

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号

特表2022-520210

(P2022-520210A)

(43)公表日 令和4年3月29日(2022.3.29)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 L 21/3065(2006.01)	H 0 1 L 21/302 1 0 1 C	2 G 0 8 4
H 0 1 L 21/205(2006.01)	H 0 1 L 21/205	4 K 0 3 0
H 0 5 H 1/46(2006.01)	H 0 5 H 1/46 L	5 F 0 0 4
C 2 3 C 16/50(2006.01)	C 2 3 C 16/50	5 F 0 4 5
C 2 3 C 16/455(2006.01)	C 2 3 C 16/455	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全23頁)

(21)出願番号 特願2021-546780(P2021-546780)
 (86)(22)出願日 令和2年2月5日(2020.2.5)
 (85)翻訳文提出日 令和3年10月8日(2021.10.8)
 (86)国際出願番号 PCT/US2020/016717
 (87)国際公開番号 WO2020/163428
 (87)国際公開日 令和2年8月13日(2020.8.13)
 (31)優先権主張番号 16/270,063
 (32)優先日 平成31年2月7日(2019.2.7)
 (33)優先権主張国・地域又は機関
 米国(US)
 (81)指定国・地域 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA
 ,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(
 AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,A
 T,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR
 ,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,
 最終頁に続く

(71)出願人 502278714
 マトソン テクノロジー インコーポレイ
 テッド
 Mattson Technology ,
 Inc .
 アメリカ合衆国 カリフォルニア フレモ
 ント ベイサイド パークウェイ 471
 31
 47131 Bayside Parkw
 ay , Fremont , CA 945
 38 , USA
 (71)出願人 520111187
 ベイジン イータウン セミコンダクター
 テクノロジー カンパニー リミテッド
 Beijing E - Town Semi
 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 プラズマ処理装置における角度付けられたインジェクタを備えたガス供給器

(57)【要約】

プラズマ処理装置および関連する方法が提供される。例示的な一実現形態では、プラズマ処理装置は、誘導結合プラズマ処理装置などのプラズマ処理装置の処理室内にガス供給器を含むことができる。ガス供給器は、1つ以上のインジェクタを含むことができる。1つ以上のインジェクタの各々は、ワークピースの半径に対して平行な方向に対して角度付けられていて、ワークピースの中心に対して垂直な方向に対する回転ガス流を生成することができる。このようなガス供給器は、プロセスの均一性、ワークピースのエッジの限界寸法の調整、ガスイオン化効率、および/または処理室内の対称的な流れを向上させて、ワークピースへのパーティクルの堆積を低減することができる。また、停滞流からの熱の局在化を低減することもできる。

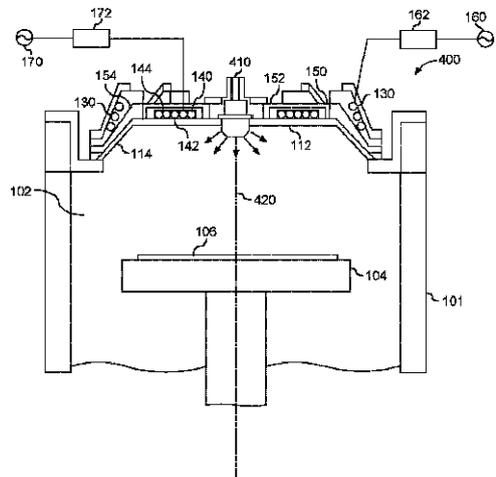


FIG. 4

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プラズマ処理装置であって、
ワークピース支持体を有する処理室であって、前記ワークピース支持体は、プラズマ処理中にワークピースを支持するように構成されている、処理室と、
前記処理室内のプロセスガスにプラズマを誘導するように構成された誘導結合プラズマ源と、
前記プロセスガスを前記処理室に給送するように構成されたガス供給器であって、該ガス供給器は、1つ以上のインジェクタを備え、該1つ以上のインジェクタの各々は、前記ワークピースの半径に対して平行な方向に対して角度付けられていて、前記ワークピースの中心に対して垂直な方向に対する回転ガス流を生成する、ガス供給器と、
を備える、プラズマ処理装置。

【請求項 2】

前記ガス供給器は、前記プロセスガスを前記処理室の頂部から前記処理室内に給送するように、前記処理室の天井に位置している、請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 3】

前記ガス供給器は、前記処理室の側壁に統合されている、請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 4】

前記1つ以上のインジェクタのうちの少なくとも1つのインジェクタは、前記誘導結合プラズマ源から下流側の位置に前記プロセスガスを給送する、請求項 3 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 5】

前記1つ以上のインジェクタのうちの少なくとも1つのインジェクタは、前記ワークピースに対して上向きに角度付けられている、請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 6】

前記ガス供給器は、前記1つ以上のインジェクタを備える少なくとも1つのガスマニホールドを備える、請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 7】

前記1つ以上のインジェクタは、時計回りの方向に角度付けられていて、前記ワークピースの前記中心に対して垂直な方向に対して時計回りのガス流を生成する、請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 8】

前記1つ以上のインジェクタの各インジェクタと、前記ワークピースの前記半径に対して平行な方向との間の角度が、約 60° 以下である、請求項 7 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 9】

前記1つ以上のインジェクタは、反時計回りの方向に角度付けられていて、前記ワークピースの前記中心に対して垂直な方向に対して反時計回りのガス流を生成する、請求項 1 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 10】

前記1つ以上のインジェクタの各インジェクタと、前記ワークピースの前記半径に対して平行な方向との間の角度が、約 60° 以下である、請求項 9 記載のプラズマ処理装置。

【請求項 11】

ワークピースを処理する方法であって、
ワークピースを処理室内のワークピース支持体に設置することと、
前記処理室内にガス供給器を介してプロセスガスを入れることと、
前記処理室内の前記プロセスガスにプラズマを生成することと、
前記プラズマによって生成された1つ以上の種に前記ワークピースを曝露することと、
を含み、
前記ガス供給器は、1つ以上のインジェクタを備え、該1つ以上のインジェクタの各イン

ジェクタは、前記ワークピースの半径に対して平行な方向に対して角度付けられていて、前記ワークピースの中心に対して垂直な方向に対する回転ガス流を生成する、方法。

【請求項 1 2】

前記ガス供給器は、前記プロセスガスを前記処理室の頂部から前記処理室内に給送するように、前記処理室の天井に統合されている、請求項 1 1 記載の方法。

【請求項 1 3】

前記ガス供給器は、前記処理室の側壁に統合されている、請求項 1 1 記載の方法。

【請求項 1 4】

前記 1 つ以上のインジェクタのうちの少なくとも 1 つのインジェクタは、前記プラズマを誘導するプラズマ源から下流側の位置に前記プロセスガスを給送する、請求項 1 3 記載の方法。 10

【請求項 1 5】

前記 1 つ以上のインジェクタのうちの少なくとも 1 つのインジェクタは、前記ワークピースに対して上向きに角度付けられている、請求項 1 1 記載の方法。

【請求項 1 6】

前記ガス供給器は、前記 1 つ以上のインジェクタを備える少なくとも 1 つのガスマニホールを備える、請求項 1 1 記載の方法。

【請求項 1 7】

前記 1 つ以上のインジェクタは、時計回りの方向に角度付けられていて、前記ワークピースの前記中心に対して垂直な方向に対して時計回りのガス流を生成する、請求項 1 1 記載の方法。 20

【請求項 1 8】

前記 1 つ以上のインジェクタの各インジェクタと、前記ワークピースの前記半径に対して平行な方向との間の角度が、約 60°以下である、請求項 1 1 記載の方法。

【請求項 1 9】

前記 1 つ以上のインジェクタは、反時計回りの方向に角度付けられていて、前記ワークピースの前記中心に対して垂直な方向に対して反時計回りのガス流を生成する、請求項 1 1 記載の方法。

【請求項 2 0】

前記 1 つ以上のインジェクタの各インジェクタと、前記ワークピースの前記半径に対して平行な方向との間の角度が、約 60°以下である、請求項 1 1 記載の方法。 30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

優先権主張

本出願は、出願日が 2019 年 2 月 7 日である米国特許出願第 16 / 270,063 号に基づいており、その優先権の利益を主張し、同号を参照により本明細書に援用するものとする。

【0002】

本開示は、一般に、プラズマ処理装置およびプラズマ処理システム用のガス供給器に関する。 40

【背景技術】

【0003】

プラズマ処理ツールは、集積回路、マイクロメカニカルデバイス、フラットパネルディスプレイ、およびその他のデバイスなどのデバイスの製造に使用することができる。最新のプラズマエッチング用途および/またはプラズマストリップ用途で使用されるプラズマ処理ツールは、高いプラズマ均一性と、独立したプラズマ分布制御、プラズマ密度制御、およびイオンエネルギー制御を含む複数のプラズマ制御とを提供するために必要である。プラズマ処理ツールは、場合によっては、ウェーハに対する良好かつ一様な被覆率と、ウェーハのエッジの限界寸法の調整の良好な制御とを提供する必要がある。 50

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0004】

本開示の実施形態の態様および利点は、以下の説明に部分的に記載されるか、または説明から習得することができ、または実施形態の実施を通じて習得することができる。

【0005】

本開示の例示的な一態様は、プラズマ処理装置に関する。プラズマ処理装置は、ワークピース支持体を有する処理室を含むことができる。ワークピース支持体は、プラズマ処理中にワークピースを支持することができる。プラズマ処理装置は、処理室内のプロセスガスにプラズマを誘導するための誘導結合プラズマ源を含むことができる。プラズマ処理装置は、プロセスガスを処理室に給送するためのガス供給器を含むことができる。ガス供給器は、1つ以上のインジェクタを含むことができる。1つ以上のインジェクタの各々は、ワークピースの半径に対して平行な方向に対して角度付けられていて、ワークピースの中心に対して垂直な方向に対する回転ガス流を生成することができる。

10

【0006】

本開示の例示的な別の態様は、ワークピースを処理する方法に関する。この方法は、ワークピースを処理室内のワークピース支持体に設置することを含むことができる。この方法は、処理室内にガス供給器を介してプロセスガスを入れることを含むことができる。この方法は、処理室内のプロセスガスにプラズマを生成することを含むことができる。この方法は、プラズマによって生成された1つ以上の種にワークピースを曝露することを含むことができる。ガス供給器は、1つ以上のインジェクタを含むことができる。1つ以上のインジェクタの各インジェクタは、ワークピースの半径に対して平行な方向に対して角度付けられており、ワークピースの中心に対して垂直な方向に対する回転ガス流を生成することができる。

20

【0007】

本開示の例示的な実施形態に対して、変形および修正を行うことができる。

【0008】

様々な実施形態の上記のかつその他の特徴、態様および利点は、以下の説明および添付の特許請求の範囲を参照することにより、よりよく理解される。本明細書に組み込まれ、その一部を構成する添付の図面は、本開示の実施形態を例示し、説明とともに、関連する原理を説明するのに役立つ。

30

【0009】

当業者に向けられた実施形態の詳細な議論は、添付の図面に関連する本明細書に記載されている。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本開示の例示的な実施形態による例示的なプラズマ処理装置を示す図である。

【図2】本開示の例示的な実施形態による例示的なガス供給器を示す図である。

【図3】本開示の例示的な実施形態による例示的なガス供給器を示す図である。

【図4】本開示の例示的な実施形態による例示的なプラズマ処理装置を示す図である。

40

【図5】本開示の例示的な実施形態による例示的なガス供給器を示す図である。

【図6】本開示の例示的な実施形態によるエッジガスインジェクタの例示的な断面図である。

【図7】本開示の例示的な実施形態によるエッジガスインジェクタの例示的な断面図である。

【図8】本開示の例示的な実施形態による例示的なプラズマ処理装置を示す図である。

【図9】本開示の例示的な実施形態による例示的な方法の流れ図である。

【図10】ガス供給器と、本開示の例示的な実施形態による例示的なガス供給器との間のガス速度の比較例を示す図である。

【図11】ガス供給器と、本開示の例示的な実施形態による例示的なガス供給器との間の

50

質量分率の比較例を示す図である。

【図 1 2】ガス供給器と、本開示の例示的な実施形態による例示的なガス供給器との間のワークピース表面分布におけるガス質量分率の比較例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

ここで、実施形態を詳細に参照し、その1つ以上の実施例を図面に示す。各実施例は、実施形態の説明として提供され、本開示に限定されない。実際、本開示の範囲または精神から逸脱することなく、実施形態に対して様々な修正および変形を行うことができることは当業者には明らかである。例えば、一実施形態の一部として図示または説明された特徴を別の実施形態とともに使用して、さらに別の実施形態を生成することができる。したがって、本開示の態様は、そのような修正および変形を包含することが意図されている。

10

【0012】

本開示の例示的な態様は、プラズマ処理装置および関連する方法に関する。プラズマ処理装置は、誘導結合プラズマ処理装置などのプラズマ処理装置の処理室内にガス供給器を含むことができる。ガス供給器は、1つ以上のインジェクタ（例えば、ガスノズル）を含むことができる。1つ以上のインジェクタの各々は、ワークピースの半径に対して平行な方向に対して角度付けられていて、ワークピースの中心に対して垂直な方向に対する回転ガス流を生成することができる。ガス供給器のインジェクタは、ワークピースのエッジに対して法線方向ではなく、かつインジェクタは、対称的なガス噴射パターンで配置されていないため、このようなガス供給器は、プロセスの均一性（例えば、ワークピース全体の均一性、ワークピースのエッジでの方位エッチングの均一性、ワークピース表面でのエッチャントの質量分率の均一性、および/またはワークピース表面での流速の均一性）、ワークピースのエッジの限界寸法の調整、ガスイオン化効率、および/または処理室内の対称的な流れを向上させて、ワークピースへのパーティクルの堆積を低減することができ、また、停滞流からの熱の局在化を低減することもできる。

20

【0013】

本開示の例示的な態様によれば、ガス供給器は、プラズマ処理室の側壁に統合することができる。ガス供給器は、ワークピースのエッジの限界寸法の調整および/または均一性の調整のために、方位対称のガス噴射パターンで配置されたインジェクタを有することができる。幾つかの実施形態では、ガス供給器は、1つ以上のガスマニホールドを含むことができる。各ガスマニホールドは、プラズマ処理室のシールドおよび/またはライナに統合することができる。各ガスマニホールドは、ワークピース平面と平行であってよい。ガスマニホールドとワークピース平面との間の距離は、計算および/または様々なプロセス試験結果を通じて決定することができる。各ガスマニホールドは、ワークピースの周囲または周辺に向かってガス流を給送するために、1つ以上のガスインジェクタを含むことができる。各ガスマニホールド内の各インジェクタは、ワークピースの半径に対して平行な方向に対して角度付けられており、ワークピースの中心に対して垂直な方向に対する回転ガス流を生成することができる。一例として、インジェクタは、時計回りの方向または反時計回りの方向に角度付けられており、ワークピースの中心に対して垂直な方向に対して時計回りのガス流または反時計回りのガス流を生成することができる。各インジェクタと、ワークピースの半径に対して平行な方向との間の角度は、約60°以下であり、例えば約15°~45°であってよい。幾つかの実施形態では、ガスマニホールドの少なくとも1つのインジェクタは、ワークピースに対して上向きまたは下向きに角度付けることができる。幾つかの実施形態では、ガスマニホールドのインジェクタは、ワークピース平面に向かって対角線方向であってよい。

30

40

【0014】

幾つかの実施形態では、プラズマ処理室ライナは、1つのガスマニホールドを有することができる。ガスマニホールドは、インジェクタのセット（例えば、約4個から約30個の個別のインジェクタ）を含むことができる。インジェクタは、ワークピースのエッジを狙うように配置することができ、ワークピースの半径に対して平行な方向に対して角度付け

50

ることができる。インジェクタは、ワークピースの中心に対して垂直な方向に対する回転ガス流を生成するために、ワークピース平面に対して下向きに角度付けることもできる。これは、ワークピースのエッジ近くのガス流濃度を調整または微調整する方法になり得る。また、トップガス流の噴射とエッジガス流の噴射とを組み合わせると、室内流条件を変更することもできる。

【 0 0 1 5 】

幾つかの実施形態では、少なくとも入口ポートを円形のガスマニホールドに使用することができる。例えば、2つの入口を使用して、ガスをガスマニホールドに流すことができる。2つの入口ポートは互いに近接して構成することができるため、小さなサイズのT字形アダプタ/フィッティングを使用して単一の給送ラインからガスを給送することができる。ガスマニホールド内では、各入口ポートからのガス粒子を衝突させることができるかまたは互いに押し退けることができる。その結果、2ポート設計は、単一のガスポート設計よりも優れたガス分配性をインジェクタに提供することができる。

10

【 0 0 1 6 】

本開示の例示的な態様によれば、ガス供給器は、プラズマ処理室の天井（例えば、処理室のトップドーム上）に位置している。インジェクタは、ガス供給器の中心および/または1つ以上のエッジに位置している。インジェクタは、ワークピースの中心に対して垂直な方向に対して方位対称のガス噴射パターンで配置することができる。例えば、各インジェクタは、ワークピースの半径に対して平行な方向に対して角度付けられていて、ワークピースの中心に対して垂直な方向に対する回転ガス流を生成することができる。一例として、インジェクタは、時計回りの方向または反時計回りの方向に角度付けられていて、ワークピースの中心に対して垂直な方向に対して時計回りのガス流または反時計回りのガス流を生成することができる。各インジェクタと、ワークピースの半径に対して平行な方向との間の角度は、約60°以下であり、例えば約15°～45°であってよい。幾つかの実施形態では、少なくとも1つのインジェクタは、ワークピースに対して上向きまたは下向きに角度付けることができる。

20

【 0 0 1 7 】

本開示の例示的な一態様は、プラズマ処理装置に関する。処理室は、プラズマ処理中にワークピースを支持するためのワークピース支持体を含むことができる。処理室は、処理室内のプロセスガスにプラズマを誘導するための誘導結合プラズマ源を含むことができる。処理室は、プロセスガスを処理室に給送するためのガス供給器を含むことができる。ガス供給器は、1つ以上のインジェクタを含むことができる。1つ以上のインジェクタの各々は、ワークピースの半径に対して平行な方向に対して角度付けられていて、ワークピースの中心に対して垂直な方向に対する回転ガス流を生成することができる。

30

【 0 0 1 8 】

幾つかの実施形態では、ガス供給器は、処理室の側壁に統合することができる。幾つかの実施形態では、ガス供給器は、少なくとも1つのガスマニホールドを含むことができ、少なくとも1つのガスマニホールドは、1つ以上のインジェクタを含むことができる。幾つかの実施形態では、少なくとも1つのインジェクタは、誘導結合プラズマ源から下流側の位置にプロセスガスを給送することができる。幾つかの実施形態では、インジェクタは、時計回りの方向または反時計回りの方向に角度付けられていて、ワークピースの中心に対して垂直な方向に対して時計回りのガス流または反時計回りのガス流を生成することができる。各インジェクタと、ワークピースの半径に対して平行な方向との間の角度は、約60°以下であり、例えば約15°～約45°であってよい。幾つかの実施形態では、少なくとも1つのインジェクタは、ワークピースに対して上向きまたは下向きに角度付けることができる。

40

【 0 0 1 9 】

本開示の例示的な一態様は、ワークピースを処理する方法に関する。この方法は、ワークピースを処理室内のワークピース支持体に設置することを含むことができる。この方法は、処理室内にガス供給器を介してプロセスガスを入れることを含むことができる。この方

50

法は、処理室内のプロセスガスにプラズマを生成することを含むことができる。この方法は、プラズマによって生成された1つ以上の種にワークピースを曝露することを含むことができる。ガス供給器は、1つ以上のインジェクタを含むことができる。1つ以上のインジェクタの各インジェクタは、ワークピースの半径に対して平行な方向に対して角度付けられていて、ワークピースの中心に対して垂直な方向に対する回転ガス流を生成することができる。

【0020】

本開示の例示的な態様は、多くの技術的効果および技術的利点を提供することができる。例えば、プラズマ処理におけるガス供給器のインジェクタは、ワークピースの半径に対して平行な方向に対して角度付けられていて、ワークピースの中心に対して垂直な方向に対する回転ガス流を生成することができる。そのため、このようなガス供給器によって、より広いプロセスウィンドウで、エッチング量と限界寸法の方位対称性とを向上させることができる。ガス供給器により、ワークピースのエッジの限界寸法の調整可能性、ワークピース全体の均一性、および室壁のプラズマドライクリーニング効率も向上させることができる。ガスは、ワークピースへのパーティクルの堆積と、ワークピースの移動またはステップ移行中のガスパーズ時間を短縮することもできる。

10

【0021】

本開示の例示的な態様は、図示および説明の目的で、誘導プラズマ源を参照して説明されている。本明細書で提供される開示を使用する当業者は、本開示の範囲から逸脱することなく他のプラズマ源を使用することができることを理解されたい。例えば、プラズマ処理装置は、静電シールドを備えた誘導結合プラズマ源を含むことができる。プラズマ処理装置は、静電シールドなしで誘導結合プラズマ源を含むことができる。プラズマ処理装置は、（例えば、台座またはワークピース支持体に配置されたバイアスを用いた）容量結合プラズマ源を含むことができる。

20

【0022】

本開示の態様は、図示および説明の目的で、「半導体ウェーハ」である「ワークピース」を参照して説明されている。本明細書で提供される開示を使用する当業者は、本開示の実施例の態様が、任意の半導体基板または他の適切な基板と関連して使用することができることを理解されたい。さらに、「約」という用語を数値と組み合わせて使用することは、記載された数値の10パーセント（10%）以内を指すことを意図している。「台座」とは、ワークピースを支持するために使用することができる任意の構造を指す。

30

【0023】

図1は、本開示の例示的な実施形態による例示的なプラズマ処理装置100を示す。プラズマ処理装置100は、内部空間102を画定する処理室を含む。台座またはワークピースホルダ104は、内部空間102内で、半導体ウェーハなどのワークピース106を支持するために使用される。誘電体窓110は、ワークピースホルダ104の上方に位置する。誘電体窓110は、比較的平坦な中央部分112および角度付けられた周辺部分114を含む。誘電体窓110は、中央部分112に、プロセスガスを内部空間102に供給するためのシャワーヘッド120用の空間を含む。

【0024】

装置100は、内部空間102に誘導プラズマを生成するための、一次誘導素子130および二次誘導素子140などの複数の誘導素子をさらに含む。誘導素子130、140は、RF電力が供給されると、プラズマ処理装置100の内部空間102内のプロセスガスにプラズマを誘導するコイル素子またはアンテナ素子を含むことができる。例えば、第1のRF発生器160は、整合ネットワーク162を介して一次誘導素子130に電磁エネルギーを提供するように構成することができる。第2のRF発生器170は、整合ネットワーク172を介して二次誘導素子140に電磁エネルギーを提供するように構成することができる。

40

【0025】

本開示は、一次誘導および二次誘導に言及しているが、当業者は、一次および二次という

50

用語が便宜上の目的でのみ使用されることを理解されたい。二次コイルは一次コイルとは独立して動作することができ、その逆も可能である。

【0026】

本開示は、一次誘導および二次誘導に言及しているが、当業者は、装置がそれらすべてを含む必要はないことを理解されたい。装置は、一次誘導素子および二次誘導素子のうちの1つ以上（例えば、1つまたは2つ）を含むことができる。

【0027】

装置100は、二次誘導素子140の周りに配置された金属シールド部分152を含むことができる。金属シールド部分152は、一次誘導素子130と二次誘導素子140とを分離して、誘導素子130, 140間のクロストークを低減する。装置100は、一次誘導素子130と誘電体窓130との間に配置されたファラデーシールド154をさらに含むことができる。ファラデーシールド154は、一次誘導素子154と処理室102との間の容量結合を低減するスロット付きの金属シールドとすることができる。図示のように、ファラデーシールド154は、誘電体シールド110の角度付けられた部分に適合することができる。

10

【0028】

特定の実施形態では、金属シールド152およびファラデーシールド154は、製造および他の目的を容易にするために単一構造体150を形成することができる。一次誘導素子130のマルチターンコイルは、単一構造体である金属シールド/ファラデーシールド150のファラデーシールド部分154に隣接して位置することができる。二次誘導素子140は、金属シールド部分152と誘電体窓110との間など、金属シールド/ファラデーシールド単一構造体150の金属シールド部分152に近接して位置することができる。

20

【0029】

一次誘導素子130および二次誘導素子140を金属シールド152の互いに反対側に配置することにより、一次誘導素子130および二次誘導素子140は、別個の構造構成を有し、異なる機能を実行することができる。例えば、一次誘導素子130は、処理室の周辺部分に隣接して位置するマルチターンコイルを含むことができる。一次誘導素子130は、本質的に過渡的な点火段階中の基本的なプラズマ生成および信頼できる始動のために使用することができる。一次誘導素子130は、強力なRF発生器および高価な自動調整ネットワークに結合することができ、約13.56MHzのような増加したRF周波数で動作させることができる。

30

【0030】

二次誘導素子140は、修正機能および支持機能のために、ならびに定常状態動作中のプラズマの安定性を向上させるために使用することができる。二次誘導素子140は、主に、修正機能および支持機能のために、ならびに定常状態動作中のプラズマの安定性を向上させるために使用することができるので、二次誘導素子140は、第1の誘導素子130ほど強力なRF発生器に結合する必要はなく、以前の設計に関連する困難を克服するために、異なる方法で高い費用対効果にて設計することができる。場合によっては、二次誘導素子140は、約2MHzなどのより低い周波数で動作することもでき、二次誘導素子140を非常にコンパクトにし、誘電体窓の上の限られたスペースに収めることができる。

40

【0031】

一次誘導素子130および二次誘導素子140は、異なる周波数で動作させることができる。一次誘導素子130と二次誘導素子140との間のクロストークを低減するために、周波数を十分に異ならせることができる。一次誘導素子130と二次誘導素子140とに適用することができる周波数が異なるため、誘導素子130, 140間の干渉が低減される。より具体的には、誘導素子130, 140間のプラズマ内の唯一の相互作用は、プラズマ密度によるものである。したがって、一次誘導素子130に結合されたRF発生器160と、二次誘導素子140に結合されたRF発生器170との間の位相同期の必要はない。電力制御は、誘導素子間で独立している。付加的に、誘導素子130, 140は明確

50

に異なる周波数で動作するので、プラズマへの電力給送を整合させるためにRF発生器160, 170の周波数を調整することが実用的であり、追加の整合ネットワークの設計およびコストを大幅に簡素化する。

【0032】

例えば(図1には示されていない)、第2の誘導素子140は、平面コイルと磁束コンセントレータとを含むことができる。磁束コンセントレータは、フェライト材料で作製することができる。適切なコイルを備えた磁束コンセントレータを使用すると、二次誘導素子140の高いプラズマ結合性および良好なエネルギー伝達効率を得られ、金属シールド150へのプラズマ結合が大幅に減少する。二次誘導素子140に約2MHzなどのより低い周波数を使用すると、スキン層が増加し、これによりプラズマ加熱効率も向上する。

10

【0033】

幾つかの実施形態では、異なる誘導素子130および誘導素子140は、異なる機能を担うことができる。具体的には、一次誘導素子130のみが、点火時のプラズマ生成と二次誘導素子140に十分なプライミングを提供するという最も重要な機能を実行する必要がある。この一次誘導素子130は、誘導結合プラズマ(ICP)ツールの動作に関与することができる。プラズマ電位を安定させるために、プラズマとグラウンドシールドとの両方に結合する必要がある。第1の誘導素子130に関連するファラデーシールド154は、窓のスパッタリングを回避することができ、グラウンドに結合するために使用することができる。

【0034】

図1に示されるように、本開示の例示的な態様によれば、ガス供給器190は、プロセスガスを処理室102に給送する。ガス供給器190は、処理室102の側壁に統合されている。ガス供給器190は、供給ガスポートを備えた複数のガスインジェクタ122を含む。各インジェクタは、ワークピース106の半径に対して平行な方向に対して角度付けられていて、ワークピース106の中心に対して垂直な方向に対する回転ガス流を生成することができる。幾つかの実施形態(図1には示されていない)では、ガス供給器190は、1つ以上のガスマニホールドを含むことができる。各ガスマニホールドは、処理室102のシールドおよび/またはライナに統合することができる。各ガスマニホールドは、ワークピース106に対して平行にすることができる。ガスマニホールドとワークピース106との間の距離は、計算および/または様々なプロセス試験結果を通じて決定することができる。各ガスマニホールドは、ワークピース106の周囲または周辺に向かってガス流を給送するために、1つ以上のガスインジェクタ122を含むことができる。一例として、インジェクタ122は、時計回りの方向または反時計回りの方向に角度付けられていて、ワークピース106の中心に対して垂直な方向に対して時計回りのガス流または反時計回りのガス流を生成することができる。各インジェクタと、ワークピース106の半径に対して平行な方向との間の角度は、約60°以下であり、例えば15°~約45°の範囲内にあってよい。幾つかの実施形態では、ガスマニホールドの少なくとも1つのインジェクタは、ワークピースに対して上向きまたは下向きに角度付けることができる。幾つかの実施形態では、ガスマニホールドのインジェクタ122は、ワークピース平面向かって対角線方向であってよい。実施例が、図2および図3にさらに記載されている。

20

30

40

【0035】

幾つかの実施形態(図1には示されていない)では、少なくとも入口ポートを円形のガスマニホールドに使用することができる。例えば、2つの入口ポートを使用してガスをガスマニホールドに流すことができる。2つの入口ポートは互いに近接して構成することができるため、小さなサイズのT字形アダプタ/フィッティングを使用して単一の給送ラインからガスを給送することができる。ガスマニホールド内では、各入口ポートからのガス粒子を衝突させることができるかまたは互いに押し退けることができる。その結果、2ポート設計は、単一のガスポート設計よりもより良いガス分配性をインジェクタに提供することができる。実施例が、図2および図3にさらに記載されている。

【0036】

50

図 2 は、本開示の例示的な実施形態による例示的なガス供給器 200 を示している。ガス供給器 200 は、図 1 に示されたガス供給器 190 の実施形態の 1 つであってよい。ガス供給器 200 は、ガスマニホールド 210 を含む。ガスマニホールド 210 は、ガスインジェクタ 220 のセット（例えば、約 15 個のガスインジェクタ）を含む。インジェクタ 220 は、ワークピース（例えば、図 1 に示されるワークピース 106）のエッジを狙うように配置されている。各インジェクタ 220 は、ワークピースの半径に対して平行な方向 250 に対して角度付けられている。例えば、インジェクタ 220 と、ワークピースの半径に対して平行な方向 250 との間の角度 255 は、約 60° 以下であり、例えば 15° ~ 約 45° の範囲内であってよい。図 2 に示されるように、インジェクタ 220 は、反時計回りの方向に角度付けられていて、ワークピースの中心に対して垂直な方向 260 に対して反時計回りのガス流 230 を生成する。幾つかの実施形態（図 2 には示されていない）では、1 つ以上のインジェクタ 220 は、ワークピースに対して上向きまたは下向きに角度付けられていて、反時計回りのガス流 230 を生成することができる。幾つかの実施形態（図 2 には示されていない）では、インジェクタ 220 は、ワークピースに向かって対角線方向であってよい。これは、ワークピースのエッジ近くのガス流濃度を調整または微調整する方法になり得る。

10

【0037】

図 2 に示されるように、ガスマニホールド 210 は、2 つの入口 240 を含む。2 つの入口 240 は、ガスをガスマニホールド 210 に流すために使用される。2 つの入口ポート 240 は互いに近接しているので、小さなサイズの T 字形アダプタ/フィッティングを使用して、単一の給送ラインからガスを給送することができる。ガスマニホールド内では、各入口ポートからのガス粒子を衝突させることができるかまたは互いに押し退けることができる。その結果、2 ポート設計により、インジェクタ 220 のガス分配性を向上させることができる。

20

【0038】

図 3 は、本開示の例示的な実施形態による例示的なガス供給器 300 を示す。ガス供給器 300 は、図 1 に示されたガス供給器 190 の実施形態の 1 つであってよい。ガス供給器 300 は、ガスマニホールド 310 を含む。ガスマニホールド 310 は、ガスインジェクタ 320 のセット（例えば、約 15 個のガスインジェクタ）を含む。インジェクタ 320 は、ワークピース（例えば、図 1 に示されるワークピース 106）のエッジを狙うように配置されている。各インジェクタ 320 は、ワークピースの半径に対して平行な方向 350 に対して角度付けられている。例えば、インジェクタ 320 と、ワークピースの半径に対して平行な方向 350 との間の角度 355 は、約 60° 以下であり、例えば 15° ~ 約 45° の範囲内であってよい。図 3 に示されるように、インジェクタ 320 は、時計回りの方向に角度付けられていて、ワークピースの中心に対して垂直な方向 360 に対して時計回りのガス流 330 を生成する。幾つかの実施形態（図 3 には示されていない）では、1 つ以上のインジェクタ 320 は、時計回りのガス流 330 を生成するために、ワークピースに対して上向きまたは下向きに角度付けることができる。幾つかの実施形態（図 3 には示されていない）では、インジェクタ 320 は、ワークピースに向かって対角線方向であってよい。これは、ワークピースのエッジ近くのガス流濃度を調整または微調整する方法になり得る。

30

40

【0039】

図 3 に示されるように、ガスマニホールド 310 は、2 つの入口 340 を含む。2 つの入口 340 は、ガスをガスマニホールド 310 に流すために使用される。2 つの入口ポート 340 は互いに近接しているので、小さなサイズの T 字形アダプタ/フィッティングを使用して、単一の給送ラインからガスを給送することができる。ガスマニホールド内では、各入口ポートからのガス粒子を衝突させることができるかまたは互いに押し退けることができる。結果として、2 ポート設計は、インジェクタ 320 により良好なガス分配性を提供することができる。

【0040】

50

図 4 は、本開示の例示的な実施形態による例示的なプラズマ処理装置 400 を示す。プラズマ処理装置 400 は、図 1 のプラズマ処理装置 100 と同様である。

【0041】

より具体的には、プラズマ処理装置 400 は、内部空間 102 を画定する処理室を含む。台座またはワークピースホルダ 104 は、半導体ウェーハなどのワークピース 106 を内部空間 102 内で支持するために使用される。誘電体窓 110 は、ワークピースホルダ 104 の上方に位置している。誘電体窓 110 は、比較的平坦な中央部分 112 と、角度付けられた周辺部分 114 とを含む。誘電体窓 110 は、中央部分 112 に、プロセスガスを内部空間 102 に供給するためのガス供給器 410 用の空間を含む。

【0042】

装置 100 は、内部空間 102 に誘導プラズマを生成するための、一次誘導素子 130 および二次誘導素子 140 などの複数の誘導素子をさらに含む。誘導素子 130, 140 は、RF 電力が供給されると、プラズマ処理装置 100 の内部空間 102 内のプロセスガスにプラズマを誘導するコイル素子またはアンテナ素子を含むことができる。例えば、第 1 の RF 発生器 160 は、整合ネットワーク 162 を介して一次誘導素子 130 に電磁エネルギーを提供するように構成することができる。第 2 の RF 発生器 170 は、整合ネットワーク 172 を介して二次誘導素子 140 に電磁エネルギーを提供するように構成することができる。

【0043】

装置 100 は、二次誘導素子 140 の周りに配置された金属シールド部分 152 を含むことができる。金属シールド部分 152 は、一次誘導素子 130 と二次誘導素子 140 とを分離して、誘導素子 130, 140 間のクロストークを低減する。装置 100 は、一次誘導素子 130 と誘電体窓 130 との間に配置されたファラデーシールド 154 をさらに含むことができる。ファラデーシールド 154 は、一次誘導素子 154 と処理室 102 との間の容量結合を低減するスロット付きの金属シールドとすることができる。図示のように、ファラデーシールド 154 は、誘電体シールド 110 の角度付けられた部分に適合することができる。

【0044】

特定の実施形態では、金属シールド 152 およびファラデーシールド 154 は、製造および他の目的を容易にするために単一構造体 150 を形成することができる。一次誘導素子 130 のマルチターンコイルは、単一構造体である金属シールド/ファラデーシールド 150 のファラデーシールド部分 154 に隣接して位置することができる。二次誘導素子 140 は、金属シールド部分 152 と誘電体窓 110 との間など、金属シールド/ファラデーシールド単一構造体 150 の金属シールド部分 152 に近接して位置することができる。

【0045】

一次誘導素子 130 および二次誘導素子 140 を金属シールド 152 の互いに反対側に配置することにより、一次誘導素子 130 および二次誘導素子 140 は、別個の構造構成を有し、異なる機能を実行することができる。例えば、一次誘導素子 130 は、処理室の周辺部分に隣接して位置するマルチターンコイルを含むことができる。一次誘導素子 130 は、本質的に過渡的な点火段階中の基本的なプラズマ生成および信頼できる始動のために使用することができる。一次誘導素子 130 は、強力な RF 発生器および高価な自動調整整合ネットワークに結合することができ、約 13.56 MHz のような増加した RF 周波数で動作させることができる。

【0046】

二次誘導素子 140 は、修正機能および支持機能のために、ならびに定常状態動作中のプラズマの安定性を向上させるために使用することができる。二次誘導素子 140 は、主に、修正機能および支持機能のために、ならびに定常状態動作中のプラズマの安定性を向上させるために使用することができるので、二次誘導素子 140 は、第 1 の誘導素子 130 ほど強力な RF 発生器に結合する必要はなく、以前の設計に関連する困難を克服するため

10

20

30

40

50

に、異なる方法で高い費用対効果にて設計することができる。場合によっては、二次誘導素子 140 は、約 2 MHz などのより低い周波数で動作することもでき、二次誘導素子 140 を非常にコンパクトにし、誘電体窓の上の限られたスペースに収めることができる。

【0047】

一次誘導素子 130 および二次誘導素子 140 は、異なる周波数で動作させることができる。一次誘導素子 130 と二次誘導素子 140 との間のクロストークを低減するために、周波数を十分に異ならせることができる。一次誘導素子 130 と二次誘導素子 140 とに適用することができる周波数が異なるために、誘導素子 130, 140 間の干渉が低減される。より具体的には、誘導素子 130, 140 間のプラズマ内の唯一の相互作用は、プラズマ密度によるものである。したがって、一次誘導素子 130 に結合された RF 発生器 160 と、二次誘導素子 140 に結合された RF 発生器 170 との間の位相同期の必要はない。電力制御は、誘導素子間で独立している。付加的に、誘導素子 130, 140 は明確に異なる周波数で動作するので、プラズマへの電力給送を整合させるために RF 発生器 160, 170 の周波数を調整することが実用的であり、追加の整合ネットワークの設計およびコストを大幅に簡素化する。

10

【0048】

例えば(図4には示されていない)、第2の誘導素子 140 は、平面コイルと磁束コンセントレータとを含むことができる。磁束コンセントレータは、フェライト材料で作製することができる。適切なコイルを備えた磁束コンセントレータを使用すると、二次誘導素子 140 の高いプラズマ結合性および良好なエネルギー伝達効率を得られ、金属シールド 150 へのプラズマ結合が大幅に減少する。二次誘導素子 140 に約 2 MHz などのより低い周波数を使用すると、スキン層が増加し、これによりプラズマ加熱効率も向上する。

20

【0049】

幾つかの実施形態では、異なる誘導素子 130 および誘導素子 140 は、異なる機能を担うことができる。具体的には、一次誘導素子 130 のみが、点火時のプラズマ生成と二次誘導素子 140 に十分なプライミングを提供するという最も重要な機能を実行する必要がある。この一次誘導素子 130 は、誘導結合プラズマ(ICP)ツールの動作に関与することができる。プラズマ電位を安定させるために、プラズマとグラウンドシールドとの両方に結合する必要がある。第1の誘導素子 130 に関連するファラデーシールド 154 は、窓のスパッタリングを回避することができ、グラウンドに結合するために使用することができる。

30

【0050】

図4に示されるように、本開示の例示的な態様によれば、ガス供給器 410 は、処理室 102 の天井(例えば、処理室 102 のトップドーム上)に位置する。ガス供給器 410 は、1つ以上のガスインジェクタ(図4には示されていない)を含むことができる。インジェクタは、ガス供給器 410 の中心および/または1つ以上のエッジに位置してよい。インジェクタは、ワークピース 106 の中心に対して垂直な方向 420 に対して方位対称のガス噴射パターンで配置することができる。例えば、インジェクタの各々は、ワークピース 106 の半径に対して平行な方向に対して角度付けられていて、方向 420 に対する回転ガス流を生成することができる。一例として、インジェクタは、時計回りの方向または反時計回りの方向に角度付けられていて、方向 420 に対して時計回りのガス流または反時計回りのガス流を生成することができる。各インジェクタと、ワークピースの半径に対して平行な方向との間の角度は、約 60°以下であり、例えば 15°~約 45°の範囲内であってよい。幾つかの実施形態では、少なくとも1つのインジェクタは、ワークピース 106 に対して上向きまたは下向きに角度付けることができる。

40

【0051】

図5は、本開示の例示的な実施形態による例示的なガス供給器 510 を示している。ガス供給器 510 は、図4に示されるガス供給器 420 の実施形態の1つであってよい。図5は、軸線方向断面図を示している。軸線方向断面図に示されるように、ガス供給器 510 は、エッジガスインジェクタ 512 と、センターガスインジェクタ 514 およびセンター

50

ガスインジェクタ516を含む。エッジガスインジェクタ512は、ワークピース（例えば、図4のワークピース106）の中心に対して垂直な方向に対する回転ガス流を生成することができる。センターガスインジェクタ514およびセンターガスインジェクタ516は、ワークピースの中心に向かってガス流を生成することができる。幾つかの実施形態（図5には示されていない）では、エッジガスインジェクタ512は、反時計回りの方向に配置することができる。幾つかの実施形態（図5には示されていない）では、エッジインジェクタ512を時計回りの方向に配置することができる。幾つかの実施形態（図5には示されていない）では、1つ以上のインジェクタ512は、ワークピースに対して上向きまたは下向きに角度付けられていて、反時計回りのガス流528または時計回りのガス流538を生成することができる。

10

【0052】

図6は、本開示の例示的な実施形態によるエッジガスインジェクタの例示的な断面図520を示している。エッジガスインジェクタ512は、反時計回りの方向に配置することができる。断面図520に示されるように、エッジガスインジェクタ522は、エッジガスインジェクタ512の一実施形態であってよい。エッジガスインジェクタ512の各々は、ワークピースの半径に対して平行な方向524に対して角度付けられている。例えば、インジェクタ522と方向524との間の角度526は、約60°以下であり、例えば15°～約45°の範囲内であってよい。エッジガスインジェクタ522は、反時計回りの方向に角度付けられていて、ワークピースの中心に対して垂直な方向518（図5にも示されている）に対して反時計回りのガス流528を生成する。

20

【0053】

図7は、本開示の例示的な実施形態によるエッジガスインジェクタの例示的な断面図530を示す。エッジインジェクタ512は、時計回りの方向に配置することができる。断面図530に示されるように、エッジガスインジェクタ532は、エッジガスインジェクタ512の一実施形態であってよい。エッジガスインジェクタ532の各々は、ワークピースの半径に対して平行な方向524に対して角度付けられている。例えば、インジェクタ532と方向524との間の角度526は、約60°以下であり、例えば15°～約45°の範囲内であってよい。エッジガスインジェクタ532は、時計回りの方向に角度付けられていて、方向518に対して時計回りのガス流538を生成する。

【0054】

図8は、本開示の例示的な実施形態による例示的なプラズマ処理装置600を示している。プラズマ処理装置600は、図1のプラズマ処理装置100および図4のプラズマ処理装置400と同様である。

30

【0055】

より具体的には、プラズマ処理装置400は、内部空間102を画定する処理室を含む。台座またはワークピースホルダ104は、半導体ウェーハなどのワークピース106を内部空間102内で支持するために使用される。誘電体窓110は、ワークピースホルダ104の上方に位置している。誘電体窓110は、比較的平坦な中央部分112と、角度付けられた周辺部分114を含む。誘電体窓110は、中央部分112に、プロセスガスを内部空間102に供給するためのガス供給器410用の空間を含む。

40

【0056】

装置100は、内部空間102に誘導プラズマを生成するための、一次誘導素子130および二次誘導素子140などの複数の誘導素子をさらに含む。誘導素子130, 140は、RF電力が供給されると、プラズマ処理装置100の内部空間102内のプロセスガスにプラズマを誘導するコイル素子またはアンテナ素子を含むことができる。例えば、第1のRF発生器160は、整合ネットワーク162を介して一次誘導素子130に電磁エネルギーを提供するように構成することができる。第2のRF発生器170は、整合ネットワーク172を介して二次誘導素子140に電磁エネルギーを提供するように構成することができる。ガス供給器190は、処理室102の側壁に統合されている。

【0057】

50

装置 100 は、二次誘導素子 140 の周りに配置された金属シールド部分 152 を含むことができる。金属シールド部分 152 は、一次誘導素子 130 と二次誘導素子 140 とを分離して、誘導素子 130 , 140 間のクロストークを低減する。装置 100 は、一次誘導素子 130 と誘電体窓 130 との間に配置されたファラデーシールド 154 をさらに含むことができる。ファラデーシールド 154 は、一次誘導素子 154 と処理室 102 との間の容量結合を低減するスロット付きの金属シールドとすることができる。図示のように、ファラデーシールド 154 は、誘電体シールド 110 の角度付けられた部分に適合することができる。

【0058】

特定の実施形態では、金属シールド 152 およびファラデーシールド 154 は、製造および他の目的を容易にするために単一構造体 150 を形成することができる。一次誘導素子 130 のマルチターンコイルは、単一構造体である金属シールド / ファラデーシールド 150 のファラデーシールド部分 154 に隣接して位置することができる。二次誘導素子 140 は、金属シールド部分 152 と誘電体窓 110 との間など、金属シールド / ファラデーシールド単一構造体 150 の金属シールド部分 152 に近接して位置することができる。

10

【0059】

一次誘導素子 130 および二次誘導素子 140 を金属シールド 152 の互いに反対側に配置することにより、一次誘導素子 130 および二次誘導素子 140 は、別個の構造構成を有し、異なる機能を実行することができる。例えば、一次誘導素子 130 は、処理室の周辺部分に隣接して位置するマルチターンコイルを含むことができる。一次誘導素子 130 は、本質的に過渡的な点火段階中の基本的なプラズマ生成および信頼できる始動のために使用することができる。一次誘導素子 130 は、強力な RF 発生器および高価な自動調整整合ネットワークに結合することができ、約 13 . 56 MHz のような増加した RF 周波数で動作させることができる。

20

【0060】

二次誘導素子 140 は、修正機能および支持機能のために、ならびに定常状態動作中のプラズマの安定性を向上させるために使用することができる。二次誘導素子 140 は、主に、修正機能および支持機能のために、ならびに定常状態動作中のプラズマの安定性を向上させるために使用することができるので、二次誘導素子 140 は、第 1 の誘導素子 130 ほど強力な RF 発生器に結合する必要はなく、以前の設計に関連する困難を克服するために、異なる方法で高い費用対効果にて設計することができる。場合によっては、二次誘導素子 140 は、約 2 MHz などのより低い周波数で動作することもでき、二次誘導素子 140 を非常にコンパクトにし、誘電体窓の上の限られたスペースに収めることができる。

30

【0061】

一次誘導素子 130 および二次誘導素子 140 は、異なる周波数で動作させることができる。一次誘導素子 130 と二次誘導素子 140 との間のクロストークを低減するために、周波数を十分に異ならせることができる。一次誘導素子 130 と二次誘導素子 140 とに適用することができる周波数が異なるために、誘導素子 130 , 140 間の干渉が低減される。より具体的には、誘導素子 130 , 140 間のプラズマ内の唯一の相互作用は、プラズマ密度によるものである。したがって、一次誘導素子 130 に結合された RF 発生器 160 と、二次誘導素子 140 に結合された RF 発生器 170 との間の位相同期の必要はない。電力制御は、誘導素子間で独立している。付加的に、誘導素子 130 , 140 は明確に異なる周波数で動作するので、プラズマへの電力給送を整合させるために RF 発生器 160 , 170 の周波数を調整することが実用的であり、追加の整合ネットワークの設計およびコストを大幅に簡素化する。

40

【0062】

例えば (図 8 には示されていない)、第 2 の誘導素子 140 は、平面コイルと磁束コンセントレータとを含むことができる。磁束コンセントレータは、フェライト材料で作製することができる。適切なコイルを備えた磁束コンセントレータを使用すると、二次誘導素子

50

140の高いプラズマ結合性および良好なエネルギー伝達効率を得られ、金属シールド150へのプラズマ結合が大幅に減少する。二次誘導素子140に約2MHzなどのより低い周波数を使用すると、スキン層が増加し、これによりプラズマ加熱効率も向上する。

【0063】

幾つかの実施形態では、異なる誘導素子130および誘導素子140は、異なる機能を担うことができる。具体的には、一次誘導素子130のみが、点火時のプラズマ生成と二次誘導素子140に十分なプライミングを提供するという最も重要な機能を実行する必要がある。この一次誘導素子130は、誘導結合プラズマ(ICP)ツールの動作に関与することができ、プラズマ電位を安定させるために、プラズマとグランドシールドとの両方に結合する必要がある。第1の誘導素子130に関連するファラデーシールド154は、窓のスパッタリングを回避することができ、グランドに結合するために使用することができる。

10

【0064】

図9は、本開示の例示的な実施形態による例示的な方法(700)の流れ図を示している。方法(700)は、例として、図1のプラズマ処理装置100を参照して説明される。この方法(700)は、任意の適切なプラズマ処理装置で実施することができる。図9は、図示と説明のために特定の順序で実行される手順を示している。本明細書で提供される開示を使用する当業者は、本開示の範囲から逸脱することなく、様々な方法で、本明細書に記載の方法のいずれかの様々なステップを省略、拡張、同時実行、再配置、および/または修正できることを理解されたい。さらに、本開示の範囲から逸脱することなく、様々なステップ(図示せず)を実行することができる。

20

【0065】

(710)において、この方法は、ワークピースを処理室内のワークピース支持体に設置することを含むことができる。例えば、ワークピース106は、処理室102内のワークピース支持体104内に設置することができる。

【0066】

(720)において、この方法は、処理室内にガス供給器を介してプロセスガスを入れることを含むことができる。例えば、処理室102の側壁に統合されたガス供給器190、および/または処理室102の天井のガス供給器410は、処理室102内にプロセスガスを入れることができる。ガス供給器190またはガス供給器410は、1つ以上のインジェクタを含むことができる。各インジェクタは、ワークピース106の半径に対して平行な方向に対して角度付けることができる(例えば、時計回りの方向または反時計回りの方向)。インジェクタのそのような配置は、ワークピース106の中心に対して垂直な方向に対する回転ガス流(例えば、時計回りのガス流または反時計回りのガス流)を生成することができる。

30

【0067】

(730)において、この方法は、処理室内のプロセスガスにプラズマを生成することを含むことができる。例えば、一次誘導素子130および/または二次誘導素子140は、処理室102内のプロセスガスにプラズマを生成することができる。

【0068】

(740)において、この方法は、プラズマによって生成された1つ以上の種にワークピースを曝露することを含むことができる。例えば、ワークピース106は、プラズマによって生成された1つ以上の種に曝露することができる。

40

【0069】

図10は、ガス供給器1010と、本開示の例示的な実施形態による例示的なガス供給器1020との間のガス速度の比較例を示す。図10から分かるように、ガス供給器1010は、センターガスインジェクタと、エッジガスインジェクタと、サイドガスインジェクタとを含む。エッジガスインジェクタおよび/またはサイドガスインジェクタは、ワークピースの半径に対して平行な方向に配置されている。本開示の例示的な実施形態による例示的なガス供給器1020は、センターガスインジェクタと、エッジガスインジェクタと

50

、サイドガスインジェクタとを含む。エッジガスインジェクタおよび/またはサイドガスインジェクタは、ワークピースの半径に対して平行な方向に対して角度付けられていて、ワークピースの中心に対して垂直な方向に対する回転ガス流を生成する。図10から分かるように、例示的なガス供給器1020は、停滞ガス流領域を減少させることができる。

【0070】

図11は、ガス供給器1110と、本開示の例示的な実施形態による例示的なガス供給器1120との間の質量分率の比較例を示す。ガス供給器1110は、ワークピースの中心線に向かう標準的なサイドガスインジェクタを含む。例示的なガス供給器1120は、サイドガスインジェクタであって、ワークピースの半径に対して平行な方向に対して角度付けられていて、ワークピースの中心に対して垂直な方向に対する回転ガス流を生成するサイドガスインジェクタを含む。図11から分かるように、例示的なガス供給器1120は、処理室内の質量分率の差を低減することができる。

10

【0071】

図12は、ガス供給器と、本開示の例示的な実施形態による例示的なガス供給器との間のワークピース表面分布における質量分率の比較例を示す。ワークピース1210に関連するガス供給器は、ワークピースの中心線に向かう標準的なサイドガスインジェクタを含む。ワークピース1220に関連するガス供給器の例は、サイドガスインジェクタであって、ワークピースの半径に対して平行な方向に対して角度付けられていて、ワークピースの中心に対して垂直な方向に対する回転ガス流を生成するサイドガスインジェクタを含む。図12に示されるように、ワークピース1220に関連する例示的なガス供給器は、ワークピース1210の表面における質量分率の不均一性を低減することができる。

20

【0072】

本主題は、その特定の例示的な実施形態に関して詳細に説明されてきたが、当業者は、前述の理解を達成すると、そのような実施形態の変更、変形、および同等物を容易に生成できることが理解される。したがって、本開示の範囲は、限定ではなく例によるものであり、主題の開示は、当業者に容易に明らかであるような、現在の主題へのそのような修正、変形、および/または追加の包含を排除するものではない。

【図面】

【図1】

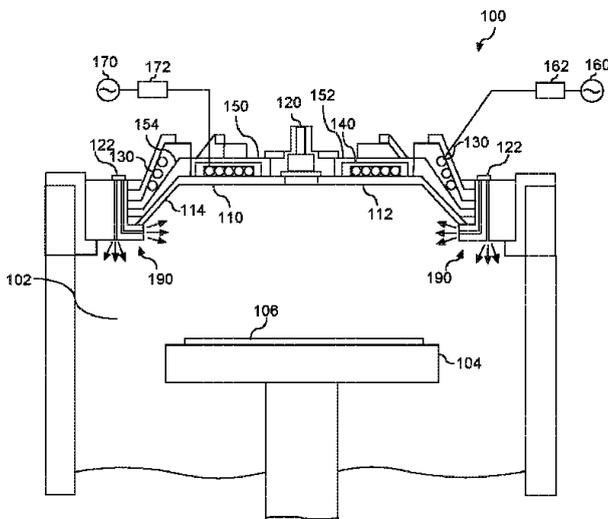


FIG. 1

【図2】

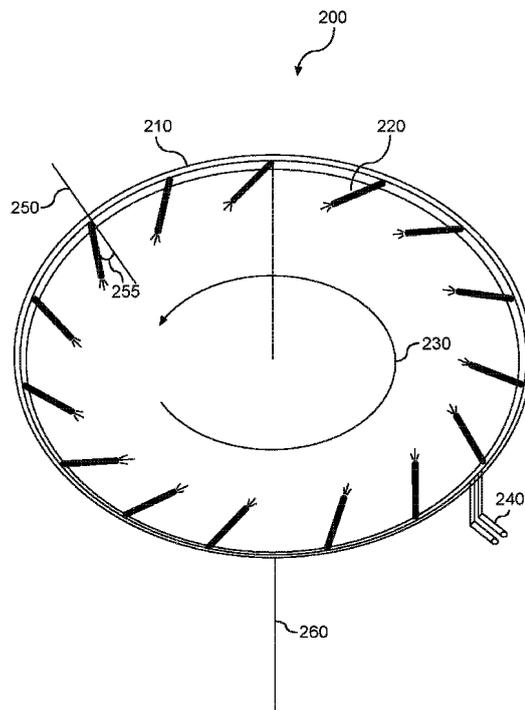


FIG. 2

30

40

50

【 図 3 】

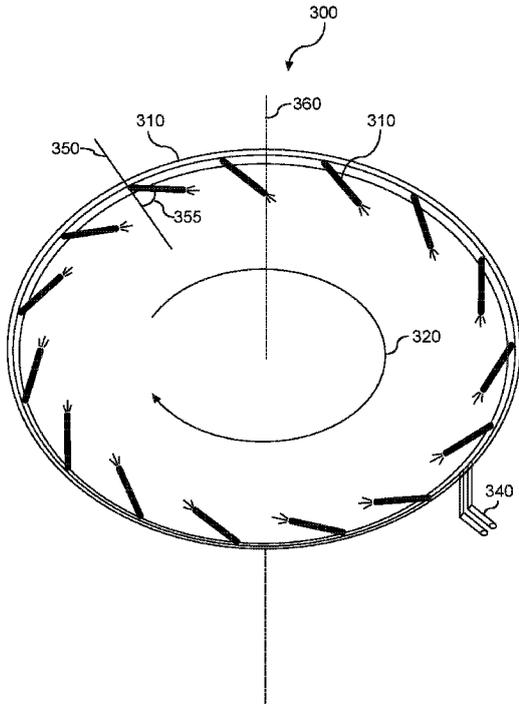


FIG. 3

【 図 4 】

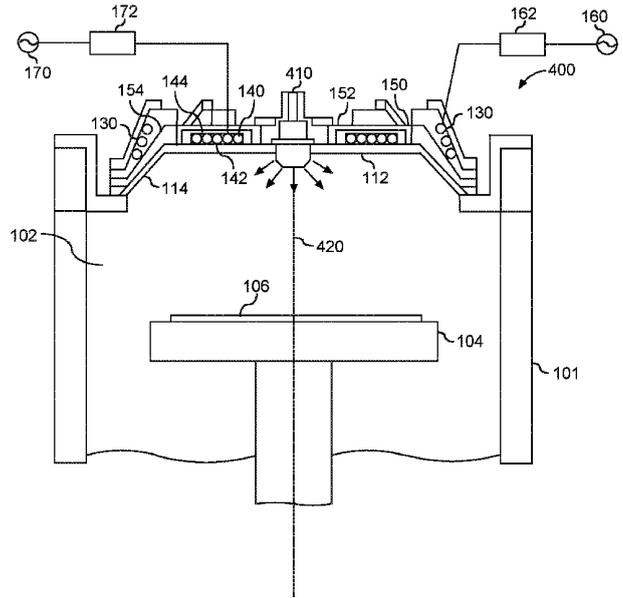


FIG. 4

10

20

【 図 5 】

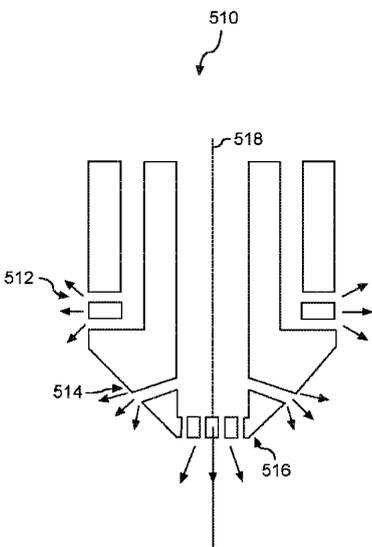


FIG. 5

【 図 6 】

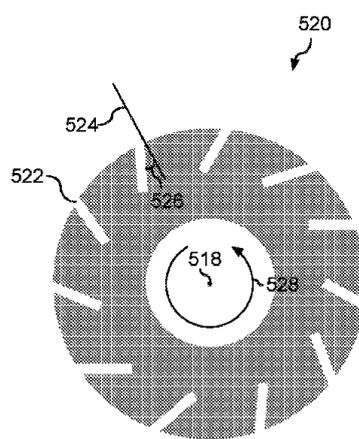


FIG. 6

30

40

50

【 図 7 】

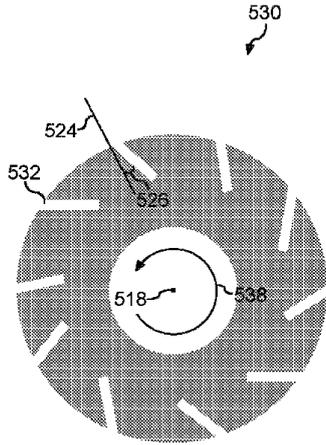


FIG. 7

【 図 8 】

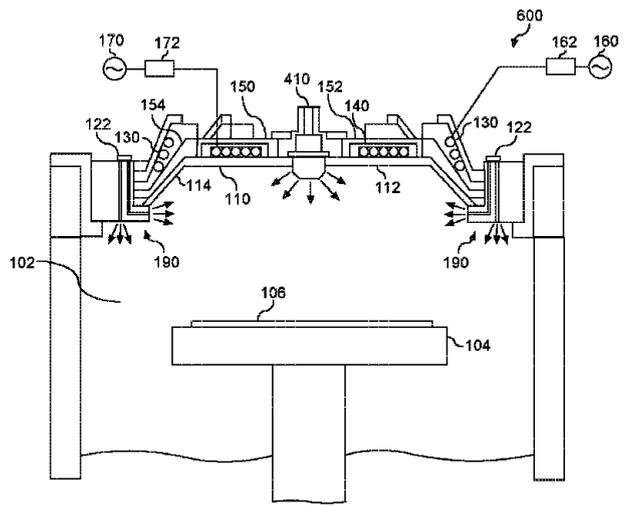
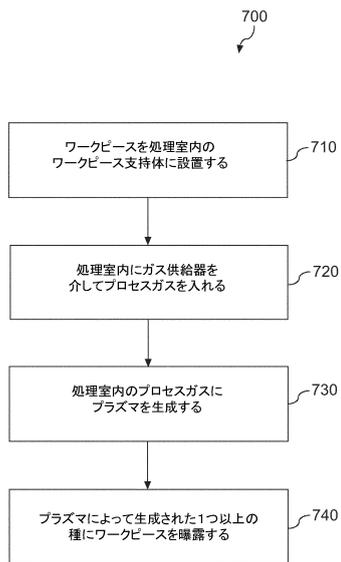


FIG. 8

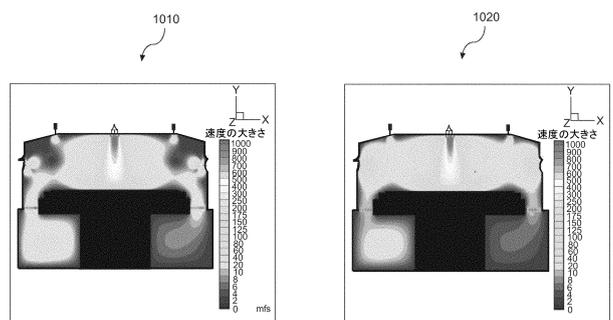
10

20

【 図 9 】



【 図 10 】

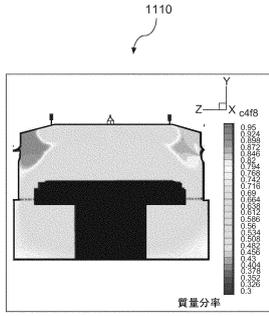


30

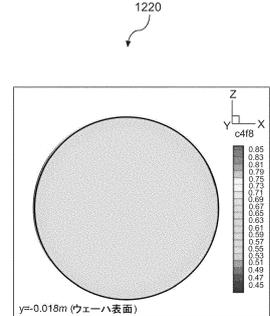
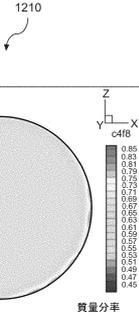
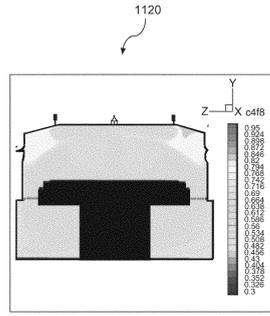
40

50

【 1 1】



【 1 2】



10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/US2020/016717

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date				
US 2017-0110292 A1	20/04/2017	CN 104170067 A	26/11/2014	10			
		CN 104170067 B	15/03/2017				
		JP 2015-522709 A	06/08/2015				
		KR 10-2015-0014468 A	06/02/2015				
		TW 201411717 A	16/03/2014				
		TW 201441414 A	01/11/2014				
		TW 201732074 A	16/09/2017				
		TW I615499 B	21/02/2018				
		TW I648425 B	21/01/2019				
		US 2013-284700 A1	31/10/2013				
		US 2014-237840 A1	28/08/2014				
		US 9162236 B2	20/10/2015				
		US 9536710 B2	03/01/2017				
		WO 2013-162851 A1	31/10/2013				
		WO 2014-130230 A1	28/08/2014				
		US 2018-0358208 A1	13/12/2018		CN 110741459 A	31/01/2020	20
					KR 10-2019-0139321 A	17/12/2019	
KR 10-2019-0139322 A	17/12/2019						
KR 10-2019-0139324 A	17/12/2019						
KR 10-2019-0140080 A	18/12/2019						
TW 201903809 A	16/01/2019						
TW 201903816 A	16/01/2019						
TW 201903817 A	16/01/2019						
TW 201904357 A	16/01/2019						
US 2018-0358204 A1	13/12/2018						
US 2018-0358206 A1	13/12/2018						
US 2018-0358210 A1	13/12/2018						
WO 2018-226273 A1	13/12/2018						
WO 2018-226274 A1	13/12/2018						
WO 2018-226275 A1	13/12/2018						
WO 2018-226276 A1	13/12/2018						
KR 10-2011-0096649 A	31/08/2011			CN 102162099 A	24/08/2011		
		CN 102162099 B	26/06/2013				
		TW 201130041 A	01/09/2011				
		TW I446441 B	21/07/2014				
		US 2011-0203735 A1	25/08/2011				
US 5522934 A	04/06/1996	JP 08-013169 A	16/01/1996				
		JP 08-017748 A	19/01/1996				
		JP 3243125 B2	07/01/2002				
		JP 3276514 B2	22/04/2002				
		KR 10-0300097 B1	30/11/2001				
US 2015-0371826 A1	24/12/2015	CN 104782234 A	15/07/2015	40			
		CN 104782234 B	14/07/2017				
		CN 107221487 A	29/09/2017				
		CN 107221487 B	28/06/2019				

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/US2020/016717

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
		JP 2016-519845 A	07/07/2016
		JP 2018-174340 A	08/11/2018
		JP 2020-061563 A	16/04/2020
		JP 6359627 B2	18/07/2018
		JP 6634475 B2	22/01/2020
		KR 10-2015-0129659 A	20/11/2015
		TW 201436650 A	16/09/2014
		TW 201817287 A	01/05/2018
		TW I617222 B	01/03/2018
		US 10163606 B2	25/12/2018
		US 2019-0122861 A1	25/04/2019
		WO 2014-149200 A1	25/09/2014

10

20

30

40

フロントページの続き

MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

conductor Technology Co., Ltd.

中華人民共和国 100176 ベイジン エコノミック アンド テクニカル ディヴェロプメント
ゾーン ジンハイ アル ロード ナンバー 28 ビルディング ナンバー 8

No. 8 Building, No. 28 Jinghai Er Rd., Economic
and Technical Development Zone, 100176 Beijing
, China

- (74)代理人 100114890
弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト
- (74)代理人 100098501
弁理士 森田 拓
- (74)代理人 100116403
弁理士 前川 純一
- (74)代理人 100134315
弁理士 永島 秀郎
- (74)代理人 100162880
弁理士 上島 類
- (72)発明者 ティンハオ エフ． ワン
アメリカ合衆国 カリフォルニア フレモント ベイサイド パークウェイ 47131 ケア・オブ
マトソン テクノロジー インコーポレイテッド
- (72)発明者 ヨークマン マ
アメリカ合衆国 カリフォルニア フレモント ベイサイド パークウェイ 47131 ケア・オブ
マトソン テクノロジー インコーポレイテッド
- (72)発明者 ユン ヤン
アメリカ合衆国 カリフォルニア フレモント ベイサイド パークウェイ 47131 ケア・オブ
マトソン テクノロジー インコーポレイテッド
- (72)発明者 シャウミン マ
アメリカ合衆国 カリフォルニア フレモント ベイサイド パークウェイ 47131 ケア・オブ
マトソン テクノロジー インコーポレイテッド
- (72)発明者 ムー・ヒュン キム
アメリカ合衆国 カリフォルニア フレモント ベイサイド パークウェイ 47131 ケア・オブ
マトソン テクノロジー インコーポレイテッド
- (72)発明者 ピーター ジェイ． レンベシス
アメリカ合衆国 カリフォルニア フレモント ベイサイド パークウェイ 47131 ケア・オブ
マトソン テクノロジー インコーポレイテッド
- (72)発明者 ライアン エム． パクルスキー
アメリカ合衆国 カリフォルニア フレモント ベイサイド パークウェイ 47131 ケア・オブ
マトソン テクノロジー インコーポレイテッド
- F ターム (参考) 2G084 AA02 BB05 BB14 BB35 CC09 CC13 DD03 DD13 DD25 DD40
DD55 FF14 FF15
4K030 CA04 CA12 EA04 EA06 FA04 LA15
5F004 AA01 AA15 BA09 BB13 BB28 BD01
5F045 AA08 DP03 EF05 EF08 EH05 EH11