

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6308716号
(P6308716)

(45) 発行日 平成30年4月11日 (2018. 4. 11)

(24) 登録日 平成30年3月23日 (2018. 3. 23)

(51) Int. Cl.

F I

H05H 1/46 (2006.01)

H05H 1/46 M

H01L 21/3065 (2006.01)

H01L 21/302 I O 1 B

H01L 21/31 (2006.01)

H01L 21/31 C

C23C 16/509 (2006.01)

C23C 16/509

C23C 16/455 (2006.01)

C23C 16/455

請求項の数 15 外国語出願 (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2012-222719 (P2012-222719)
 (22) 出願日 平成24年10月5日 (2012. 10. 5)
 (65) 公開番号 特開2013-84602 (P2013-84602A)
 (43) 公開日 平成25年5月9日 (2013. 5. 9)
 審査請求日 平成27年9月25日 (2015. 9. 25)
 (31) 優先権主張番号 61/543, 565
 (32) 優先日 平成23年10月5日 (2011. 10. 5)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 390040660
 アプライド マテリアルズ インコーポレ
 イテッド
 APPLIED MATERIALS, I
 NCORPORATED
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95
 054 サンタ クララ パウアーズ ア
 ベニュー 3050
 (74) 代理人 100101502
 弁理士 安齋 嘉章
 (72) 発明者 ジェームズ ディー カードウッチ
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94
 086 サニーバールゲイル アベニュー
 731

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 対称プラズマ処理チャンバ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

処理領域を囲む蓋アセンブリ及びチャンバ本体と、
 底壁を有する上部ライナーと、

上部ライナーの底壁に結合された複数の穴を有する傾斜メッシュライナーであって、処
 理領域は上部ライナーの底壁及び傾斜メッシュライナーの上方に位置する傾斜メッシュ
 ライナーと、

チャンバ本体内に配置された基板支持アセンブリと、

チャンバ本体内に排気領域を画定する排気アセンブリであって、チャンバ本体は処理領
 域を排気領域と流体接続する基板支持アセンブリの中心軸の周りに対称的に配置された複
 数の排気チャネルを含み、基板支持アセンブリが処理領域及び排気領域から流体的に密閉
 された中央領域内に配置された下部電極及び支持台を含む排気アセンブリと、

中央領域へのアクセスを提供するためにチャンバ本体を通して配置され、支持台の下方
 に配置されたチャンバ本体から水平方向に延びる複数のアクセスチューブであって、基板
 支持アセンブリの中心軸周りに対称的にスポークパターンに離間して配置された複数のア
 クセスチューブを含み、各排気チャネルは、上部ライナーの底壁内に配置された複数の排
 気通路の各々の下方に延び、複数の排気チャネルの各々は、複数のアクセスチューブのう
 ちの2つの間を延び、各アクセスチューブは、処理領域から垂直に離間しているプラズマ
 処理装置。

【請求項 2】

チャンバ本体は、基板支持アセンブリの中心軸の周りに対称的に貫通形成された排気口を有する請求項 1 記載の装置。

【請求項 3】

蓋アセンブリは、

処理ガスを処理領域内に分配するように構成された中央マニホールドと、処理ガスを処理領域内に分配するように構成された 1 以上の外側マニホールドを有する上部電極と、

基板支持アセンブリの中心軸周りに対称的に配置された複数のガスチューブを介して、1 以上の外側マニホールドに結合されたリングマニホールドを含む請求項 1 記載の装置。

【請求項 4】

蓋アセンブリは、

各々が導電性フィッティングを有する流体入口及び流体出口と、

複数の導電性プラグを含み、導電性フィッティング及び導電性プラグは、基板支持アセンブリの中心軸周りに対称的に配置されている請求項 1 記載の装置。

【請求項 5】

アクセスチューブのうちの 1 つを通して提供され、下部電極内に配置された 1 以上のリフトピンホールに流体結合される真空チューブを更に含む請求項 1 記載の装置。

【請求項 6】

中央領域内に配置され、基板支持アセンブリをある距離垂直に移動させるように構成される第 1 作動装置を更に含む請求項 1 記載の装置。

【請求項 7】

前記距離は、少なくとも 1 つのアクセスチューブの開口部の垂直方向の長さを実質的に同じである請求項 6 記載の装置。

【請求項 8】

中央領域内に配置され、基板支持アセンブリ内に配置された複数の基板支持ピンを垂直に移動させるように構成される第 2 作動装置を更に含む請求項 1 記載の装置。

【請求項 9】

上部ライナーは処理領域を囲み、上部ライナーは、貫通して配置され、基板支持アセンブリの中心軸周りに対称的に配置された複数のスロットを備えた円筒壁を有する請求項 1 記載の装置。

【請求項 10】

複数のスロットのうちの少なくとも 1 つを覆う円筒壁に結合されたバックングライナーを更に含む請求項 9 記載の装置。

【請求項 11】

傾斜メッシュライナーは、基板支持アセンブリの周りに環状に配置され、上部ライナーに電氣的に結合される請求項 1 記載の装置。

【請求項 12】

プラズマ処理装置であって、

処理領域を囲む蓋アセンブリ及びチャンバ本体と、

底壁を有する上部ライナーと、

上部ライナーの底壁に結合された複数の穴を有する傾斜メッシュライナーであって、処理領域は上部ライナーの底壁及び傾斜メッシュライナーの上方に位置する傾斜メッシュライナーと、

チャンバ本体内に配置された基板支持アセンブリであって、蓋アセンブリは、

処理ガスを処理領域内に分配するように構成された中央マニホールドと、処理ガスを処理領域内に分配するように構成された 1 以上の外側マニホールドを有する上部電極と、

基板支持アセンブリの中心軸周りに対称的に配置された複数のガスチューブを介して、1 以上の外側マニホールドに結合されたリングマニホールドを含む基板支持アセンブリと、

基板支持アセンブリの中心軸周りに対称的に配置された上部ライナー内に配置された複数の排気通路と、

10

20

30

40

50

チャンバ本体内に配置され、各々が複数のアクセスチューブのうちの2つの間の複数の排気通路のうちの1つの下方に延びる複数の排気チャンネルを含み、各アクセスチューブは、処理領域から垂直に離間しているプラズマ処理装置。

【請求項13】

プラズマ処理装置であって、

処理領域を囲む蓋アセンブリ及びチャンバ本体と、

底壁を有する上部ライナーと、

上部ライナーの底壁に結合された複数の穴を有する傾斜メッシュライナーであって、処理領域は上部ライナーの底壁及び傾斜メッシュライナーの上方に位置する傾斜メッシュライナーと、

10

チャンバ本体内に配置された基板支持アセンブリであって、蓋アセンブリは、

各々が導電性フィッティングを有する流体入口及び流体出口と、

複数の導電性プラグであって、導電性フィッティング及び導電性プラグは、基板支持アセンブリの中心軸周りに対称的に配置されている複数の導電性プラグを含む基板支持アセンブリと、

基板支持アセンブリの中心軸周りに対称的に配置された上部ライナー内に配置された複数の排気通路と、

チャンバ本体内に配置され、各々が複数のアクセスチューブのうちの2つの間の複数の排気通路のうちの1つの下方に延びる複数の排気チャンネルを含み、各アクセスチューブは、処理領域から垂直に離間しているプラズマ処理装置。

20

【請求項14】

プラズマ処理装置であって、

処理領域を囲む蓋アセンブリ及びチャンバ本体と、

底壁を有する上部ライナーと、

上部ライナーの底壁に結合された複数の穴を有する傾斜メッシュライナーであって、処理領域は上部ライナーの底壁及び傾斜メッシュライナーの上方に位置する傾斜メッシュライナーと、

チャンバ本体内に配置された基板支持アセンブリと、

チャンバ本体内に排気領域を画定する排気アセンブリであって、チャンバ本体は処理領域を排気領域と流体接続する基板支持アセンブリの中心軸の周りに対称的に配置された複数の排気チャンネルを含み、基板支持アセンブリが処理領域及び排気領域から流体的に密閉された中央領域内に配置された下部電極及び支持台を含む排気アセンブリと、

30

中央領域へのアクセスを提供するためにチャンバ本体を通して配置され、支持台の下方に配置されたチャンバ本体から水平方向に延びる複数のアクセスチューブであって、基板支持アセンブリの中心軸周りに対称的にスポークパターンに離間して配置された複数のアクセスチューブを含み、各排気チャンネルは、上部ライナーの底壁内に配置された複数の排気通路の各々の下方に延び、複数の排気チャンネルの各々は、複数のアクセスチューブのうちの2つの間を延び、各アクセスチューブは、処理領域から垂直に離間している複数のアクセスチューブと、

支持台を囲み、複数のアクセスチューブの上方に位置する中央支持部材を含むプラズマ処理装置。

40

【請求項15】

処理領域を囲む蓋アセンブリ及びチャンバ本体と、

チャンバ本体内に配置された基板支持アセンブリと、

底壁を有し、処理領域を囲む上部ライナーと、

上部ライナーの底壁に結合された複数の穴を有する傾斜メッシュライナーであって、処理領域は上部ライナーの底壁及び傾斜メッシュライナーの上方に位置する傾斜メッシュライナーと、

チャンバ本体内に配置された基板支持アセンブリであって、基板支持アセンブリは、

処理領域から流体的に密閉されたチャンバ本体の中央領域内に配置された下部電極及

50

び支持台と、

中央領域へのアクセスを提供するためにチャンバ本体を通して配置され、支持台の下方に配置されたチャンバ本体から水平方向に延びる複数のアクセスチューブであって、複数のアクセスチューブは、基板支持アセンブリの中心軸周りに対称的にスポークパターンに離間して配置され、中心軸は垂直軸である複数のアクセスチューブを含む基板支持アセンブリと、

基板支持アセンブリの中心軸周りに対称的に配置された上部ライナー内に配置された複数の排気通路と、

チャンバ本体内に配置され、各々が複数のアクセスチューブのうちの2つの間の複数の排気通路のうちの1つの下方に延びる複数の排気チャンネルであって、各アクセスチューブは、処理領域から垂直に離間している複数の排気チャンネルと、

10

複数のスロットのうちの少なくとも1つを覆う円筒壁に結合されたバックングライナーを含み、上部ライナーは、貫通して配置され、基板支持アセンブリの中心軸周りに対称的に配置された複数のスロットを備えた円筒壁を有し、傾斜メッシュライナーは、基板支持アセンブリの周りに環状に配置され、上部ライナーに電氣的に結合されたプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【発明の背景】

【0001】

(発明の分野)

20

本発明は概して、電極間に印加された高周波電力によってプラズマが励起される基板製造用プラズマ処理装置に関する。より具体的には、本発明は、電氣的な、ガス流の、及び熱的な対称性を改良されたプラズマ均一性制御に対して提供するプラズマ処理チャンバに関する。

【0002】

(関連技術の説明)

フラットパネルディスプレイや集積回路等の電子デバイスは、一般に、層を基板上に堆積し、堆積された材料を所望のパターンにエッチングする一連の処理工程によって製造される。処理工程は、一般的に、物理蒸着(PVD)、化学蒸着(CVD)、プラズマCVD(PECVD)、及び他のプラズマ処理を含む。具体的には、プラズマ処理は、真空チャンバに処理ガス混合物を供給し、電氣的又は電磁氣的な力(RF電力)を印加して、処理ガスをプラズマ状態に励起する必要がある。プラズマは、ガス混合物を所望の蒸着又はエッチング処理を行うイオン種に分解する。

30

【0003】

プラズマ処理が遭遇する一つの問題は、基板の中心とエッジ領域の間の不均一な処理を引き起こす処理中に、基板表面上に均一なプラズマ密度を確立することに伴う困難性である。均一なプラズマ密度を確立することの難しさの理由の一つは、物理的なプロセスチャンバ設計の非対称性に起因する自然の電氣的な、ガス流の、及び熱的な偏り(スキュー)に関与している。このような偏りは当然、方位による不均一なプラズマ密度をもたらすのみならず、中心から端部までのプラズマ均一性を制御するための他の処理変数又は「ノブ」の使用を困難にしている。

40

【0004】

したがって、改良されたプラズマ均一性制御のための電氣的な、ガス流の、及び熱的な対称性を向上させたプラズマ処理装置に対する必要性が存在する。

【発明の概要】

【0005】

本発明の一実施形態では、処理領域を囲む蓋アセンブリ及びチャンバ本体を含むプラズマ処理装置が提供される。基板支持アセンブリは、チャンバ本体内に配置される。チャンバ本体内の排気領域を画定する排気アセンブリが提供される。チャンバ本体は、処理領域を排気領域と流体接続する基板支持アセンブリの中心軸の周りに対称的に配置された複数

50

の通路を含む。基板支持アセンブリは、処理領域及び排気領域から流体的に密閉された中央領域内に配置された下部電極及び支持台を含む。複数のアクセスチューブが、中央領域へのアクセスを提供するためにチャンバ本体を通して配置され、基板支持アセンブリの中心軸周りに対称的に配置されている。

【 0 0 0 6 】

別の一実施形態では、プラズマ処理装置は、処理領域を囲む蓋アセンブリ及びチャンバ本体を含む。基板支持アセンブリは、チャンバ本体内に配置される。蓋アセンブリは、処理ガスを処理領域内に分配するように構成された中央マニホールドと、処理ガスを処理領域内に分配するように構成された 1 以上の外側マニホールドを有する上部電極を含む。また、蓋アセンブリは、基板支持アセンブリの中心軸周りに対称的に配置された複数のガス

10

【 0 0 0 7 】

更に別の一実施形態では、プラズマ処理装置は、処理領域を囲む蓋アセンブリ及びチャンバ本体を含む。基板支持アセンブリは、チャンバ本体内に配置される。上部ライナーは、処理領域を囲むチャンバ本体内に配置される。上部ライナーは、貫通して配置され、基板支持アセンブリの中心軸周りに対称的に配置された複数のスロットを備えた円筒壁を有する。パッキングライナーは、複数のスロットのうちの少なくとも 1 つを覆う円筒壁に結合される。メッシュライナーは、基板支持アセンブリの周りに環状に配置され、上部ライナーに電氣的に結合される。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 8 】

本発明の上述した構成を詳細に理解することができるように、上記に簡単に要約した本発明のより具体的な説明を、実施形態を参照して行う。実施形態のいくつかは添付図面に示されている。しかしながら、添付図面は本発明の典型的な実施形態を示しているに過ぎず、したがってこの範囲を制限していると解釈されるべきではなく、本発明は他の等しく有効な実施形態を含み得ることに留意すべきである。

【図 1】本発明の一実施形態に係るプラズマ処理装置の概略断面図である。

【図 2】図 1 の処理装置の上部電極の概略上面図である。

【図 3 A】図 1 の処理装置の処理領域を囲むチャンバ本体の上部内に配置されている上部ライナーアセンブリの概略斜視図である。

30

【図 3 B】チャンバ本体と上部ライナーアセンブリの一部の部分断面図である。

【図 4】図 1 に示される線 4 - 4 に沿った処理装置の概略図である。

【図 5】図 1 の処理装置を通して延びるアクセスチューブのレイアウトの概略図である。

【詳細な説明】

【 0 0 0 9 】

前述したように、従来のプラズマシステムの問題は、チャンバ内の非対称性のために均一なプラズマ密度を提供することが困難であることである。本発明の実施形態では、チャンバを通して、極めて対称的な、電氣的な、熱的な、及びガス流のコンダクタンスを可能にするチャンバ設計を提供することによって、この問題を軽減する。このような対称性を提供することによって、チャンバ内で形成されたプラズマは、チャンバの処理領域内に配置された基板の表面全体に亘る均一性を自然に改善する。更に、他のチャンバへの追加（例えば、上部電極と下部電極の間や、ガス流入口と被処理基板の間のギャップを操作する機能を提供するなど）は、従来のシステムに比べて、より優れたプラズマ処理の制御と均一性を可能にする大型のプロセスウィンドウを提供する。

40

【 0 0 1 0 】

図 1 は、本発明の一実施形態に係るプラズマ処理装置 1 0 0 の概略断面図である。プラズマ処理装置 1 0 0 は、プラズマエッチングチャンバ、プラズマ化学蒸着チャンバ、物理蒸着チャンバ、プラズマ処理チャンバ、イオン注入チャンバ、又は他の適当な真空処理チャンバが可能である。図 1 に示されるように、プラズマ処理装置 1 0 0 は、一般的に、チャンバ蓋アセンブリ 1 1 0、チャンバ本体アセンブリ 1 4 0、排気アセンブリ 1 9 0 を含

50

み、これらは総じて処理領域 102 及び排気領域 104 を囲んでいる。実際には、処理ガスは、処理領域 102 内に導入され、RF 電力を用いて点火され、プラズマとなる。基板 105 は基板支持アセンブリ 160 上に配置され、基板 105 上でプラズマ処理（例えば、エッチング、化学蒸着法、物理蒸着法、イオン注入、プラズマアニール、プラズマ処理、軽減処理、又はその他のプラズマ処理）を行うために、処理領域 102 内に生成されたプラズマに曝される。排気領域 104 を介してプラズマ処理から使用済み処理ガスと副産物を除去する排気アセンブリ 190 によって、真空は処理領域 102 内で維持される。

【0011】

蓋アセンブリ 110 は、一般的に、チャンバ本体アセンブリ 140 によって分離支持される上部電極 112（又は陽極）と、上部電極 112 を囲むチャンバ蓋 114 を含む。図 2 は、上部電極 112 の概略上面図である。上部電極 112 は、導電性ガス入口チューブ 126 を介して RF 電源 103 に結合される。導電性ガス入口チューブ 126 は、チャンバ本体アセンブリ 140 の中心軸（CA）と同軸であり、これによって RF 電力と処理ガスの両方が対称的に供給される。上部電極 112 は、伝熱板 118 に取り付けられたシャワーヘッド板 116 を含む。シャワーヘッド板 116、伝熱板 118、及びガス入口チューブ 126 は全て、RF 導電性材料（アルミニウムやステンレス鋼等）で製造されている。

10

【0012】

シャワーヘッド板 116 は、中央マニホールド 120 及び 1 以上の外側マニホールド 122 を有する。1 以上の外側マニホールド 122 は、中央マニホールド 120 を囲んでいる。中央マニホールド 120 は、ガス入口チューブ 126 を介してガス供給源 106 から処理ガスを受け入れ、複数のガス通路 121 を介して受け入れた処理ガスを処理領域 102 の中央部分に分配する。外側マニホールド 122 は処理ガスを受け入れ、ガス供給源 106 から中央マニホールド 120 内に受け入れたものと同一又は異なるガス混合物が可能である。その後、外側マニホールド 122 は、複数のガス通路 123 を介して処理領域 102 の外側部分に受け入れた処理ガスを分配する。マニホールド 120、122 はプレナムとして機能し、均一な圧力がそれぞれのマニホールド 120、122 に結合した各ガス通路 121 に提供されるのに十分な容積を有する。シャワーヘッド板 116 のデュアルマニホールド構成は、処理領域 102 内へのガスの供給制御の改善を可能にする。例えば、処理領域 102 の中央部、つまり、内部に配置された基板 105 の中央部に供給された処理ガスは、処理領域 102 の外側部、つまり、基板 105 の外側部に供給された処理ガスとは異なる流量及び / 又は圧力で導入することができる。従来のシングルマニホールドのバージョンとは対照的に、マルチマニホールドシャワーヘッド板 116 は、中央から端部までの処理結果の制御を強化できる。

20

30

【0013】

図 1 及び図 2 を参照すると、ガス供給源 106 からの処理ガスは、入口チューブ 126 の周囲に同心円状に配置されたリングマニホールド 128 内に入口チューブ 127 を介して送られていることが分かる。リングマニホールド 128 から、複数のガスチューブ 129 を介して外側マニホールド 122 へ処理ガスが送られる。一実施形態では、リングマニホールド 128 は、リングマニホールド 128 からガスチューブ 129 内へガスが均等に流れるのを保証するために再帰的なガス通路を含む。リングマニホールド 128 とガスチューブ 129 は、導電性材料（アルミニウムやステンレス鋼等）から製造される。このように、リングマニホールド 128 及びガスチューブ 129 は、潜在的に処理領域 102 内のプラズマの均一性に効果をもたらす上部電極 112 によって提供される電界の偏りを引き起こす RF 電流の対称性に影響を及ぼす可能性がある。

40

【0014】

電界中でのこのような偏りを防ぐために、ガスチューブ 129 は、処理装置 100 を介して垂直に延びる中心軸（CA）周りに対称に配置される。このように、ガスチューブ 129 は、中心部に位置するリングマニホールド 128 から等間隔の角度（A）で延びており、これによって冷却板 118 を通って外側マニホールド 122 内に処理ガスを供給する

50

。例えば、図2に示される実施形態は、120度の角度を隔てた3本のガステーブ129を示している。他の例(図示せず)では、中心軸(CA)の周りに対称に、つまり互いに等間隔の角度で配置されているならば、より多くの又はより少ないガステーブ129を使用することもできる。リング状のマニホールドを採用し、中心軸(CA)周りに対称にガステーブ129を配置することによって、上部電極112の電氣的な対称性が、処理領域102内でより均一で整合性のあるプラズマの形成をもたらす点において、従来のシステムよりも大幅に改善される。更に、ガステーブ129の対称的な配置は、外側マニホールド122内に均一円形状配列内のガスを提供し、これによって外側マニホールド122内で方位的に均一な圧力分布を提供し、その結果、ガス通路123を通して処理領域102内へ方位的に均一なガス流を提供し、これによって処理の均一性を高める。

10

【0015】

熱伝導流体が流体入口チューブ130を介して伝熱板118に流体源109から供給される。流体は、伝熱板118内に配置された1以上の流体チャンネル119を通して循環し、流体出口チューブ131を介して流体供給源109に戻される。適当な熱伝導流体は、水、水ベースのエチレングリコールの混合物、ペルフルオロポリエーテル(例えば、ガルデン(商標名)流体)、オイルベースの熱伝導流体、又は類似の流体を含む。

【0016】

流体入口チューブ130と流体出口チューブ131は、それぞれ非導電性材料(適当なプラスチック材料等)から製造される。このように、チューブ自体は上部電極112の電氣的対称性には影響を与えない。しかしながら、フィッティング132は、導電性材料(アルミニウム又はステンレス鋼等)から製造され、このため偏り効果を引き起こす上部電極112の電氣的対称性に影響を及ぼす可能性がある。このように、フィッティング132と同じ材料から製造され、同じ大きさと形状を有する導電プラグ133は、図2に示されるように、中心軸(CA)周りに対称的に配置され、これによってプラグ133及びフィッティング132は共に、チャンバ本体アセンブリ140の中心軸(CA)周りにセンタリングされた円形状配列を画定する。導電性プラグ133の追加は、上部電極112の電氣的な対称性を向上させ、処理領域102内において従来のシステムで利用可能なものよりもより均一で整合性のあるプラズマ形成をもたらす。

20

【0017】

図1に戻って参照すると、チャンバ本体アセンブリ140は、処理環境に耐性のある導電性材料(アルミニウム又はステンレス鋼等)から作られたチャンバ本体142を含む。基板支持アセンブリ160は、チャンバ本体142内の中央に配置され、中心軸(CA)周りに対称的に処理領域102内の基板105を支持するように配置される。

30

【0018】

図3Aは、処理領域102を囲むチャンバ本体142の上部内に配置された上部ライナーアセンブリ144の概略等角図である。上部ライナーアセンブリ144は、導電性のプロセス適合性材料(例えば、アルミニウム、ステンレス鋼、及び/又はイットリア(例えば、イットリアを被覆したアルミニウム)等)から構成することができる。実際には、上部ライナーアセンブリ144は、処理領域102内のプラズマからチャンバ本体142の上部を遮蔽し、定期的なクリーニング及びメンテナンスを可能にするために取り外し可能である。一実施形態では、上部ライナーアセンブリ144は、チャンバ内の温度対称性及び処理領域102内に供給されるプラズマの対称性を高めるために、例えばACヒーター(図示せず)によって、温度制御される。

40

【0019】

図1及び図3Aを参照すると、チャンバ本体142は、上部ライナーアセンブリ144の外側フランジ145を支持する棚部143を含む。上部ライナーアセンブリ144の内側フランジ146は、上部電極112を支持する。絶縁体113は、上部ライナーアセンブリ144と上部電極112との間に配置され、これによってチャンバ本体アセンブリ140と上部電極112との間の電氣的絶縁を提供する。

【0020】

50

上部ライナーアセンブリ 144 は、内側及び外側フランジ (146、145)、底壁 148、及び内壁 149 に取り付けられた外壁 147 を含む。外壁 147 及び内壁 149 は、実質的に垂直な円筒形の壁である。外壁 147 は、処理領域 102 内のプラズマからチャンバ本体 142 を遮蔽するように配置され、内壁 149 は、処理領域 102 内のプラズマから基板支持アセンブリ 160 の側面を少なくとも部分的に遮蔽するように配置されている。底壁 148 は、本明細書内で続いて説明される排気通路 189 が形成された一部の領域を除いて、内壁及び外壁 (149、147) に結合される。

【0021】

図 1 に戻って参照すると、処理領域 102 は、基板支持アセンブリ 160 から / への基板 105 の出し入れを可能にするチャンバ本体 142 内に配置されたスリットバルブトンネル 141 を介してアクセスされる。上部ライナーアセンブリ 144 は、スリットバルブトンネル 141 に一致する貫通して配置されたスロット 150 を有する。チャンバ本体アセンブリ 140 は、スリットバルブトンネル 141 及びスロット 150 を密閉するためにスリットバルブドア 153 を垂直方向に拡張し、基板 105 の通過を可能にするために、スリットバルブドア 153 を垂直方向に格納するように配置され構成されたアクチュエータ 152 を含むスリットバルブドアアセンブリ 151 を含む。図面の混乱を最小限にするために、スリットバルブドアアセンブリ 151 及びその部品は、図 1 内でハッチングされていない。スリットバルブドア 153 は、ライナー内での電氣的対称性の増加を提供するために、上部ライナーアセンブリ 144 の材料 (例えば、イットリアを被覆したアルミニウム) と実質的に一致する材料で構成することができる。一実施形態では、スリットバルブドア 153 は、処理領域 102 内の熱的対称性の向上を提供するために、上部ライナーアセンブリ 144 の温度と一致するように、例えば、AC ヒータ (図示せず) によって、温度制御される。

【0022】

図 3A を参照すると、スロット 150 の大きさ及び形状に実質的に一致した追加のスロット 154 が、上部ライナーアセンブリ 144 を介して配置されている。スロット 154 は、中心軸 (CA) 周りで対称的に上部ライナーアセンブリ 144 を介して配置されている。例えば、図 3A に示されるように、2 つのスロット 154 が、スロット 150 から 120 度の角度で配置され、これによってスロット 150 及びスロット 154 は、中心軸 (CA) 周りに円形状配列を形成する。スロット 154 は、スロット 150 の存在に起因して上部ライナーアセンブリ 144 内に存在する電流密度及び / 又は分布の変化を補正するために、上部ライナーアセンブリ 144 の周りで対称的に配置される。また、スロット 150 及び 154 は、チャンバ内に改善された電氣的対称性を提供するために、それぞれのガスチューブ 129 に沿って配置することができる。

【0023】

図 3B は、チャンバ本体 142 及び上部ライナーアセンブリ 144 の一部分の部分断面図である。上部ライナーアセンブリ 144 のスロット 154 に取り付けられ、これを覆うバックングライナー 155 を設けてもよい。バックングライナー 155 は、スリットバルブドア 153 を模倣した大きさ、形状、材料から構成されている。また、バックングライナー 155 は、上部ライナーアセンブリ 144 と導電接触し、上部ライナーアセンブリ 144 と電氣的及び熱的接触を維持する。このように、バックングライナー 155 は、従来のシステムで利用可能なものよりも、処理領域 102 内においてより均一なプラズマ密度を可能にするために、上部ライナーアセンブリ 144 の周りに電氣的のみならず熱的対称性を更に提供する。

【0024】

図 4 は、明確にするために基板 105 を取り除いた、図 1 に示される線 4-4 に沿って取られた処理装置 100 の模式図である。図 1 及び図 4 を参照すると、基板支持アセンブリ 160 は、チャンバ本体アセンブリ 140 の中心領域 156 内の中央に配置され、中心軸 (CA) を共有している。つまり、中心軸 (CA) は、基板支持アセンブリ 160 の中心を垂直に通る。基板サポートアセンブリ 160 は、一般的に、下部電極 161 (又はカ

10

20

30

40

50

ソード)と中心軸(CA)が中心を通過する中空台座162を含み、中心領域156内に配置され、チャンバ本体142によって支持された中央支持部材157によって支持される。中心軸(CA)は、中央支持部材157の中心も通る。下部電極161は、マッチングネットワーク(図示せず)及び後述するように中空台座162を通して導かれたケーブル(図示せず)を介してRF電源103に連結されている。RF電力が上部電極112及び下部電極161に供給されると、その間に形成される電界は、処理領域102内に存在する処理ガスに点火してプラズマを生成する。

【0025】

中央支持部材157は、締結具及びOリング(図示せず)などによって、チャンバ本体142に対して密閉されており、下部電極161は、ベローズ158などによって、中央支持部材157に対して密閉されている。このように、中心領域156は処理領域102から密閉され、処理領域102を真空状態に維持しつつ、大気圧に維持することができる。

【0026】

作動アセンブリ163は、中央領域156内に配置され、チャンバ本体142及び/又は中央支持部材157に取り付けられている。なお、作動アセンブリ163は、図面の混乱を最小限に抑えるために、ハッチング無しで示されている。作動アセンブリ163は、アクチュエータ164(例えば、モータ)、リードスクリュー165、及び台座162に取り付けられたナット166を含む。実際には、アクチュエータ164はリードスクリュー165を回転させ、今度はリードスクリュー165がナット166を上下動させ、こうして台座162を上下動させる。下部電極161が台座162によって支持されているので、作動アセンブリ163は、チャンバ本体142、中央支持部材157、及び上部電極112に対する下部電極161の垂直運動を提供する。処理領域102内での下部電極161のそのような垂直方向の動きは、下部電極161と上部電極112との間に可変ギャップを提供し、これによって両者間に形成される電界を増加させる制御を可能にし、同様に処理領域102内に形成されたプラズマの密度をより大きくする制御を提供する。更に、基板105は下部電極161によって支持されているので、基板105とシャワーヘッド板116との間のギャップも変化させることができ、基板105全面に亘る処理ガス分布のより柔軟な制御をもたらす。

【0027】

また、下部電極161によって支持され、上部ライナーアセンブリ144の内壁149に重複するプラズマスクリーン159が、処理領域102内のプラズマから基板支持アセンブリ160及びベローズ158を保護するために提供される。プラズマスクリーン159は台座162に結合され、台座162と共に垂直方向に移動するので、プラズマスクリーン159と上部ライナーアセンブリ144の内壁149との間の重複部分は、プラズマスクリーン159と上部ライナーアセンブリ144が外れて、台座162の下方の領域の露出が、処理ガスに曝されることを許容することなしに、台座162が全動作範囲を使用可能にするのに十分である。

【0028】

基板支持アセンブリ160は、リフトピンアセンブリ167を更に含み、これによって基板105のロード及びアンロードを促進する。リフトピンアセンブリ167は、リフトピンプレート169に取り付けられたリフトピン168を含む。リフトピンプレート169は、下部電極161内の開口部170内に配置され、リフトピン168は、開口部170と処理領域102との間に配置されたリフトピン穴171を通して延びている。リフトピンプレート169は、下部電極161内の開口部173を通して、中空台座162内へと延びるリードスクリュー172に結合されている。アクチュエータ195(例えばモータ)を台座162上に配置することができる。なお、アクチュエータ195は、図面の混乱を最小限に抑えるためにハッチング無しで示されている。アクチュエータ195は、リードスクリュー172を前進又は後退させるナットを回転させる。リードスクリュー172は、リフトピンプレート169に結合されている。このように、アクチュエータ195

10

20

30

40

50

は、リードスクリー１７２にリフトピンプレート１６９の上下動を引き起こすので、リフトピン１６８は延長又は格納される。したがって、アクチュエータ１９５は、下部電極１６１の垂直方向の位置には関係なく、リフトピン１６８の延長又は格納を可能にする。このようなリフトピン１６８の独立した作動を提供することにより、基板１０５の垂直方向の位置は、下部電極１６１の垂直方向の位置から独立して変更可能であり、これによって基板１０５のロードとアンロードの両方の間、更には基板１０５の処理の間により柔軟な位置制御を可能とし、例えば、処理中に基板を持ち上げることによって、裏面ガスを基板の下から逃がすことができる。

【００２９】

基板支持アセンブリ１６０は、開口部１７０を排気領域１０４と連結する通気ライン１７４を更に含む。通気ライン１７４は、後述するように、中空台座１６２を通して中央に導かれ、中心軸（ＣＡ）周りに対称的なスポークパターンで配置された複数のアクセスチューブ１８０のうちの１つを通してチャンバ本体１４２から外へと導かれる。通気ライン１７４は、リフトピンホール１７１を介して開口部１７０内に漏れる可能性のある任意の処理ガスを除去するために、開口部１７０の排気用に用意されている。更に、開口部１７０の排気は、下部電極１６１又はリフトピン１６８上に配置された基板１０５の裏側に存在する可能性のある処理ガスを除去するのにも役立つ。

【００３０】

基板支持アセンブリ１６０は、貫通して配置され、ガス供給ライン１７８を介して不活性ガス供給部１７７に結合されたガスポート１７６を含むこともできる。ガス供給部１７７は、処理ガスが基板１０５の裏面を処理するのを防ぐために、ガス供給ライン１７８及びガスポート１７６を通して、基板１０５の裏面へ、不活性ガス（ヘリウムなど）を供給する。ガス供給ライン１７８はまた、中空台座１６２を通して導かれ、複数のアクセスチューブ１８０のうちの１つを通してチャンバ本体１４２から外へと導かれる。

【００３１】

基板支持アセンブリ１６０は、処理中に下部電極１６１に温度制御を提供するために、下部電極１６１内の１以上の熱交換チャネル（図示せず）を介して熱交換流体源１９８から導かれた１以上の流体入口ライン１７９及び流体出口ライン１８１を更に含むことができる。流体入口ライン１７９及び流体出口ライン１８１は、下部電極１６１から中空台座１６２を通して導かれ、複数のアクセスチューブ１８０のうちの１つを通してチャンバ本体１４２から外へと導かれる。

【００３２】

一実施形態では、基板支持アセンブリ１６０は、下部電極１６１内に配置された１以上の温度センサ１８２を更に含み、これによって下部電極１６１の温度制御を促進することができる。

【００３３】

一実施形態では、下部電極１６１は、静電チャックであり、したがって、内部に配置された１以上の電極（図示せず）を含む。電圧源（図示せず）は、基板１０５に対して１以上の電極にバイアスを掛け、これによって処理中に適所に基板１０５を保持するための吸引力を生成する。１以上の電極を電圧源に結合するケーブル接続は、中空台座１６２を通して導かれ、複数のアクセスチューブ１８０のうちの１つを通してチャンバ本体１４２から外へと導かれる。

【００３４】

図５は、チャンバ本体アセンブリ１４０のスポーク１９１内のアクセスチューブ１８０のレイアウトの概略図である。図１及び図５を参照すると、スポーク１９１及びアクセスチューブ１８０は、図示されるように、処理装置１００の中心軸（ＣＡ）の周りにスポークパターンで対称的に配置されている。図示の実施形態では、３つの同一のアクセスチューブ１８０が、チャンバ本体１４２を通して中央領域１５６内へと配置され、これによってチャンバ本体１４２の外側から下部電極１６１までの複数のチューブ及びケーブルの供給を促進する。下部電極１６２の垂直方向の移動を促進するために、アクセスチューブ１

10

20

30

40

50

80のそれぞれを通る開口部183は、下部電極161の垂直移動範囲にほぼ等しい。例えば、1つの構成では、下部電極162は、約7.2インチの距離、垂直方向に移動可能である。この場合、アクセスチューブ180のそれぞれの開口部183の高さも約7.2インチである。これらの距離をほぼ同じに保つことは、必要なケーブルの長さを最小限にし、更に下部電極161の垂直方向の動作の間にケーブルが結合し摩耗するのを防止するのに役立つ。また、スポーク191の幅(W)は最小化され、これによって高アスペクト比(高さ:幅)が提供され、これによってなおもユーティリティ(例えば、ガス、配線)のための十分な余地を許容しながら、排気チャンネル189の開放領域は増す。このような構成は、排ガスの流れ抵抗を低減し、その結果、ポンピングのためのエネルギー消費を低減させ、より小型で低コストのポンプをもたらす。

10

【0035】

下部電極161へのケーブル配線を更に促進するために、ケーブル配線は複数のアクセスチューブ180間で分割される。例えば、流体ライン(179、181)、ガス供給ライン178、及び真空チューブ174の全ては、アクセスチューブ180aを通して提供することができ、温度センサ用ケーブル184及びその他の電気ケーブル(例えば、アクチュエータ164、195への電気ケーブル)は、アクセスチューブ180bを通して提供することができ、RF電圧供給及びその他の電気ケーブル(例えば、チャッキング機能用の電極への電気ケーブル)は、アクセスチューブ180cを通して提供することができる。このように、チャンバ本体142の外側から下部電極162までのケーブルの数と量は、下部電極161の移動を促進するために適切なクリアランスを提供しながら、アクセスチューブ180のサイズを最小限にするために、アクセスチューブ180間で分割される。

20

【0036】

アクセスチューブ180は、アルミニウム又はステンレス鋼などの材料で構成することができる。アクセスチューブ180の対称的なスポーク配置は、処理装置100の電氣的及び熱的な対称性を更に促進するように設計されている。一実施形態では、アクセスチューブ180は、120度離れて配置され、アクセスチューブ180の各々は、それぞれのガスチューブ129と整列している。アクセスチューブ180の対称的な配置は、処理領域102内ではるかにより均一なプラズマ形成を可能にし、処理中に基板105の表面全域に亘ってプラズマ密度の制御を改善するために、チャンバ本体142内、特に処理領域102内に電氣的及び熱的な対称性を更に提供する。

30

【0037】

図1及び図4に戻って参照すると、排気通路189は、中心軸(CA)周りに対称的に上部ライナーアセンブリ144内に配置されている。排気通路189は、処理領域102から排気領域104を介して、そして排気ポート196を介してチャンバ本体142から外へガスの排出を可能にする。排気ポート196は、チャンバ本体アセンブリ140の中心軸(CA)の周りにセンタリングされ、これによってガスが排気通路189を通して均等に引かれる。排気ライナー187は、排気時に処理ガスからチャンバ本体142を保護するために、チャンバ本体142内に設けられた排気チャンネル188内の各々の排気通路189の下方にそれぞれ配置される。排気ライナー187は、上述したように、上部ライナーアセンブリ144と同様の材料で構成できる。

40

【0038】

排気チャンネル188は、実質的に電氣的な相互作用が存在しないように処理領域102から離れて配置されている。しかしながら、中心軸(CA)周りにおける排気チャンネル188の対称的な配置は、処理装置100内に改善された熱的及びガス流の対称性を提供する。例えば、中心軸(CA)周りの排気チャンネル188の対称的な配置、したがって、処理領域102は、処理領域102からのガスの対称的な除去を促進し、その結果、基板105全域に亘って対称的なガス流をもたらす。また、排気チャンネル188及び排気ライナー187の対称的な配置は、チャンバ内の熱分布の対称性を促進する。このように、処理装置100内における排気チャンネル188の対称的な配置は、処理領域102内の均一な

50

プラズマ形成を促進し、処理領域 102 内のプラズマ密度及びガス流を柔軟に制御できる。

【0039】

排気アセンブリ 190 は、チャンバ本体 142 の底部で排気領域 104 に隣接して配置される。排気アセンブリは、真空ポンプ 194 に結合されたスロットルバルブ 192 を含むことができる。スロットルバルブ 192 は、真空ポンプ 194 と組み合わせて使用するポペット型のバルブであってもよく、これによって処理領域 102 から排気通路 189 を通して、及び中央に配置された排気ポート 189 を通してチャンバから外へ排ガスを対称的に引くことによって、処理領域 102 内で真空条件を制御することができ、更に処理領域 102 内のプラズマ条件のより柔軟な制御を提供することができる。図 1 に示されるように、ポペット型のバルブは、一様な 360 度のギャップ 198 を提供し、これを通して排ガスが排気ポート 189 を通して引かれる。対照的に、従来のダンパー型のスロットルバルブは、排ガスの流れのために不均一なギャップを提供する。例えば、ダンパー型のバルブが開いたときに、バルブの片側はバルブのもう片側よりも多くのガスを引く。このように、ポペット型のスロットルバルブは、従来のプラズマ処理チャンバで使用される従来のダンパー型のスロットルバルブよりもガスコンダクタンスの偏りの効果が少ない。

10

【0040】

再び図 1 及び図 4 を参照すると、導電性傾斜メッシュライナー 400 が、上部ライナーアセンブリ 144 の下部に配置されている。傾斜メッシュライナー 400 は、導電性プロセス適合性材料（例えば、アルミニウム、ステンレス鋼、及び / 又はイットリア（例えば、イットリアを被覆したアルミニウム））から構成することができる。傾斜メッシュライナー 400 は底壁 402 及び底壁 402 から外側上向きに角度を付けて延びる外壁 404 を有することができる。外壁 404 は、貫通して形成された複数の開口部 410 を有することができる。開口部 410 は、傾斜メッシュライナー 400 の中心軸周りに対称的に配置することができ、これによってそれを通して排ガスを均一に引くことを可能にし、次には処理領域 102 内の均一なプラズマ形成を促進し、処理領域 102 内のプラズマ密度及びガス流のより柔軟な制御を可能にする。一実施形態では、傾斜メッシュライナー 400 の中心軸は、チャンバ本体アセンブリ 140 の中心軸（CA）と整列している。

20

【0041】

メッシュライナー 400 の底壁 402 は、上部ライナーアセンブリ 144 の底壁 148 及び / 又は内壁 149 に電氣的に結合することができる。更に、メッシュライナー 400 の外壁 404 は、上部電極ライナーアセンブリ 144 の外壁 147 に電氣的に結合することができる。RF プラズマが処理領域 102 内に存在する場合には、グランドへのリターンパスを求める RF 電流は、メッシュライナー 400 の表面に沿って上部ライナーアセンブリ 144 の外壁 147 へと伝わるることができる。こうして、メッシュライナー 400 の環状対称構成は、グランドへの対称な RF リターンを提供し、上部ライナーアセンブリ 400 の下部に任意の RF 対称性をバイパスする。

30

【0042】

したがって、本発明の実施形態は、極めて対称的な、電氣的な、熱的な、及びチャンバを通過するガス流のコンダクタンスを可能にするチャンバ設計を提供することにより、チャンバ内の非対称性に起因する均一なプラズマ密度を提供するのが困難な従来のプラズマシステムの問題を解決する。このような対称性を提供することにより、チャンバ内で形成されたプラズマは、チャンバの処理領域内に配置された基板の表面全体に亘って均一性を自然に改善した。この改善された対称性と共に、他のチャンバへの追加（例えば、上部電極と下部電極との間や、ガス流入口と被処理基板の間のギャップを操作する機能を提供するなど）は、従来のシステムに比べて、より優れたプラズマ処理の制御と均一性を可能にする。

40

【0043】

上記は本発明の実施形態を対象としているが、本発明の他の及び更なる実施形態は本発明の基本的範囲を逸脱することなく創作することができ、その範囲は以下の特許請求の範

50

囲に基づいて定められる。

【図 1】

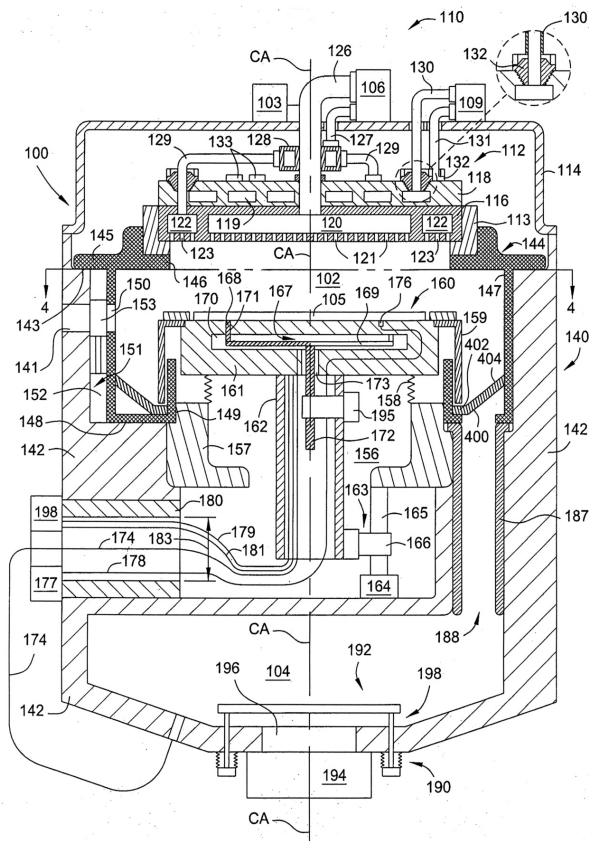


FIG. 1

【図 2】

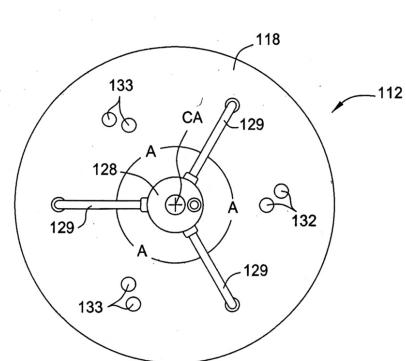


FIG. 2

【図 3 A】

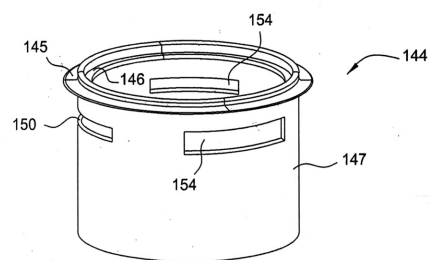


FIG. 3A

【 図 4 】

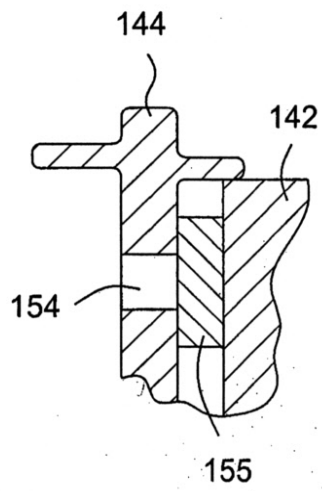


FIG. 3B

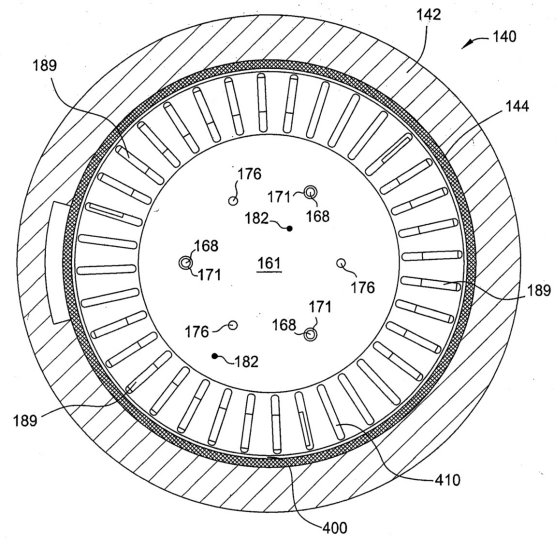


FIG. 4

【 図 5 】

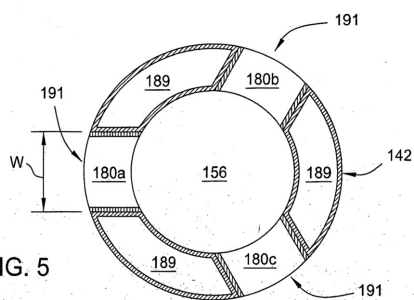


FIG. 5

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I			
C 2 3 C	16/44	(2006.01)	C 2 3 C	16/44	Z
H 0 1 L	21/265	(2006.01)	H 0 1 L	21/265	F
H 0 1 L	21/324	(2006.01)	H 0 1 L	21/324	P

- (72)発明者 ハミッド タバッソリ
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 0 1 4 クパチーノ ティルソン アベニュー 1 9 0
6 1
- (72)発明者 アジト バラクリシュナ
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 0 8 6 サニーベールイー ワシントン アベニュー
5 5 5 # 3 0 1
- (72)発明者 ジガング チェン
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 0 0 8 キャンプベルモンターボ プレイス 2 7 4 2
- (72)発明者 アンドリュー ヌグエン
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 1 3 2 サン ノゼ ホステッター ロード 3 1 4 8
- (72)発明者 ダグラス エー ブッフベルガー ジュニア
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 5 5 0 リバーモア ビンテージ レーン 2 0 7 6
- (72)発明者 カーティク ラマスワミー
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 1 2 4 サン ノゼ タウニーゲート ウェイ 1 6 4
6
- (72)発明者 シャヒド ラウフ
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 コルテ パドレ
6 1 6 7
- (72)発明者 ケネス エス コリンズ
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 1 2 0 サン ノゼ グレンビュー ドライブ 7 2 1
4

審査官 藤本 加代子

- (56)参考文献 特開2002-016044(JP,A)
特表2011-511474(JP,A)
特表2011-517116(JP,A)
特開2010-238980(JP,A)
特開2007-335755(JP,A)
特表2010-534952(JP,A)
特開2010-171286(JP,A)
特開2004-039844(JP,A)
特開平03-083334(JP,A)
特開2008-227064(JP,A)
特開平06-295866(JP,A)
国際公開第2009/044693(WO,A1)
特開2001-093884(JP,A)
特開2008-300410(JP,A)
特開2005-123578(JP,A)
特開2013-179055(JP,A)
特開2013-211269(JP,A)
特開2013-211268(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 5 H	1 / 4 6
H 0 1 L	2 1 / 3 0 6 5
H 0 1 L	2 1 / 3 1
H 0 1 L	2 1 / 2 6 5
H 0 1 L	2 1 / 3 2 4
H 0 1 L	2 1 / 2 0 5
C 2 3 C	1 4 / 0 0 - 1 4 / 5 8
C 2 3 C	1 6 / 0 0 - 1 6 / 5 9