片側に沿って配置されている。いくつかの例では、処理チェンバ228の内壁面は、ダイヤモンドコーティングdで被覆されている。処理チェンバ228は、基板234を支持するペデスタル232をさらに有する。いくつかの例では、ペデスタル232の面の1つ以上は、ダイヤモンドコーティングdで被覆されている。いくつかの例では、ペデスタル232は、上述のようにダイヤモンドコーティングで被覆されたエッジリング（図示せず）を有する。ペデスタル232は、静電チャック、メカニカルチャック、または他のタイプのチャックを有し得る。処理チェンバ228の内部で、プラズマ240を発生させる。プラズマ240によって、基板234の露出面をエッティングする。動作中にペデスタル232にバイアスを印加するために、RF源250およびバイアス整合回路252を用いてよい。

10

20

【0043】

処理チェンバ228にガス混合物を供給するために、ガス供給システム256を用いてよい。ガス供給システム256は、処理ガス源257と、弁およびマスフローコントローラのような計量システム258と、マニホールド259と、を有し得る。ペデスタル232を所定の温度に加熱するために、ヒータ264を用いてよい。排気システム265は、バージまたは排気によって処理チェンバ228から反応物を除去するための弁266およびポンプ267を有する。

30

【0044】

エッティングプロセスを制御するために、コントローラ254を用いてよい。コントローラ254は、システムパラメータを監視して、ガス混合物の供給、プラズマの点火、維持、および消火、反応物の除去、冷却ガスの供給などを制御する。

【0045】

ここで図6を参照すると、本開示による、基板のエッティングまたはアッシング用の基板処理チェンバ300を示している。基板処理システム300における各種構成部材は、上所述のようにダイヤモンドコーティングdで被覆されてよい。特定のタイプの基板処理チェンバについて図示および説明しているが、本明細書に記載の改良は、他の様々な基板処理チェンバに適用してよい。

【0046】

基板処理チェンバ300は、下部チェンバ領域302および上部チェンバ領域304を有する。下部チェンバ領域302は、チェンバ側壁面308と、チェンバ底面310と、ガス分配装置314の下面と、によって画成されている。いくつかの例では、ガス分配装置314の面の1つ以上は、ダイヤモンドコーティングで被覆されている。

40

【0047】

上部チェンバ領域304は、ガス分配装置314の上面と、上部チェンバ領域304の内面318と、によって画成されている。いくつかの例では、上部チェンバおよび下部チェンバの内壁面は、ダイヤモンドコーティングdで被覆されている。いくつかの例では、上部チェンバ領域304は、ドーム形状を有し得るが、他の形状を用いることもできる。いくつかの例では、上部チェンバ領域304は、第1の支持体321の上に載置されている。いくつかの例では、第1の支持体321は、環状形状を有する。いくつかの例では、第1の支持体321は、以下でさらに説明するように、処理ガスを上部チェンバ領域30

50

4に送出するための1つ以上のガス流路323を有する。いくつかの例では、処理ガスは、1つ以上のガス流路323によって、ガス分配装置314を含む平面に対して鋭角をなす上向き方向に送出されるが、他の角度／方向を用いてもよい。いくつかの例では、それらのガス流路323は、第1の支持体321の周りで、均一な間隔で離間している。

【0048】

第1の支持体321は、第2の支持体325の上に載置され得る。いくつかの例では、第1の支持体および第2の支持体は、ダイヤモンドコーティングで被覆されている。いくつかの例では、第2の支持体は、環状形状を有する。第2の支持体325は、処理ガスを下部チェンバ領域302に送出するための1つ以上のガス流路327を画成している。いくつかの例では、それらのガス流路は、第2の支持体325の周りで、均一な間隔で離間している。いくつかの例では、ガス分配装置314のガス通孔331は、ガス流路327と位置が揃っている。他の例では、ガス分配装置314は、より小さい直径を有し、ガス通孔331は不要である。いくつかの例では、処理ガスは、1つ以上のガス流路327によって、ガス分配装置314を含む平面に対して鋭角をなす下向き方向に、基板に向けて送出されるが、他の角度／方向を用いてもよい。

10

【0049】

他の例では、上部チェンバ領域304は、平坦な天面を有する円筒状であって、平面誘導コイルを用いてよい。さらに他の例では、シャワーヘッドとペデスタルとの間にスペーサを配置して、単一のチェンバを用いてよい。

20

【0050】

下部チェンバ領域304に、ペデスタル322が配置される。いくつかの例では、ペデスタル322は、静電チャック(ESC: ElectroStatic Chuck)を有するが、他のタイプのペデスタルを用いることもできる。エッチングの際には、基板326が、ペデスタル322の上面に配置される。いくつかの例では、ペデスタルの面の1つ以上は、ダイヤモンドコーティングで被覆されている。いくつかの例では、ヒータプレート、流体流路を有するオプションの冷却プレート、および1つ以上のセンサ(すべて図示せず)によって、基板326の温度を制御してよいが、他の任意の適切なペデスタル温度制御システムを用いてもよい。

30

【0051】

いくつかの例では、ガス分配装置314は、シャワーヘッド(例えば、複数の貫通孔329を有するプレート328)を有する。複数の貫通孔329は、プレート328の上面からプレート328の下面まで及んでいる。いくつかの例では、貫通孔329は、0.4"~0.75"の範囲内の直径を有し、シャワーヘッドは、アルミニウムのような導電性材料、または導電性材料で構成された埋め込み電極を有するセラミックのような非導電性材料、で構成されている。

30

【0052】

上部チェンバ領域304の外側部分の周りに、1つ以上の誘導コイル340が配置されている。1つ以上の誘導コイル340は、通電されると、上部チェンバ領域304の内部に電磁場を発生させる。ガスインジェクタ342によって、ガス供給システム350からの1種以上のガス混合物を注入する。いくつかの例では、ガスインジェクタ342は、ガスを下向き方向に誘導する中央注入位置と、下向き方向に対して角度をなしてガスを注入する1つ以上の側方注入位置と、を有する。いくつかの例では、ガスインジェクタ342の露出面は、ダイヤモンドコーティングで被覆されている。いくつかの例では、ガス供給システム350は、ガス混合物の第1の部分を第1の流量で中央注入位置に供給し、ガス混合物の第2の部分を第2の流量でガスインジェクタ342の(1つ以上の)側方注入位置に供給する。他の例では、ガスインジェクタ342によって、いくつかの異なるガス混合物を送出する。いくつかの例では、ガス供給システム350は、ガス流路323および327に、さらに/または処理チェンバ内の他の場所に、以下で説明するように調整ガスを供給する。いくつかの例では、調整ガスを変化させることで、イオン化種のボリュームの位置を変化させることによって、エッチングまたはアッシングの速度および/もしくは

40

50

選択性を調整する。

【0053】

1つ以上の誘導コイル340に出力されるRF電力を発生させるために、プラズマ発生器370を用いてよい。上部チャンバ領域304内で、プラズマを発生させる。いくつかの例では、プラズマ発生器370は、RF発生器372および整合ネットワーク374を有する。整合ネットワーク374は、RF発生器372のインピーダンスを、1つ以上の誘導コイル340のインピーダンスに整合させる。いくつかの例では、ガス分配装置314は、接地などの基準電位に接続される。下部チャンバ領域302および上部チャンバ領域304の内部の圧力を制御するため、ならびに、下部チャンバ領域302および上部チャンバ領域304から反応物を排出させるために、それぞれ、弁378およびポンプ380を用いてよい。

10

【0054】

コントローラ376は、処理ガスの流れ、バージガス、RFプラズマ、およびチャンバ圧力を制御するために、ガス供給システム350、弁378、ポンプ380、および／またはプラズマ発生器370と通信する。いくつかの例では、1つ以上の誘導コイル340によって、上部チャンバ領域304の内部でプラズマを維持する。ガスインジェクタ342を用いて、チャンバの頂部から1種以上のガス混合物を導入し、接地されている場合があるガス分配装置314を用いて、上部チャンバ領域304内でプラズマを閉じ込める。

20

【0055】

上部チャンバ領域304内にプラズマを閉じ込めることによって、プラズマ種と、ガス分配装置314を通して流出する所望のエッチャント種との体積再結合が可能となる。いくつかの例では、基板326にRFバイアスは印加されない。その結果、基板326上に活性シースは存在せず、イオンは、何らかの有限エネルギーで基板に衝突はしていない。いくらかの量のイオンが、ガス分配装置314を通してプラズマ領域から拡散する。ただし、拡散するプラズマの量は、上部チャンバ領域304内に存在するプラズマと比べて1桁小さい量である。プラズマ中のイオンの大部分は、高圧での体積再結合によって失われる。また、ガス分配装置314の上面での表面再結合損失によっても、ガス分配装置314より下方でのイオン密度は低減する。

20

【0056】

他の例では、RF発生器386と整合ネットワーク388とを有するRFバイアス発生器384を設ける。ガス分配装置314とペデスタルとの間にプラズマを発生させるため、または、イオンを引き付けるための自己バイアスを基板326上に発生させるために、RFバイアスを用いることができる。RFバイアスを制御するために、コントローラ376を用いてよい。

30

【0057】

上記説明は、本質的に、単なる例示的なものにすぎず、本開示、その用途、または使用を限定するものでは決してない。本開示の広範な教示は、様々な形態で実施することができる。従って、本開示では具体的な例の記載があるものの、本開示の真の範囲は、それらに限定されるべきではなく、他の変形例は、図面、明細書、および添付の請求項を精査することで、明らかになるであろう。本開示の原理を変更することなく、ある方法の範囲内で1つ以上のステップを異なる順序で（または並列に）実行してよいことは、理解されるべきである。さらに、各実施形態は、上記では、いくつかの特定の特徴を有するものとして説明しているが、本開示のいずれかの実施形態に関して記載している特徴のいずれか1つ以上を、他のいずれかの実施形態において、かつ／または他のいずれかの実施形態の特徴と組み合わせて、その組み合わせが明記されていなくても実施することができる。つまり、記載の実施形態は相互排他的なものではなく、1つ以上の実施形態で相互に入れ換えるても、本開示の範囲から逸脱しない。

40

【0058】

要素（例えば、モジュール、回路要素、半導体層など）の間の空間的関係および機能的関係について、「接続された」、「係合させた」、「結合された」、「隣接した」、「～

50

の隣に」、「～の上に」、「上方」、「下方」、「配置された」などの多様な用語を用いて記述している。上記の開示において、第1と第2の要素間の関係について記述している場合には、「直接的」であると明記していない限り、その関係は、第1と第2の要素間に他の介在要素が存在しない直接的な関係の可能性があるとともに、第1と第2の要素間に（空間的または機能的に）1つ以上の介在要素が存在する間接的な関係の可能性もある。本明細書で使用される場合の、「A、B、およびCの少なくとも1つ」という表現は、非排他的論理和「または（O R）」を用いた論理和「AまたはBまたはC」を意味するものと解釈されるべきであり、「Aの少なくとも1つ、Bの少なくとも1つ、およびCの少なくとも1つ」を意味するものと解釈されてはならない。

【0059】

10

いくつかの実現形態において、コントローラは、上記の例の一部であり得るシステムの一部である。そのようなシステムは、プロセスツールもしくはツール群、チェンバもしくはチェンバ群、処理用プラットフォームもしくはプラットフォーム群、および／または（ウェハペデスター、ガスフローシステムなどの）特定の処理構成部材、などの半導体処理装置を備えることができる。これらのシステムは、半導体ウェハまたは基板の処理前、処理中、処理後のそれらのオペレーションを制御するための電子装置と統合されることがある。電子装置は、「コントローラ」と呼ばれることがあり、これにより、そのシステムまたはシステム群の各種構成部材またはサブパーツを制御してよい。コントローラは、プロセス要件および／またはシステムのタイプに応じて、処理ガスの供給、温度設定（例えば、加熱および／または冷却）、圧力設定、真空設定、パワー設定、高周波（R F）発生器の設定、R F整合回路の設定、周波数設定、流量設定、流体供給の設定、位置および動作設定、ツールとの間および他の移送ツールとの間および／または特定のシステムに接続もしくはインターフェースしているロードロックとの間のウェハ移送など、本明細書に開示のプロセスのいずれかを制御するようにプログラムされ得る。

20

【0060】

コントローラは、広義には、種々の集積回路、ロジック、メモリと、さらに／または、命令を受け取り、命令を発行し、オペレーションを制御し、クリーニング動作を実現し、終点測定を実現するなどのソフトウェアと、を有する電子装置と定義され得る。集積回路には、プログラム命令を格納したファームウェアの形態のチップ、デジタル信号プロセッサ（D S P）、特定用途向け集積回路（A S I C）として規定されるチップ、および／またはプログラム命令（例えば、ソフトウェア）を実行する1つ以上のマイクロプロセッサもしくはマイクロコントローラ、が含まれ得る。プログラム命令は、半導体ウェハ上の特定のプロセスまたは半導体ウェハのための特定のプロセスまたはシステムに対する特定のプロセスを実行するための動作パラメータを規定する様々な個々の設定（またはプログラムファイル）の形でコントローラに伝達される命令であり得る。動作パラメータは、一部の実施形態では、ウェハの1つ以上の層、材料、金属、酸化物、シリコン、二酸化シリコン、表面、回路、および／またはダイの作製において1つ以上の処理工程を実現するために、プロセスエンジニアによって規定されるレシピの一部であり得る。

30

【0061】

40

コントローラは、いくつかの実現形態において、システムに統合もしくは接続されるか、またはその他の方法でシステムにネットワーク接続されたコンピュータの一部であるか、またはそのようなコンピュータに接続されたものであるか、またはそれらの組み合わせであり得る。例えば、コントローラは、「クラウド」にあるか、またはファブホストコンピュータシステムの全体もしくは一部であってよく、それは、ウェハ処理のためのリモートアクセスを可能とするものであり得る。コンピュータによって、製造オペレーションの現在の進行状況を監視し、過去の製造オペレーションの履歴を調査し、複数の製造オペレーションからの傾向またはパフォーマンスマトリックを調査するため、現在の処理のパラメータを変更するため、現在の処理に従って処理工程を設定するため、または、新たなプロセスを開始するための、システムへのリモートアクセスが実現され得る。いくつかの例において、リモートコンピュータ（例えば、サーバ）は、ローカルネットワークまたはイ

50

ンターネットを含み得るネットワークを介して、システムにプロセスレシピを提供することができる。リモートコンピュータは、パラメータおよび／または設定の入力またはプログラミングを可能とするユーザインタフェースを有してよく、それらのパラメータおよび／または設定は、その後、リモートコンピュータからシステムに伝達される。一部の例では、コントローラは、1つ以上のオペレーションにおいて実行される各々の処理工程のパラメータを指定するデータの形で命令を受け取る。なお、それらのパラメータは、実施されるプロセスのタイプ、およびコントローラがインターフェースまたは制御するように構成されているツールのタイプ、に固有のものであり得ることは、理解されなければならない。その場合、上述のように、相互にネットワーク接続されているとともに、本明細書に記載のプロセスおよび制御などの共通の目的に向かって協働する1つ以上の別個のコントローラを備えることなどによって、コントローラを分散させてよい。このような目的の分散コントローラの一例は、チャンバに搭載する1つ以上の集積回路であり、これらは、（プラットフォームレベルで、またはリモートコンピュータの一部として、など）遠隔配置された1つ以上の集積回路と通信し、共同でチャンバにおけるプロセスを制御する。

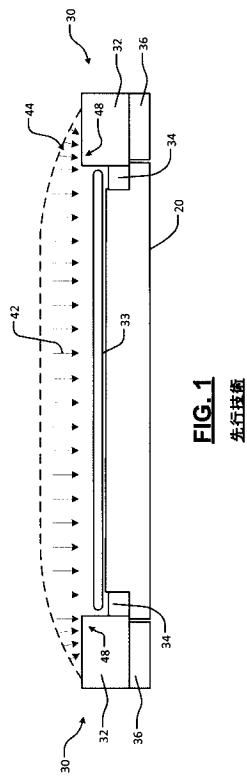
【0062】

例示的なシステムは、限定するものではないが、プラズマエッチングチャンバまたはモジュール、成膜チャンバまたはモジュール、スピルリンクスチャンバまたはモジュール、金属メッキチャンバまたはモジュール、クリーンチャンバまたはモジュール、ベベルエッジエッチングチャンバまたはモジュール、物理気相成長（PVD）チャンバまたはモジュール、化学気相成長（CVD）チャンバまたはモジュール、原子層堆積（ALD）チャンバまたはモジュール、原子層エッチング（ALE）チャンバまたはモジュール、イオン注入チャンバまたはモジュール、トラックチャンバまたはモジュール、ならびに半導体ウェハの製作および／または製造に関連もしくは使用することがある他の任意の半導体処理システム、を含み得る。

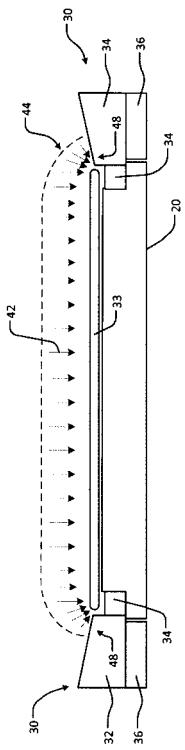
【0063】

上述のように、コントローラは、ツールによって実行される処理工程または工程群に応じて、他のツール回路またはモジュール、他のツール部品、クラスタツール、他のツールインターフェース、隣接するツール、近隣のツール、工場の至るところに配置されたツール、メインコンピュータ、他のコントローラ、または半導体製造工場においてツール場所および／もしくはロードポートとの間でウェハの容器を移動させる材料搬送で使用されるツール、のうちの1つ以上と通信し得る。

【図1】

FIG.1
先行技術

【図2】

FIG.2
先行技術

【図3】

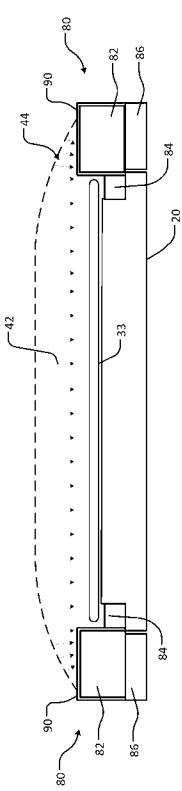
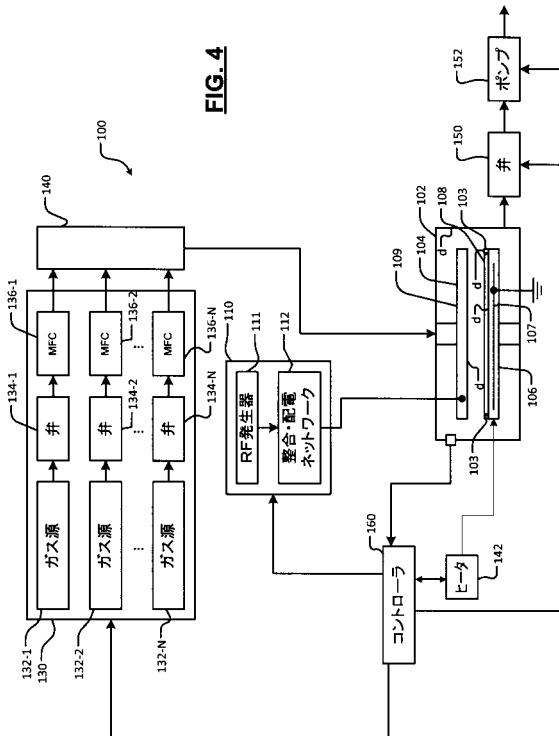


FIG.3

【図4】



【 図 5 】

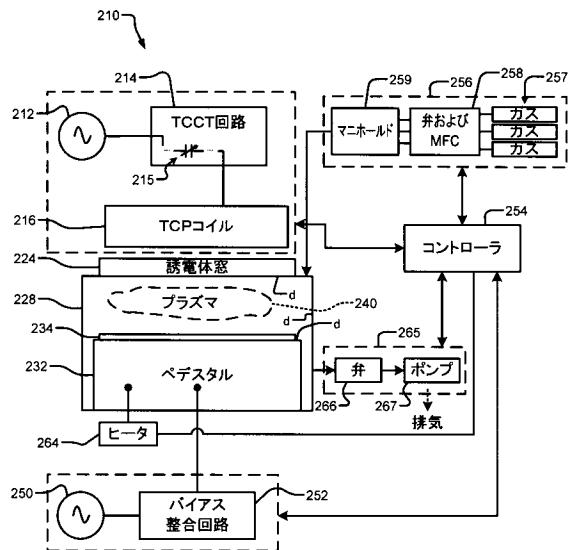
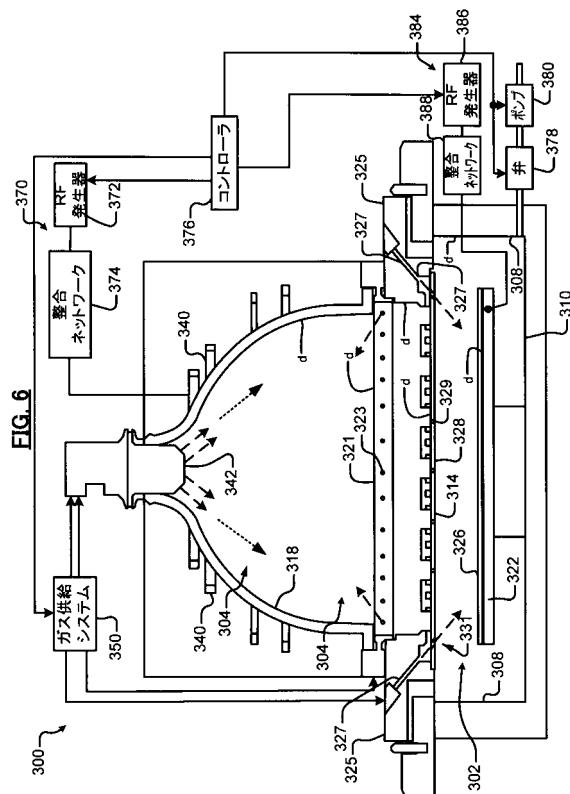


FIG. 5

【 四 6 】



フロントページの続き

F ターム(参考) 4K030 AA09 BA27 BB02 BB03 CA05 FA03 FA04 GA02 JA01 KA47
LA15
5F004 BA03 BA04 BA20 BB22 BB23 BB26 BB29

【外國語明細書】

2017166065000001.pdf