

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4783440号
(P4783440)

(45) 発行日 平成23年9月28日(2011.9.28)

(24) 登録日 平成23年7月15日(2011.7.15)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 21/3065 (2006.01)

H O 1 L 21/302 I O 1 G

C 2 3 C 16/458 (2006.01)

C 2 3 C 16/458

請求項の数 3 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2009-19867(P2009-19867)	(73) 特許権者	000005821
(22) 出願日	平成21年1月30日(2009.1.30)		パナソニック株式会社
(62) 分割の表示	特願2005-297378(P2005-297378) の分割		大阪府門真市大字門真1006番地
原出願日	平成17年10月12日(2005.10.12)	(74) 代理人	100101454
(65) 公開番号	特開2009-158963(P2009-158963A)		弁理士 山田 卓二
(43) 公開日	平成21年7月16日(2009.7.16)	(74) 代理人	100081422
審査請求日	平成21年2月2日(2009.2.2)		弁理士 田中 光雄
		(74) 代理人	100100170
			弁理士 前田 厚司
		(74) 代理人	100111039
			弁理士 前堀 義之
		(72) 発明者	置田 尚吾
			大阪府門真市松葉町2番7号 パナソニック ファクトリーソリューションズ株式会 社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置及びプラズマ処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

減圧可能なチャンバ(3)と、

基板(2)がそれぞれ収容される複数の基板収容孔(19, 19A~19I)が設けられ、この基板収容孔の孔壁(15d)から突出する基板支持部(21)を備える、前記チャンバに搬入搬出可能なトレイ(15)と、

前記チャンバ内に設けられ、トレイ支持部(28)と、このトレイ支持部から上向きに突出し、かつその上端面である基板載置面(31)に前記基板の下面がそれぞれ載置される複数の基板載置部(29, 29A~29D)とを備える、誘電体部材(23)と、

前記基板載置部に少なくとも一部が内蔵された、前記基板を前記基板載置面に静電吸着するための静電吸着用電極(40, 40A, 40B)と、

前記静電吸着用電極に直流電圧を印加する直流電圧印加機構(43, 43A~43F)と、

前記基板と前記基板載置面との間に伝熱ガスを供給する伝熱ガス供給機構(45, 45A~45D)と

を備え、

前記基板載置面と前記基板載置部の外周面の接続部は丸面に面取りされて外径が、前記基板載置面側から前記トレイ支持部側に向けて増大し、

前記トレイの前記基板支持部の先端面(21b)は前記トレイの下面(15c)側から上面(15b)側に向けて前記孔壁からの突出量が増大するテーパ面であり、

10

20

前記基板の搬送時には、前記基板収容孔に収容された前記基板の下面の外周縁部分が前記基板支持部に支持され、

前記基板の処理時には、前記基板載置面が前記トレイの厚み方向に進入するように構成された前記基板収容孔に前記基板載置部が前記トレイの下面側から挿入され、前記基板支持部の先端面が前記基板載置面と前記基板載置部の前記外周面の前記接続部で案内され、前記トレイの下面が前記誘電体部材の前記トレイ支持部に載置される、ことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 2】

前記トレイを前記トレイ支持に載置した状態での前記基板載置部の前記外周面と前記基板支持部の前記先端面との隙間が 0 . 5 mm 程度であることを特徴とする請求項 1 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 3】

基板 (2) がそれぞれ収容される複数の基板収容孔 (1 9 , 1 9 A ~ 1 9 I) が設けられ、基板収容孔の孔壁 (1 5 d) から突出する基板支持部 (2 1) を有する、前記基板を搬送可能なトレイ (1 5) であって、前記基板支持部の先端面は前記トレイの下面側から上面側に向けて前記孔壁からの突出量が増大している、トレイを準備し、

減圧可能なチャンバ (3) 内に配置され、トレイ支持部 (2 8) と、このトレイ支持部から上向きに突出する複数の基板載置部 (2 9 A ~ 2 9 D) とを備え、前記基板載置部の上端面である基板載置面と前記基板載置部の外周面との接続部は丸面に面取りされて外径が前記基板支持面側からトレイ支持部側に向けて増大し、かつ静電吸着用電極 (4 0 A , 4 0 B) が前記基板載置部の少なくとも一部が内蔵されている誘電体部材 (2 3) を準備し、

前記トレイの基板収容孔に基板 (2) をそれぞれ収容し、前記基板支持部で前記基板の下面 (2 a) の外周縁部分を支持した状態で、前記チャンバ内に前記トレイを搬入し、

前記誘電体部材の上方に前記トレイを配置し、

前記トレイを前記誘電体部材に向けて降下させ、前記基板載置部 (2 9 A ~ 2 9 D) をそれぞれ前記トレイの下面側から前記基板収容孔に進入させ、前記基板載置面と前記外周面との前記接続部で前記基板支持部の先端面を案内し、

前記トレイの下面を前記誘電体部材のトレイ支持部 (2 8) に載置し、前記基板収容孔に進入した前記基板載置部の前記基板載置面で前記基板の下面 (2 a) を持ち上げ、前記トレイの前記基板支持部の上面 (2 1 a) に対して隙間をあけて上方に配置されるように、前記基板載置面に前記基板を載置し、

前記基板載置部に少なくとも一部が内蔵された静電吸着用電極 (4 0) に直流電圧を印加して、前記基板載置面に前記基板を静電吸着させ、

個々の前記基板の下面と個々の前記基板載置部の前記環状突出部で囲まれた空間に伝熱ガスを供給し、

前記チャンバ内にプラズマを発生させる、プラズマ処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

本発明は、ドライエッチング装置、CVD装置等のプラズマ処理装置及びプラズマ処理方法に関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

特許文献 1 には、基板を収容した有底のトレイを下部電極として機能する基板サセプタ上に配置し、トレイを介して間接的に基板を基板サセプタに対して静電吸着する構成のプラズマ処理装置が開示されている。基板サセプタの冷却機構が設けられており、基板はトレイを介した基板サセプタとの間接的な熱伝導により冷却される。

【 0 0 0 3 】

特許文献 2 には、基板を収容した有底のトレイを基板サセプタ上に配置すると共に、基

10

20

30

40

50

板の外周縁付近をクランプリングにより基板サセプタ側に押し付け、それによって基板を基板サセプタに対して固定する構成のプラズマ処理装置が開示されている。トレイを貫通して基板の下面に達する流路が設けられており、この流路を介して供給される冷却ガスにより基板の裏面が冷却される。

【0004】

しかし、特許文献1に記載のプラズマ処理装置では、基板はトレイを介して間接的に基板サセプタに対して静電吸着され、トレイを介した基板サセプタとの間接的な熱伝導により冷却されるに過ぎないので、効率的に基板を冷却できない。

【0005】

一方、特許文献2に記載にプラズマ処理装置では、クランプリングが存在する基板の外周縁付近で特にプラズマの状態が不安定となる傾向があり、基板の中央部分と外周縁付近で処理を均一化できない。例えば、ドライエッチングの場合、クランプリングが存在する基板の外周縁付近にはエッチングパターンを形成できない。

【0006】

さらに、特許文献1及び2に開示されたものを含め、従来提案されている基板を収容したトレイを基板サセプタに配置する方式のプラズマ処理装置では、基板サセプタに対する基板の位置決め精度に十分な考慮がなされていない。しかし、基板サセプタに対する基板の位置決め精度は、特に1つのトレイに収容された複数の基板のバッチ処理を実現する上で重要である。

【0007】

【特許文献1】特開2000-58514号公報

【特許文献2】特開2003-197607号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明は、基板を収容したトレイを基板サセプタ上に配置するプラズマ処理装置において、基板サセプタに対して基板を高い密着度で保持することによる基板の冷却効率の向上、外周縁付近を含む基板表面の全領域での処理の均一化、及び基板サセプタに対する基板の位置決め精度の向上を図ることを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

第1の発明は、減圧可能なチャンバ(3)と、基板(2)がそれぞれ収容される複数の基板収容孔(19, 19A~19I)が設けられ、この基板収容孔の孔壁(15d)から突出する基板支持部(21)を備える、前記チャンバに搬入搬出可能なトレイ(15)と、前記チャンバ内に設けられ、トレイ支持部(28)と、このトレイ支持部から上向きに突出し、かつその上端面である基板載置面(31)に前記基板の下面がそれぞれ載置される複数の基板載置部(29, 29A~29D)とを備える、誘電体部材(23)と、前記基板載置部に少なくとも一部が内蔵された、前記基板を前記基板載置面に静電吸着するための静電吸着用電極(40, 40A, 40B)と、前記静電吸着用電極に直流電圧を印加する直流電圧印加機構(43, 43A~43F)と、前記基板と前記基板載置面との間に伝熱ガスを供給する伝熱ガス供給機構(45, 45A~45D)とを備え、前記基板載置面と前記基板載置部の外周面の接続部は丸面に面取りされて外径が、前記基板載置面側から前記トレイ支持部側に向けて増大し、前記トレイの前記基板支持部の先端面(21b)は前記トレイの下面(15c)側から上面(15b)側に向けて前記孔壁からの突出量が増大するテーパ面であり、前記基板の搬送時には、前記基板収容孔に収容された前記基板の下面の外周縁部分が前記基板支持部に支持され、前記基板の処理時には、前記基板載置面が前記トレイの厚み方向に進入するように構成された前記基板収容孔に前記基板載置部が前記トレイの下面側から挿入され、前記基板支持部の先端面が前記基板載置面と前記基板載置部の前記外周面の前記接続部で案内され、前記トレイの下面が前記誘電体部材の前記トレイ支持部に載置される、ことを特徴とするプラズマ処理装置を提供する。前記トレ

イを前記トレイ支持に載置した状態での前記基板載置部の前記外周面と前記基板支持部の前記先端面との隙間が0.5mm程度である。

【0010】

基板の下面は、トレイを介することなく誘電体部材上に直接載置される。詳細には、トレイの下面側から基板收容孔に誘電体部材の基板載置部が挿入され、基板載置部の上端面である基板載置面に基板が載置される。従って、直流電圧印加機構から静電吸着用電極に直流電圧が印加されると、基板は基板載置面に対して高い密着度で保持される。その結果、伝熱ガスを介した基板と基板載置面との間の熱伝導性が良好で、高い冷却効率で基板を冷却できると共に、基板温度を高精度で制御できる。

【0011】

基板は基板載置面に直接載置され、かつ静電吸着されるので、基板の上面の外周縁部分を誘電体部材に対して機械的に押圧するためのクランプリング等の部材は不要である。換言すれば、プラズマ処理の対象となる基板の上面には、その中央部分だけでなく外周縁付近にもプラズマの状態が不安定化する原因となる部材が存在しない。従って、外周縁付近を含む基板表面の全領域で均一なプラズマ処理を実現できる。

【0012】

トレイの基板收容孔内に基板載置部が進入することにより、基板が基板載置面に載置される。従って、基板載置面に高い位置決め精度で基板を保持できる。

【0013】

また、基板載置面とその外周面の接続部にて、トレイの基板收容孔の貫通方向から見た外径が基板載置面側からトレイ支持部側に向けて増大しているので、仮に基板收容孔と基板載置部の平面視での位置に微細なずれが存在している場合でも、基板載置部が基板收容孔内に円滑かつ確実に挿入される。この点でも基板は基板載置面に対して高い位置決め精度で載置される。

【0014】

好ましくは、前記トレイは、前記基板收容孔の孔壁と前記トレイの下面との接続部にて、前記トレイの前記基板收容孔の貫通方向から見た前記基板收容孔の内径が、前記トレイの下面側から前記トレイの上面側に向けて減少している。この構成により、基板載置部を基板收容孔に対してより確実かつ円滑に挿入できる。

【0015】

第2の発明は、基板(2)がそれぞれ收容される複数の基板收容孔(19, 19A~19I)が設けられ、基板收容孔の孔壁(15d)から突出する基板支持部(21)を有する、前記基板を搬送可能なトレイ(15)であって、前記基板支持部の先端面は前記トレイの下面側から上面側に向けて前記孔壁からの突出量が増大している、トレイを準備し、減圧可能なチャンバ(3)内に配置され、トレイ支持部(28)と、このトレイ支持部から上向きに突出する複数の基板載置部(29A~29D)とを備え、前記基板載置部の上端面である基板載置面と前記基板載置部の外周面との接続部は丸面に面取りされて外径が前記基板支持面側からトレイ支持部側に向けて増大し、かつ静電吸着用電極(40A, 40B)が前記基板載置部の少なくとも一部が内蔵されている誘電体部材(23)を準備し、前記トレイの基板收容孔に基板(2)をそれぞれ收容し、前記基板支持部で前記基板の下面(2a)の外周縁部分を支持した状態で、前記チャンバ内に前記トレイを搬入し、

前記誘電体部材の上方に前記トレイを配置し、前記トレイを前記誘電体部材に向けて降下させ、前記基板載置部(29A~29D)をそれぞれ前記トレイの下面側から前記基板收容孔に進入させ、前記基板載置面と前記外周面との前記接続部で前記基板支持部の先端面を案内し、前記トレイの下面を前記誘電体部材のトレイ支持部(28)に載置し、前記基板收容孔に進入した前記基板載置部の前記基板載置面で前記基板の下面(2a)を持ち上げ、前記トレイの前記基板支持部の上面(21a)に対して隙間をあけて上方に配置されるように、前記基板載置面に前記基板を載置し、前記基板載置部に少なくとも一部が内蔵された静電吸着用電極(40)に直流電圧を印加して、前記基板載置面に前記基板を静電吸着させ、個々の前記基板の下面と個々の前記基板載置部の前記環状突出部で囲まれた

10

20

30

40

50

空間に伝熱ガスを供給し、前記チャンバ内にプラズマを発生させる、プラズマ処理方法を提供する。

【発明の効果】

【0016】

本発明に係るプラズマ処理装置及びプラズマ処理方法によれば、基板はトレイを介することなく誘電体部材の基板載置面に直接載置され、かつ静電吸着されるので、基板載置面に対して基板を高い密着度で保持でき、基板の冷却効率を向上し、基板温度を高精度で制御できる。また、基板の上面の外周縁部分を誘電体部材に対して機械的に押圧するためのクランプリング等の部材は不要であるので、外周縁付近を含む基板表面の全領域での均一なプラズマ処理を実現できる。さらに、トレイの基板収容孔内に基板載置部が挿入されることにより基板が基板載置面に載置されるので、誘電体部材に対する基板の位置決め精度を向上できる。さらにまた、基板載置面とその外周面の接続部にて、トレイの基板収容孔の貫通方向から見た外径が基板載置面側からトレイ支持部側に向けて増大しているので、仮に基板収容孔と基板載置部の平面視での位置に微細なずれが存在している場合でも、基板載置部が基板収容孔内に円滑かつ確実に挿入される。この点でも基板は基板載置面に対して高い位置決め精度で載置される。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

(第1実施形態)

図1及び図2は、本発明の第1実施形態に係るICP(誘導結合プラズマ)型のドライエッチング装置1を示す。

20

【0018】

ドライエッチング装置1は、その内部が基板2にプラズマ処理を行う処理室を構成するチャンバ(真空容器)3を備える。チャンバ3の上端開口は石英等の誘電体からなる天板4により密閉状態で閉鎖されている。天板4上にはICPコイル5が配設されている。ICPコイル5にはマッチング回路6を介して、高周波電源7が電氣的に接続されている。天板4と対向するチャンバ3内の底部側には、バイアス電圧が印加される下部電極としての機能及び基板2の保持台としての機能を有する基板サセプタ9が配設されている。チャンバ3には、隣接するロードドック室10(図2参照)と連通する開閉可能な搬入出用のゲート3aが設けられている。また、チャンバ3に設けられたエッチングガス供給口3bには、エッチングガス供給源12が接続されている。エッチングガス供給源12はMFC(マスフローコントローラ)等を備え、エッチングガス供給口3bから所望の流量でエッチングガスを供給できる。さらに、チャンバ3に設けられた排気口3cには、真空ポンプ等を備える真空排気装置13が接続されている。

30

【0019】

本実施形態では、図3から図4Bに示す1個のトレイ15に4枚の基板2が収容され、トレイ15はゲート3aを通過してロードドック室10からチャンバ3内(処理室)に搬入される。図2を参照すると、水平方向の直進移動(矢印A参照)と水平面内での回転(矢印B参照)が可能な搬送アーム16が設けられている。また、チャンバ3内には、基板サセプタ9を貫通し、かつ駆動装置17で駆動されて昇降する昇降ピン18が設けられている。トレイ15の搬入時には、トレイ15を支持した搬送アーム16がゲート3aを通過してロードドック室10からチャンバ3内に進入する。この際、図1において二点鎖線で示すように昇降ピン18は上昇位置にあり、チャンバ3内に進入した搬送アーム16から昇降ピン18の上端にトレイ15が移載される。この状態では、トレイ15は基板サセプタ9の上方に間隔をあけて位置している。続いて、昇降ピン18が図1において実線で示す降下位置に降下し、それによってトレイ15と基板2が基板サセプタ9上に載置される。一方、プラズマ処理終了後のトレイ15の搬出時には、昇降ピン18が上昇位置まで上昇し、続いてロードドック室10からチャンバ3内に進入した搬送アーム16にトレイ15が移載される。

40

【0020】

50

次に、図 3 から図 5 B を参照して、トレイ 15 について説明する。トレイ 15 は薄板円板状のトレイ本体 15 a を備える。トレイ 15 の材質としては、例えばアルミナ (Al_2O_3)、窒化アルミニウム (AlN)、ジルコニア (ZrO)、イットリア (Y_2O_3)、窒化シリコン (SiN)、炭化シリコン (SiC) 等のセラミクス材や、アルマイトで被覆したアルミニウム、表面にセラミクスを溶射したアルミニウム、樹脂材料で被覆したアルミニウム等の金属がある。C 1 系プロセスの場合にはアルミナ、イットリア、炭化シリコン、窒化アルミニウム等、F 系プロセスの場合には石英、水晶、イットリア、炭化シリコン、アルマイトを溶射したアルミニウム等を採用することが考えられる。

【0021】

トレイ本体 15 a には、上面 15 b から下面 15 c まで厚み方向に貫通する 4 個の基板收容孔 19 A ~ 19 D が設けられている。基板收容孔 19 A ~ 19 D は、上面 15 b 及び下面 15 c から見てトレイ本体 15 a の中心に対して等角度間隔で配置されている。図 5 A 及び図 5 B に最も明瞭に示すように、基板收容孔 19 A ~ 19 D の孔壁 15 d の下面 15 c 側には、基板收容孔 19 A ~ 19 D の中心に向けて突出する基板支持部 21 が設けられている。本実施形態では、基板支持部 21 は孔壁 15 d の全周に設けられており、平面視で円環状である。

【0022】

個々の基板收容孔 19 A ~ 19 B にはそれぞれ 1 枚の基板 2 が收容される。図 5 A に示すように、基板收容孔 19 A ~ 19 B に收容された基板 2 は、その下面 2 a の外周縁部分が基板支持部 21 の上面 21 a に支持される。また、前述のように基板收容孔 19 A ~ 19 D はトレイ本体 15 a を厚み方向に貫通するように形成されているので、トレイ本体 15 a の下面 15 c 側から見ると、基板收容孔 19 A ~ 19 D により基板 2 の下面 2 a が露出している。

【0023】

トレイ本体 15 a には、外周縁を部分的に切り欠いた位置決め切欠 15 e が設けられている。図 2 に示すように、前述の搬入出用の搬送アーム 16 にトレイを載置する際に、位置決め切欠 15 e に搬送アーム 16 の位置決め突起 16 a が嵌め込まれる。位置決め切欠 15 e 及び位置決め突起 16 a をロードドック室 10 内に設けられたセンサ 22 A, 22 B で検出することにより、トレイ 15 の回転角度位置を検出できる。

【0024】

次に、図 1、図 3、及び図 5 A から図 6 B を参照して、基板サセプタ 9 について説明する。まず、図 1 を参照すると、基板サセプタ 9 は、セラミクス等からなる誘電体板 (誘電体部材) 23、表面にアルマイト被覆を形成したアルミニウム等からなり、本実施形態ではペDESTAL 電極として機能する金属板 (支持部材) 24、セラミクス等からなるスペーサ板 25、セラミクス等からなるガイド筒体 26、及び金属製のアースシールド 27 を備える。基板サセプタ 9 の最上部を構成する誘電体板 23 は、金属板 24 の上面に固定されている。また、金属板 24 はスペーサ板 25 上に固定されている。さらに、誘電体板 23 と金属板 24 の外周をガイド筒 26 が覆い、その外側とスペーサ板 25 の外周をアースシールド 27 が覆っている。

【0025】

図 3 及び図 5 A から図 6 B を参照すると、誘電体板 23 は全体として薄い円板状であり、平面視での外形が円形である。誘電体板 23 の上端面は、トレイ 15 の下面 15 c を支持するトレイ支持面 (トレイ支持部) 28 を構成する。また、それぞれトレイ 15 の基板收容孔 19 A ~ 19 D と対応する短円柱状の 4 個の基板載置部 29 A ~ 29 D がトレイ支持面 28 から上向きに突出している。

【0026】

基板載置部 29 A ~ 29 D の上端面は、基板 2 の下面 2 a が載置される基板載置面 31 を構成する。また、基板載置部 29 A ~ 29 D には、基板載置面 31 の外周縁から上向きに突出し、その上端面が基板 2 の下面 2 a を支持する円環状突出部 32 が設けられている。また、基板載置面 31 の円環状突出部 32 で囲まれた部分には、基板載置面 31 よりも

10

20

30

40

50

十分径が小さい円柱状突起 33 が、均一に分布するように複数個設けられている。円柱状突起 33 と円環状突出部 32 の基板載置面 31 からの突出量は同一であり、円環状突出部 32 のみでなく円柱状突起 33 の上端面も基板 2 の下面 2a を支持する。

【0027】

図 5A 及び図 5B を参照すると、基板載置部 29A ~ 29D の外径 R1 は、基板支持部 21 の先端面 21b で囲まれた円形開口 36 の径 R2 よりも小さく設定されている。従って、前述の搬入時にトレイ 15 が誘電体板 23 に向けて降下すると、個々の基板載置部 29A ~ 29D は対応する基板収容孔 19A ~ 19D にトレイ本体 15a の下面 15c 側から進入し、トレイ 15 の下面 15c は誘電体板 23 のトレイ支持面 28 上に載置される。また、トレイ本体 15a の下面 15c からの基板支持部 21 の上面 21a の高さ H1 は、トレイ支持面 28 からの基板載置面 31 の高さ H2 よりも低く設定している。従って、トレイ 15 の下面 15c がトレイ支持面 28 上に載置された状態では、基板載置部 29A ~ 29D の上端の基板載置面 31 で押し上げられ、トレイ 15 の基板支持部 21 から浮き上がっている。換言すれば、基板収容孔 19A ~ 19D に基板 2 を収容しているトレイ 15 を誘電体板 23 上に載置すると、基板収容孔 19A ~ 19D に収容された基板 2 は基板支持部 21 の上面 21a から浮き上がり、下面 2a が基板載置面 31 上に載置される。

【0028】

また、図 5A 及び図 5B に示すように、基板載置部 29A ~ 29D の外周面 38 と基板載置面 31 との接続部分は丸面に面取りしている。従って、基板載置部 29A ~ 29D の上端側では基板収容孔 19A ~ 19D の貫通方向から見た外径が、基板載置面 31 側からトレイ支持面 28 に向けて増大している。一方、基板載置部 29A ~ 29D の外周面 38 の下端側では基板収容孔 19A ~ 19D の貫通方向から見た外径が一定できる。

【0029】

図 1 を参照すると、誘電体板 23 の個々の基板載置部 29A ~ 29D の基板載置面 31 付近には単極型の静電吸着用電極 40 が内蔵されている。これらの静電吸着用電極 40 は電氣的に互いに絶縁されており、直流電源 41 と調整用の抵抗 42 等を備える共通の直流電圧印加機構 43 から静電吸着用の直流電圧が印加される。

【0030】

図 3、図 6A、及び図 6B を参照すると、個々の基板載置部 29A ~ 29D の基板載置面 31 には、伝熱ガス（本実施形態ではヘリウム）の供給孔 44 が設けられている。これらの供給孔 44 は共通の伝熱ガス供給機構 45（図 1 に図示する）に接続されている。伝熱ガス供給機構 45 は、伝熱ガス源（本実施形態ではヘリウムガス源）46、伝熱ガス源 46 から供給孔 44 に到る供給流路 47、供給流路 47 の伝熱ガス源 46 側から順に設けられた流量計 48、流量制御バルブ 49、及び圧力計 50 を備える。また、伝熱ガス供給機構 45 は、供給流路 47 から分岐する排出流路 51 と、この排出流路 51 に設けられたカットオフバルブ 52 を備える。さらに、伝熱ガス供給機構 45 は、供給流路 47 の圧力計 50 よりも供給孔 44 側と排出流路 51 を接続するバイパス流路 53 を備える。個々の基板載置部 29A ~ 29D の基板載置面 31 とその上に載置された基板 2 の下面 2a との間、詳細には基板 2 の下面 2a と円環状突出部 32 で囲まれた閉鎖された空間に、伝熱ガス供給機構 45 によって伝熱ガスが供給される。伝熱ガスの供給時にはカットオフバルブ 52 は閉弁され、伝熱ガス供給源 46 から供給流路 47 を経て供給孔 44 へ伝熱ガスが送られる。流量計 48 と圧力計 50 で検出される供給流路 47 の流量及び圧力に基づき、後述するコントローラ 63 が流量制御バルブ 49 を制御する。一方、伝熱ガスの排出時にはカットオフバルブ 52 が開弁され、基板 2 の下面 2a と基板載置面 31 の間の伝熱ガスは、供給孔 44、供給流路 47、及び排出流路 51 を経て排気口 54 から排気される。

【0031】

金属板 24 には、バイアス電圧としての高周波を印加する高周波印加機構 56 が電氣的に接続されている。高周波印加機構 56 は、高周波電源 57 とマッチング用の可変容量コンデンサ 58 とを備える。

【0032】

また、金属板 2 4 を冷却する冷却機構 5 9 が設けられている。冷却機構 5 9 は金属板 2 4 内に形成された冷媒流路 6 0 と、温調された冷媒を冷媒流路 6 0 中で循環させる冷媒循環装置 6 1 とを備える。

【 0 0 3 3 】

図 1 にのみ模式的に示すコントローラ 6 3 は、流量計 4 8 及び圧力計 5 0 を含む種々のセンサや操作入力に基づいて、高周波電源 7、エッチングガス供給源 1 2、搬送アーム 1 6、真空排気装置 1 3、駆動装置 1 7、直流電圧印加機構 4 3、伝熱ガス供給機構 4 5、高周波電圧印加機構 5 6、及び冷却機構 5 9 を含むドライエッチング装置 1 全体の動作を制御する。

【 0 0 3 4 】

次に、本実施形態のドライエッチング装置 1 を使用したドライエッチング方法を説明する。

【 0 0 3 5 】

まず、トレイ 1 の基板收容孔 1 9 A ~ 1 9 D にそれぞれ基板 2 が收容される。トレイ 1 の基板支持部 2 1 a で支持された基板 2 は、トレイ本体 1 5 a の下面側から見ると基板收容孔 1 9 A ~ 1 9 D によりトレイ本体 1 5 a の下面 1 5 c から露出している。

【 0 0 3 6 】

次に、基板收容孔 1 9 A ~ 1 9 D にそれぞれ基板 2 が收容されたトレイ 1 5 が搬送アーム 1 6 で支持され、ロードドック室 1 0 からゲート 3 a を通ってチャンバ 3 内に搬入される。図 1 において二点鎖線で示すように、トレイ 1 は基板サセプタ 9 の上方に間隔をあけて配置される。

【 0 0 3 7 】

駆動装置 7 によって駆動された昇降ピン 1 8 が上昇し、搬送アーム 1 6 から昇降ピン 1 8 の上端にトレイ 1 5 が移載される。トレイ 1 5 の移載後、搬送アーム 1 6 はロードドック室 1 0 に待避し、ゲート 3 a が閉鎖される。

【 0 0 3 8 】

上端にトレイ 1 5 を支持した昇降ピン 1 8 は、図 1 において二点鎖線で示す上昇位置から基板サセプタ 9 に向けて降下する。図 5 A 及び図 5 B を参照すると、トレイ 1 5 は下面 1 5 c が基板サセプタ 9 の誘電体板 2 3 のトレイ支持面 2 8 まで降下し、トレイ 1 5 は誘電体板 2 3 のトレイ支持面 2 8 によって支持される。トレイ 1 5 がトレイ支持面 2 8 に向けて降下する際に、誘電体板 2 3 の基板載置部 2 9 A ~ 2 9 D がトレイ 1 5 の対応する基板收容孔 1 9 A ~ 1 9 D 内にトレイ 1 5 の下面 1 5 c 側から進入する。トレイ 1 5 の下面 1 5 c がトレイ支持面 2 8 に近づくのに伴い、基板載置部 2 9 A ~ 2 9 D の先端の基板載置面 3 1 は基板收容孔 1 9 A ~ 1 9 D 内をトレイ 1 5 の上面 1 5 b に向かって進む。図 5 B に示すように、トレイ 1 5 の下面 1 5 c が誘電体板 2 3 のトレイ支持面 2 8 に載置されると、個々の基板收容孔 1 9 A ~ 1 9 D 内の基板 2 は基板載置部 2 9 A ~ 2 9 D によって基板支持部 2 1 の上面 2 1 a から持ち上げられる。詳細には、基板 2 はその下面 2 a が基板載置部 2 9 A ~ 2 9 D の基板載置面 3 1 に載置され、トレイ 1 5 の基板支持部 2 1 の上面 2 1 a に対して間隔をあけて上方に配置される。

【 0 0 3 9 】

このようにトレイ 1 5 の基板收容孔 1 9 A ~ 1 9 D 内に基板載置部 2 9 A ~ 2 9 D が進入することにより、基板 2 は基板載置面 3 1 に載置される。従って、トレイ 1 5 に收容された 4 枚の基板 2 は、いずれも高い位置決め精度で基板載置部 2 9 A ~ 2 9 D の基板載置面 3 1 に載置される。また、前述のように基板載置部 2 9 A ~ 2 9 D の外周面 3 8 と基板載置面 3 1 との接続部分は丸面に面取りしているため、仮に基板收容孔 1 9 A ~ 1 9 D と基板載置部 2 9 A ~ 2 9 D の平面視での位置に微細なずれが存在している場合でも、基板載置部 2 9 A ~ 2 9 D の面取りされた部分が基板支持部 2 1 の先端面 2 1 b と接触する。その結果、基板載置部 2 9 A ~ 2 9 D が基板收容孔 1 9 A ~ 1 9 D 内に円滑かつ確実に挿入される。この点でも基板 2 は基板載置面 3 1 に対して高い位置決め精度で載置される。

【 0 0 4 0 】

次に、誘電体板 23 に内蔵された静電吸着用電極 40 に対して直流電圧印加機構 43 から直流電圧が印加され、個々の基板載置部 29A ~ 29D の基板載置面 31 に基板 2 が静電吸着される。基板 2 の下面 2a はトレイ 15 を介することなく基板載置面 31 上に直接載置されている。従って、基板 2 は基板載置面 31 に対して高い密着度で保持される。

【0041】

続いて、個々の基板載置部 29A ~ 29D の円環状突出部 32 と基板 2 の下面 2a で囲まれた空間に、供給孔 44 を通って伝熱ガス供給装置 45 から伝熱ガスが供給され、この空間に伝熱ガスが充填される。

【0042】

その後、エッチングガス供給源 12 からチャンバ 3 内にエッチングガスが供給され、真空排気装置 13 によりチャンバ 3 内は所定圧力に維持される。続いて、高周波電源 7 から ICP コイル 5 に高周波電圧を印加すると共に、高周波印加機構 56 により基板サセプタ 9 の金属板 24 にバイアス電圧を印加し、チャンバ 3 内にプラズマを発生させる。このプラズマにより基板 2 がエッチングされる。1 枚のトレイ 15 で 4 枚の基板 2 を基板サセプタ 9 上に載置できるので、バッチ処理が可能である。

【0043】

エッチング中は、冷媒循環装置 61 によって冷媒流路 60 中で冷媒を循環させて金属板 24 を冷却し、それによって誘電体板 23 及び誘電体板 23 の基板載置面 31 に保持された基板 2 を冷却する。前述のように、基板 2 はその下面 2a がトレイ 15 を介することなく基板載置面 31 に直接載置され、高い密着度で保持されている。従って、円環状突出部 32 と基板 2 の下面 2a で囲まれた伝熱ガスが充填されている空間の密閉度が高く、伝熱ガスを介した基板 2 と基板載置面 31 との間の熱伝導性が良好である。その結果、個々の基板載置部 29A ~ 29D の基板載置面 31 に保持された基板 2 を高い冷却効率で冷却できると共に、基板 2 の温度を高精度で制御できる。また、個々の基板 2 毎に基板載置部 29A ~ 29D の円環状突出部 32 と下面 2a で囲まれた空間に伝熱ガスが充填される。換言すれば、伝熱ガスが充填される空間は個々の基板 2 毎に異なる。この点でも個々の基板 2 と誘電体板 23 の基板載置面 31 との熱伝導性が良好であり、高い冷却効率と高精度の温度制御を実現できる。

【0044】

前述のように、基板 2 は個々の基板載置部 29A ~ 29D の基板載置面 31 に直接載置され、かつ静電吸着されるので、基板載置面 31 に対する密着度が高い。従って、基板 2 の上面の外周縁部分を誘電体板 23 に対して機械的に加熱するためのクランプリング等の部材は不要である。換言すれば、基板 2 の上面には、その中央部分だけでなく外周縁付近にもプラズマの状態が不安定化する原因となる部材が存在しない。従って、外周縁付近を含む基板 2 の表面の全領域で均一なプラズマ処理を実現できる。

【0045】

基板載置面 31 に対する基板 2 の位置決め精度を確保しつつ、エッチング処理中にプラズマが基板 2 の下面 2a 側に回り込むのを防止するためには、基板 2 の外周縁とトレイ 15 の基板収容孔 19A ~ 19D の孔壁 15d との間の隙間 1 が 0.1 ~ 0.2 mm 程度、基板 2 の下面 2a とトレイ 15 の基板支持部 21 の上面 21a との間の隙間 2 が 0.2 ~ 0.3 mm 程度、基板載置部 29A ~ 29D の側壁と基板支持部 21 の先端との隙間 3 が 0.5 mm 程度であることが好ましい。

【0046】

エッチング終了後、高周波電源 7 から ICP コイル 5 への高周波電圧の印加と、高周波印加機構 56 から金属板 24 へのバイアス電圧の印加を停止する。続いて、真空排気装置 13 によりエッチングガスをチャンバ 3 内から排気する。また、伝熱ガス供給機構 45 により基板載置面 31 と基板 2 の下面 2a から伝熱ガスを排気する。さらに、直流電圧印加機構 43 から静電吸着用電極 40 への直流電圧の印加を停止して基板 2 の静電吸着を解除する。

【0047】

10

20

30

40

50

次に、駆動装置 17 により昇降ピン 18 を上昇させる。昇降ピン 18 が上昇すると、その上端でトレイ 15 の下面 15c が押し上げられ誘電体板 23 のトレイ支持面 28 から浮き上がる。昇降ピン 18 と共にトレイ 15 がさらに上昇すると、図 5A に示すように、トレイ 15 の基板支持部 21 により基板 2 の下面 2c が押し上げられ、基板 2 は基板載置部 29A ~ 29D の基板載置面 31 から浮き上がる。昇降ピン 18 は図 1 において二点鎖線で示す上昇位置に上昇する。

【0048】

その後、ゲート 3a を通ってロードドック室 10 からチャンバ 3 内に進入した搬送アーム 16 に、トレイ 15 が移載される。トレイ 15 は搬送アーム 16 によってロードドック室 10 へ搬出される。

10

【0049】

図 7 から図 10 は、トレイ 15 の基板支持部 21 と誘電体板 23 の基板載置部 4 に関する種々の代案を示す。

【0050】

図 7 の例では、基板載置部 29A ~ 29D の外周面 38 と基板載置面 31 との接続部分を丸面に面取りしているだけでなく、トレイ 15 の基板支持部 21 の先端面 21b を、トレイ 15 の下面 15c 側から上面 15b 側に向けて孔壁 15d からの突出量が増大するテーパ面としている。基板支持部 21 の先端面 21b をかかるテーパ面とすれば、基板収容孔 19A ~ 19D と基板載置部 29A ~ 29D の平面視での位置に微細なずれが存在している場合でも、基板載置部 29A ~ 29D は基板収容孔 19A ~ 19D に対してより確実かつ円滑に挿入できる。

20

【0051】

図 8 の例では、基板載置部 29A ~ 29D の外周面 38 は、基板載置面 31 側からトレイ支持部 21 に向けて外径寸法が拡大するテーパ面である。また、トレイ 15 の基板支持部 21 の先端面 21b は、トレイ 15 の下面 15c 側から上面 15b 側に向けて孔壁 15d からの突出量が増大するテーパ面である。このように基板載置部 29A ~ 29D の外周面と基板支持部 21 の先端面 21b の両方をテーパ面としても、基板載置部 29A ~ 29D を基板収容孔 19A ~ 19D に対してより確実かつ円滑に挿入できる。

【0052】

図 9 及び図 10 の例では、基板載置部 29A ~ 29D の外周面 38 と基板載置面 31 との接続部分を丸面に面取りしているだけでなく、基板支持部 21 の先端面 21a をトレイ 15 の下面 15c 側から上面 15b 側に向けて孔壁 15d からの突出量が増大する円弧状面としている。図 9 の例では、先端面 21a を構成する円弧の曲率半径を比較的大きく設定し、基板支持部 21 の下面 21c から上面 21a までの高さを大きく設定している。一方、図 10 の例では、先端面 21a を構成する円弧の曲率半径を比較的小さく設定し、基板支持部 21 の高さを小さく設定している。

30

【0053】

第 1 実施形態（図 5A 及び図 5B）や図 7 から図 10 に示す種々の代案において、基板支持部 21 の先端面 21b と基板載置部 29A ~ 29D の外周面 38 のうち的一方又は両方の表面をイットリアのような比較的硬質な材料で被覆してもよい。かかる被覆を設けることにより、誘電体板 23 にトレイ 15 を載置する際や、誘電体板 23 からトレイ 15 を降ろす際に、トレイ 15 の基板支持部 21 と誘電体板 23 の基板載置部 29A ~ 29D との接触によりダストが発生するのを防止できる。

40

【0054】

（第 2 実施形態）

図 11 から図 13B に示す本発明の第 2 実施形態は、トレイ 15 と基板サセプタ 9 の誘電体板 23 の構造が第 1 実施形態と異なる。

【0055】

トレイ本体 15a に形成された個々の基板収容孔 19A ~ 19D の孔壁 15d の下面 15c 側には、周方向に間隔をあけて突起状の 4 個の基板支持部 21 が設けられている。詳

50

細には、基板收容孔 19 A ~ 19 D の貫通方向から見ると、基板收容孔 19 A ~ 19 D の中心に対して等角過度間隔 (90° 間隔) で 4 個の基板支持部 21 が設けられている。一方、誘電体板 23 の個々の基板載置部 29 A ~ 29 D の外周面 38 には、基板載置面 31 からトレイ支持面 28 に向けて延びる 4 個の收容溝 65 が形成されている。平面視では、個々の基板載置部 29 A ~ 29 D の中心に対して等角度間隔で 4 個の收容溝 65 が設けられている。收容溝 65 の平面視での寸法及び形状は、突起状の基板支持部 21 よりもわずかに大きく設定されている。

【0056】

図 11 に示すように誘電体板 23 の個々の基板載置部 29 A ~ 29 D の上方にトレイ 15 の基板收容孔 19 A ~ 19 D のいずれかが位置していれば、トレイ 15 が誘電体板 23 に向けて降下すると、個々の基板收容孔 19 A ~ 19 D の 4 個の基板支持部 21 が対応する基板載置部 29 A ~ 29 D の收容溝 65 に嵌り込む。従って、この場合、トレイ 15 の下面 15 c がトレイ支持面 28 に達し、かつ基板 2 の下面 2 a が基板載置面 31 上に載置されるまでトレイ 15 を降下させることができる。しかし、図 11 において矢印 C1, C2 で示すように、トレイ 15 のそれ自体の中心周りの角度が比較的大きくずれている場合、基板支持部 21 と收容溝 56 の平面視での位置がずれるので、基板支持部 21 は收容溝 65 に嵌り込まず、基板載置部 29 A ~ 29 D と干渉する。その結果、基板收容孔 19 A ~ 19 D に対する基板載置部 29 A ~ 29 D の進入が妨げられる。従って、周方向に間隔をあけて配置した突起状の基板支持部 21 と收容溝 65 とを設けることにより、誘電体板 23 の基板載置面 31 に対する基板 2 の位置決め精度がさらに向上する。

【0057】

第 2 実施形態のその他の構成及び作用は第 1 実施形態と同様であるので、同一の要素には同一の符号を付して説明を省略する。

【0058】

図 14 及び図 15 は、トレイ 15 に関する種々の代案を示す。図 14 の例では、トレイ本体 15 a に、外周縁の一部を直線状に切り欠いたオリエンテーションフラットを備える基板をそれぞれ收容するための 7 個の基板收容孔 19 A ~ 19 G が形成されている。基板收容孔 19 A ~ 19 G の孔壁 15 d は第 1 実施形態と同様の円筒面であるが、その一部はオリエンテーションフラットと対応して平坦面としている。図 15 の例では、トレイ本体 15 a に矩形状の基板を收容するための 9 個の基板收容孔 19 A ~ 19 I が形成されている。これら図 14 及び図 15 に限定されず、トレイ 15 の基板收容孔の形状及び個数は、收容する基板の形状や個数に応じて種々設定することが可能である。また、基板サセプタ 9 の誘電体板 23 に設ける基板載置部の形状や個数も、基板收容孔の形状及び個数に応じて種々設定できる。

【0059】

(第 3 実施形態)

図 16 に示す本発明の第 3 実施形態は、トレイ 15 を誘電体板 23 に対して位置決めするための円環状のガイドプレート 67 を備える。ガイドプレート 67 はガイド筒体 26 の上面に固定されており、誘電体板 23 の 4 つの基板載置部 29 A ~ 29 D の周囲を取り囲んでいる。ガイドプレート 67 の内周面 67 a は下面 67 b から上面 67 c に向けて拡がるテーパ面である。また、ガイドプレート 67 の厚みはトレイ 15 の厚みとほぼ同程度に設定されている。

【0060】

図 17 を併せて参照すると、本実施形態では、トレイ 15 の外周面 15 f は下面 15 c から上面 15 b に向けて外径が拡大するテーパ面である。ガイドプレート 67 の内周面 67 a とトレイ 15 の外周面 15 f のテーパ度を含む寸法及び形状は、トレイ 15 の下面 15 c をトレイ支持面 28 上に載置する時、ガイドプレート 67 の内周面 67 a によりトレイ 15 の外周面 15 f が位置決め案内されるように設定されている。

【0061】

図 16 において二点鎖線で示す上昇位置からトレイ 15 が誘電体板 23 に向けて降下す

ると、トレイ 15 の外周面 15 f がガイドプレート 67 の内周面 67 a に案内される。基板載置部 29 A ~ 29 D がトレイ 15 の基板収容孔 19 A ~ 19 F に挿入されることにより基板収容孔 19 A ~ 19 D 内の基板 2 が誘電体板 23 の基板載置面 31 に対して位置決めされるだけでなく、基板 2 を保持したトレイ 15 自体がガイドプレート 67 により誘電体板 23 に対して位置決めされる。その結果、誘電体部材 23 の基板載置面 31 に対する基板 2 の位置決め精度がさらに向上する。

【0062】

図 18 A 及び図 18 B は、トレイ 15 及びガイドプレート 67 の代案を示す。図 18 A の例では、トレイ 15 の外周面 15 f は下面 15 c から上面 15 b に向けて外径が拡大するテーパ面であるが、ガイドプレート 67 の内周面 67 a は鉛直方向に延びる平坦面であり上面 67 b との接続部分を丸面に面取りしている。一方、図 18 B の例では、トレイ 15 の外周面 15 f は鉛直方向に延びる平坦面であり下面 15 c との接続部分を丸面に面取りし、ガイドプレート 67 の内周面 67 a は下面 67 b から上面 67 a に向けて外径が拡大するテーパ面としている。図 18 A や図 18 B に示すトレイ 15 の外周面 15 f とガイドプレート 67 の内周面 67 a の形状の組み合わせを採用しても、トレイ 15 の誘電体板 23 に対して位置決め精度をさらに向上できる。なお、トレイ 15 の外周面 15 f とガイドプレート 67 の内周面 67 a の面取りは丸面に限定されず、角面に面取りしてもよい。

【0063】

第 3 実施形態のその他の構成及び作用は第 1 実施形態と同様であるので、同一の要素には同一の符号を付して説明を省略する。

【0064】

(第 4 実施形態)

図 19 に示す本発明の第 4 実施形態では、ドライエッチング装置 1 は、誘電体部材 4 が備える 4 個の基板載置部 29 A ~ 29 D 毎に伝熱ガス供給機構 45 A ~ 45 D を備えている。伝熱ガス供給機構 45 A ~ 45 D は、共通の伝熱ガス源 46 を備える。しかし、供給流路 47、流量計 48、流量制御バルブ 49、圧力計 50、排出流路 51、カットオフバルブ 52、バイパス流路 53、及び排気口 54 は、個々の伝熱ガス供給機構 45 A ~ 45 D 毎に別個に設けられている。従って、個々の伝熱ガス供給機構 45 A ~ 45 D は、基板載置面 31 と基板 2 の間に対する伝熱ガスの供給と排出を個別に制御可能である。基板載置面 31 と基板 2 の間への伝熱ガスの供給を、4 個の基板載置部 29 A ~ 29 D の基板載置面 31 に載置された 4 枚の基板 2 毎に別個に調整できる。その結果、基板 2 の冷却効率と基板温度の制御精度をさらに向上し、それによってエッチング精度を向上できる。

【0065】

また、ドライエッチング装置 1 は、基板載置部 29 A ~ 29 D に内蔵された 4 個の静電吸着用電極 40 毎に、個別に制御可能な直流電圧印加機構 43 A ~ 43 D を備える。個々の直流電圧印加機構 43 A ~ 43 D は、直流電源 41 と調整用の抵抗 42 を備える。個々の基板載置部 29 A ~ 29 D に内蔵された静電吸着用電極 40 に印加される直流電圧を個別に制御できるので、4 つの基板載置部 29 A ~ 29 D の基板載置面 31 に載置された 4 枚の基板 2 間で静電吸着力のばらつきをなくし、均一化できる。

【0066】

第 4 実施形態のその他の構成及び作用は第 1 実施形態と同様であるので、同一の要素には同一の符号を付して説明を省略する。

【0067】

(第 5 実施形態)

図 20 に示す本発明の第 5 実施形態のドライエッチング装置 1 では、高周波印加機構 56 は、金属板 24 ではなく、誘電体部材 4 の個々の基板載置部 29 A ~ 29 D に内蔵された静電吸着用電極 40 に電氣的に接続されている。個々の静電吸着用電極 40 には、直流電圧印加機構 43 により印加される静電吸着用の直流電圧に重畳して、バイアス電圧としての高周波が高周波印加機構 56 により印加される。バイアス電圧を金属板 27 ではなく静電吸着用電極 40 に印加することによりトレイ 15 の消耗を低減できる。また、第 4 実

施形態と同様に、個々の基板載置部 29A ~ 29D 毎に、個別に制御可能な伝熱ガス供給機構 45A ~ 45D が設けられている。

【0068】

第5実施形態のその他の構成及び作用は第1実施形態と同様であるので、同一の要素には同一の符号を付して説明を省略する。

【0069】

(第6実施形態)

図21に示す本発明の第6実施形態のドライエッチング装置1では、個々の基板載置部 29A ~ 29D に内蔵された静電吸着用電極 40 毎に、直流電圧印加機構 43 により印加される静電吸着用の直流電圧と重畳して、バイアス電圧として高周波を印加するための高周波印加機構 56A ~ 56D が設けられている。高周波印加機構 56A ~ 56D はそれぞれ高周波電源 57 と可変容量コンデンサ 58 を備え、個別に制御可能である。4つの基板載置部 29A ~ 29D の基板載置面 31 に載置された4枚の基板2の特性に応じて、静電吸着用電極 40 に印加するバイアス電圧として印加される高周波のパワーを調整できるので、4枚の基板2間でばらつきのない均一なエッチング処理を実現できる。

【0070】

第6実施形態のその他の構成及び作用は第1実施形態と同様であるので、同一の要素には同一の符号を付して説明を省略する。

【0071】

(第7実施形態)

図22に示す本発明の第7実施形態のドライエッチング装置1では、個々の基板載置部 29A ~ 29D に内蔵された静電吸着用電極 40 毎に、個別に制御可能な直流電圧印加機構 43A ~ 43D を備える。また、個々の基板載置部 29A ~ 29D に内蔵された静電吸着用電極 40 にバイアス電圧として高周波を印加するための共通の高周波印加機構 56 が設けられている。個々の基板載置部 29A ~ 29D に内蔵された静電吸着用電極 40 に印加される直流電圧を個別に制御できるので、4つの基板載置部 29A ~ 29D の基板載置面 31 に載置された4枚の基板2間で静電吸着力のばらつきをなくし、均一化できる。

【0072】

第7実施形態のその他の構成及び作用は第1実施形態と同様であるので、同一の要素には同一の符号を付して説明を省略する。

【0073】

(第8実施形態)

図23に示す本発明の第8実施形態のドライエッチング装置1では、個々の基板載置部 29A ~ 29D に静電吸着用電極 40 が内蔵されている。また、個々の基板載置部 29A ~ 29D には、静電吸着用電極 40 よりも金属板 24 側(図において下側)にバイアス印加用電極 68 が内蔵されている。バイアス印加用電圧 68 は静電吸着用電極 40 とは電氣的に絶縁されている。個々の基板載置部 29A ~ 29D に内蔵されたバイアス印加用電極 68 には共通の高周波印加機構 56 からバイアス電圧としての高周波が印加される。

【0074】

個々の基板載置部 29A ~ 29D のバイアス電圧用電極 68 毎に、個別に制御可能な高周波印加機構を設けてもよい。4個の基板載置部 29A ~ 29D に内蔵されたバイアス電極 68 毎にバイアス電圧として印加される高周波を個別に調整することで、4つの基板載置部 29A ~ 29D の基板載置面 31 に載置された4枚の基板2間でばらつきのない均一なエッチング処理を実現できる。

【0075】

第8実施形態のその他の構成及び作用は第1実施形態と同様であるので、同一の要素には同一の符号を付して説明を省略する。

【0076】

(第9実施形態)

図24は本発明の第9実施形態のドライエッチング装置1を示す。図25から図26B

10

20

30

40

50

に示すように、トレイ 15 には厚み方向に貫通する単一の基板收容孔 19 が形成されている。また、基板收容孔 19 の孔壁 15 d から円環状の基板支持部 21 が突出している。この基板收容孔 19 内に收容された 1 枚の基板 2 は、この基板支持部 21 の上面 21 a に支持される。また、図 25、図 27 A、及び図 27 B に示すように、基板サセプタ 9 の誘電体板 23 は、単一の基板載置部 29 を備える。トレイ 15 を誘電体板 23 上に載置すると、基板載置部 29 がトレイ 15 の下面 15 c 側から基板收容孔 19 に進入し、トレイ 15 の下面が誘電体板 23 のトレイ支持面 28 で支持されると共に、基板載置部 29 の上端の基板載置面 31 上に基板 2 が載置される。

【0077】

基板 2 を静電吸着する静電吸着用電極は双極型である。具体的には、基板載置部 29 には 2 個の静電吸着用電極 40 A, 40 B が内蔵されている。また、個々の静電吸着用電極 40 A, 40 B 毎に直流電圧印加機構 43 E, 43 F が設けられており、個々の静電吸着用電極 40 A, 40 B には互いに逆極性の直流電圧が印加される。なお、第 1 から第 8 実施形態において静電吸着用電極を双極型としてもよい。逆に、本実施形態において静電吸着用電極を単極型としてもよい。

【0078】

本実施形態のドライエッチング装置 1 では、トレイ 15 に收容される基板 2 は 1 枚であるので、枚葉処理が可能である。また、比較的面積の大きい基板 2 の処理に適している。

【0079】

第 9 実施形態のその他の構成及び作用は第 1 実施形態と同様であるので、同一の要素には同一の符号を付して説明を省略する。

【0080】

(実験 1)

本発明により基板の冷却効率が向上することを確認するためのシミュレーションを行った。具体的には、実験例、比較例 1、及び比較例 2 についてバイアスパワーの増加と基板温度の上昇の関係をシミュレーションした。

【0081】

実験例は、本発明の第 9 実施形態に対応する。基板 2 は 2 インチサイズのシリコンウェハとした。トレイ 15 を厚み方向に貫通した基板收容孔 19 内に基板 2 を收容したトレイ 15 を基板サセプタ 9 の誘電体板 23 上に載置し、基板 2 の下面 2 a を基板載置面 31 上に直接載置し、双極型の静電吸着用電極 40 A, 40 B で静電吸着した。個々の静電吸着用電極 40 A, 40 B に印加する直流電圧は $\pm 900\text{ V}$ とした。また、基板載置面 31 と基板 2 の下面 2 a との間に伝熱ガスとしてヘリウムガスを供給し、その圧力は 800 Pa とした。

【0082】

比較例 1 は、基板が載置された有底のトレイを基板サセプタ上に配置し、トレイを介して間接的に基板を基板サセプタに対して静電吸着する例である。基板は 2 インチサイズのシリコンウェハとした。また、静電吸着用電極に印加する直流電圧は $\pm 900\text{ V}$ とし、トレイの下面に伝熱ガスとしてヘリウムガスを供給し、その圧力は 800 Pa とした。

【0083】

比較例 2 は、基板が載置された有底のトレイを基板サセプタ上に配置すると共に、基板の外周縁付近をクランプリングにより基板サセプタ側に機械的に押し付け、それによって基板を基板サセプタに対して固定する例である。基板は 4 インチサイズのシリコンウェハとした。また、基板の下面に伝熱ガスとしてヘリウムガスを供給し、その圧力は 600 Pa とした。

【0084】

以下の条件は、実験例及び比較例 1、2 について統一した。エッチングガスは塩素ガス (Cl_2) で流量は 50 sccm 、圧力は 2 Pa とした。ICP コイルに投入する高周波パワーは 300 W とした。放電時間は 60 秒 とした。また、天板、チャンバ、及び基板サセプタ (電極) の温度をそれぞれ、 100 、 100 、及び 20 とした。

【 0 0 8 5 】

図 28 にシミュレーション結果を示す。比較例 1 ではバイアスパワーを約 50 W とすると、レジスト焼けが起こる約 110 に基板温度が上昇する。また、比較例 2 では、バイアスパワーを約 200 W とすると、レジスト焼けが起こる約 110 に基板温度が上昇する。これに対して実験例では、バイアスパワーを 400 W に設定しても基板温度は、レジスト焼けが起こる約 110 に達しない。このシミュレーション結果は、従来例 1 及び 2 と比較して、実験例（本発明）における基板の冷却効率が大幅に高いことを示している。

【 0 0 8 6 】

（実験 2）

本発明により基板表面の全領域でのプラズマ処理が均一化されることを確認するためのシミュレーションを行った。前述の実験例と比較例 2 について基板表面に基板の中心を原点とした直交座標（X - Y 座標系）を設定し、これらについてエッチング速度（E / R）の分布をシミュレートした。また、実験例及び比較例 2 のいずれについても基板の材質はニッケルコバルト（NiCo）とした。

【 0 0 8 7 】

図 29 に比較例 2 のシミュレーション結果を示し、図 30 に実験例のシミュレーション結果を示す。比較例 2 では、基板の中心付近と比較すると基板の外周縁付近でエッチング速度が低く、基板の外周縁にクランプリングが存在することによりエッチング速度の分布が不均一となっている。詳細には、基板の中心から X 方向に 5 mm と Y 方向に 5 mm の位置でのエッチング速度の平均値が 42.5 nm / min であるのに対して、基板の中心から X 方向に 10 mm と Y 方向に 10 mm の位置でのエッチング速度の平均値が 43.9 nm / min であり、両者の間には 1.4 nm / min の差がある。これに対して、実験例では、基板の中心付近から外周縁付近にわたる全領域でエッチング速度が均一化されている。詳細には、基板の中心から X 方向に 5 mm と Y 方向に 5 mm の位置でのエッチング速度の平均値が 44.5 nm / min、基板の中心から X 方向に 10 mm と Y 方向に 10 mm の位置でのエッチング速度の平均値が 43.9 nm / min であり、両者の差は 0.6 nm / min の差に過ぎない。比較例 2 と比較すると、実験例（本発明）では基板の中心から 5 mm の位置と 10 mm の位置におけるエッチング速度の平均値の差が 1 / 2 未満に低減されている。

【 0 0 8 8 】

本発明は前記実施形態に限定されず、種々の変形が可能である。例えば、ICP 型のドライエッチング処理装置を例に本発明を説明したが、RI（リアクティブイオン）型のドライエッチング、プラズマ CVD 用プラズマ処理装置及びプラズマ処理方法に本発明を適用できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 8 9 】

【図 1】本発明の第 1 実施形態に係るドライエッチング装置の模式的な断面図。

【図 2】本発明の第 1 実施形態に係るドライエッチング装置の模式的な平面図。

【図 3】トレイ及び誘電体板を示す斜視図。

【図 4 A】トレイの平面図。

【図 4 B】図 4 A の IV - IV 線での断面図。

【図 5 A】トレイ及び誘電体板の部分拡大断面図（トレイ載置前）。

【図 5 B】トレイ及び誘電体板の部分拡大断面図（トレイ載置後）。

【図 6 A】誘電体板の平面図。

【図 6 B】図 6 の VI - VI 線での断面図。

【図 7】トレイ及び誘電体板の第 1 の代案の部分拡大断面図。

【図 8】トレイ及び誘電体板の第 2 の代案の部分拡大断面図。

【図 9】トレイ及び誘電体板の第 3 の代案の部分拡大断面図。

【図 10】トレイ及び誘電体板の第 4 の代案の部分拡大断面図。

【図 11】本発明の第 2 実施形態に係るドライエッチング装置が備えるトレイ及び誘電体板を示す断面図。

10

20

30

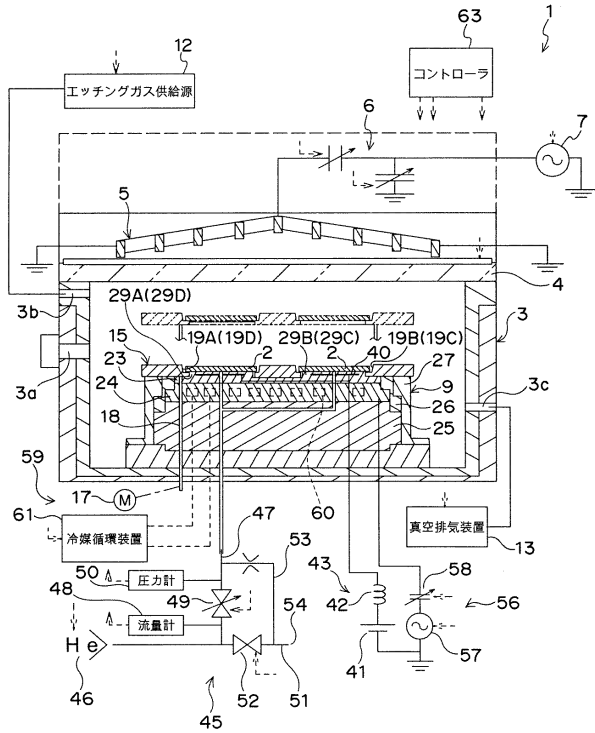
40

50

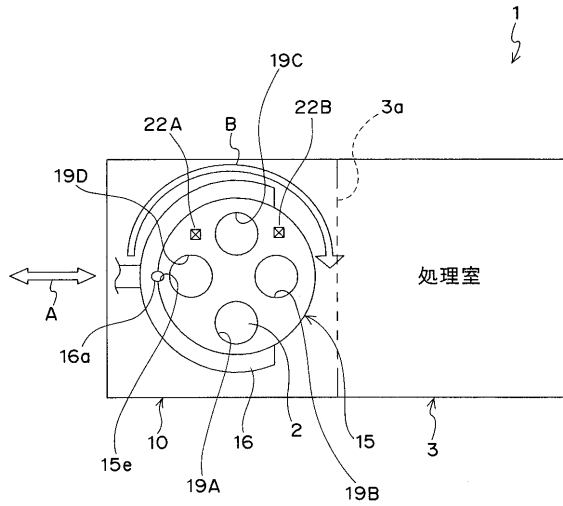
- 【図 1 2 A】トレイの平面図。
- 【図 1 2 B】図 1 2 A のXII - XXII線での断面図。
- 【図 1 3 A】誘電体板の平面図。
- 【図 1 3 B】図 1 3 のXIII - XIII線での断面図。
- 【図 1 4】トレイの第 1 の代案を示す平面図。
- 【図 1 5】トレイの第 2 の代案を示す平面図。
- 【図 1 6】本発明の第 3 実施形態に係るドライエッチング装置を示す模式的な断面図。
- 【図 1 7】図 1 6 の部分XVIIの部分拡大図。
- 【図 1 8 A】トレイ及びガイドプレートの第 1 の代案を示す部分拡大断面図。
- 【図 1 8 B】トレイ及びガイドプレートの第 2 の代案を示す部分拡大断面図。 10
- 【図 1 9】本発明の第 4 実施形態に係るドライエッチング装置を示す模式的な断面図。
- 【図 2 0】本発明の第 5 実施形態に係るドライエッチング装置を示す模式的な断面図。
- 【図 2 1】本発明の第 6 実施形態に係るドライエッチング装置を示す模式的な断面図。
- 【図 2 2】本発明の第 7 実施形態に係るドライエッチング装置を示す模式的な断面図。
- 【図 2 3】本発明の第 8 実施形態に係るドライエッチング装置を示す模式的な断面図。
- 【図 2 4】本発明の第 9 実施形態に係るドライエッチング装置を示す模式的な断面図。
- 【図 2 5】本発明の第 9 実施形態に係るドライエッチング装置が備えるトレイ及び誘電体板を示す模式的な斜視図。
- 【図 2 6 A】本発明の第 9 実施形態に係るドライエッチング装置が備えるトレイの平面図 20
- 。
- 【図 2 6 B】図 2 6 A のXXVI - XXVI線での断面図。
- 【図 2 7 A】誘電体板の平面図。
- 【図 2 7 B】図 2 7 A のXXVII - XXVII線での断面図。
- 【図 2 8】バイアスパワーと基板温度の関係を示すグラフ。
- 【図 2 9】比較例 2 におけるエッチング速度の分布を示すグラフ。
- 【図 3 0】実験例におけるエッチング速度の分布を示すグラフ。
- 【符号の説明】
- 【 0 0 9 0 】
- 1 ドライエッチング装置
 - 2 基板 30
 - 2 a 下面
 - 3 チャンバ
 - 3 a ゲート
 - 3 b エッチングガス供給口
 - 3 c 排気口
 - 4 天板
 - 5 ICPコイル
 - 6 マッチング回路
 - 7 高周波電源
 - 9 基板サセプタ 40
 - 1 0 ロードロック室
 - 1 2 エッチングガス供給源
 - 1 3 真空排気装置
 - 1 5 トレイ
 - 1 5 a トレイ本体
 - 1 5 b 上面
 - 1 5 c 下面
 - 1 5 d 孔壁
 - 1 5 e 位置決め切欠
 - 1 5 f 外周面 50

1 6	搬送アーム	
1 6 a	位置決め突起	
1 7	駆動装置	
1 8	昇降ピン	
1 9 , 1 9 A ~ 1 9 D	基板収容孔	
2 1	基板支持部	
2 1 a	上面	
2 1 b	先端面	
2 1 c	下面	
2 2 A , 2 2 B	センサ	10
2 3	誘電体板	
2 4	金属板	
2 5	スペーサ板	
2 6	ガイド筒体	
2 7	アースシールド	
2 8	トレイ支持面	
2 9 , 2 9 A ~ 2 9 D	基板載置部	
3 1	基板載置面	
3 2	円環状突出部	
3 3	円柱状突起	20
3 6	円形開口	
3 8	外周面	
4 0 , 4 0 A , 4 0 B	静電吸着用電極	
4 1	直流電源	
4 2	抵抗	
4 3 , 4 3 A ~ 4 3 F	直流電圧印加機構	
4 4	供給孔	
4 5 , 4 5 A ~ 4 5 D	伝熱ガス供給機構	
4 6	伝熱ガス源	
4 7	供給流路	30
4 8	流量計	
4 9	流量制御バルブ	
5 0	圧力計	
5 1	排出流路	
5 2	カットオフバルブ	
5 3	バイパス流路	
5 4	排気口	
5 6 , 5 6 A ~ 5 6 D	高周波印加機構	
5 7	高周波電源	
5 8	可変容量コンデンサ	40
5 9	冷却機構	
6 0	冷媒流路	
6 1	冷媒循環装置	
6 3	コントローラ	
6 5	収容溝	
6 7	ガイドプレート	
6 7 a	内周面	
6 7 b	下面	
6 7 c	上面	
6 8	バイアス印加用電極	50

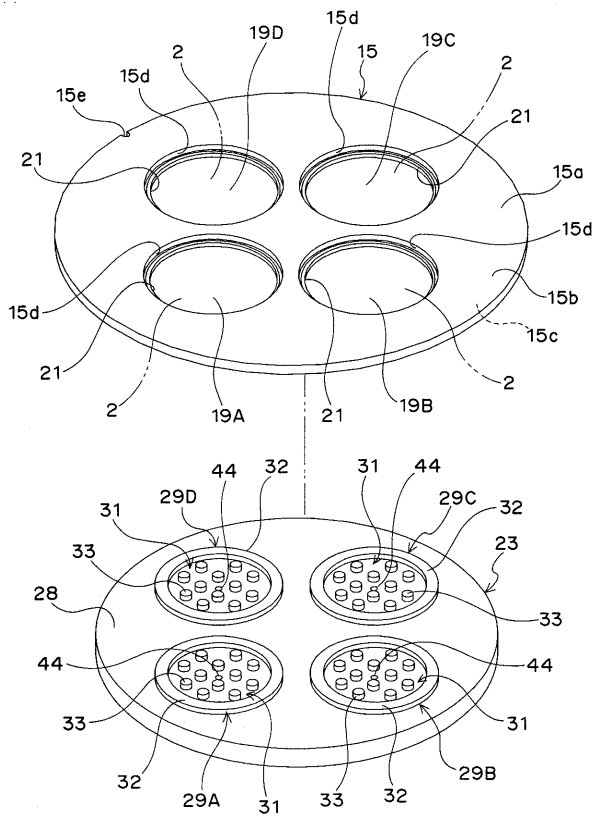
【図 1】



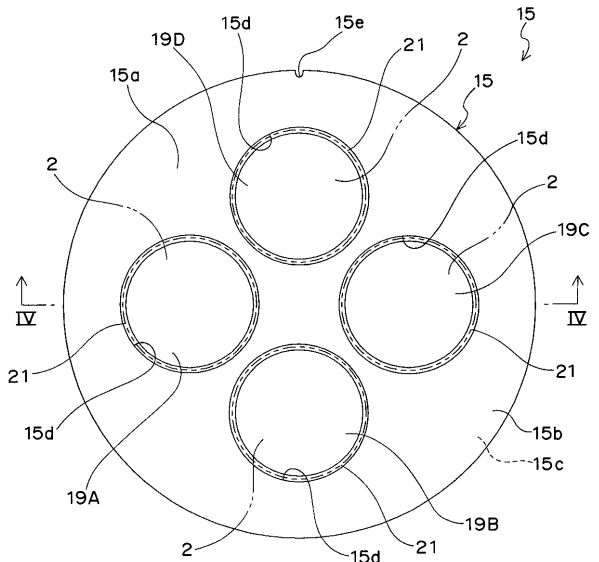
【図 2】



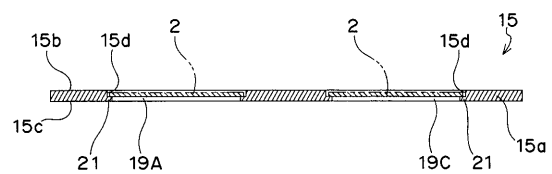
【図 3】



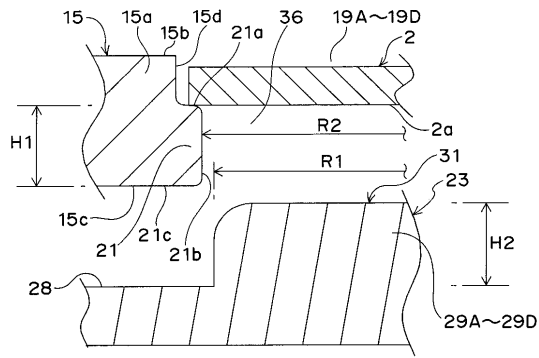
【図 4 A】



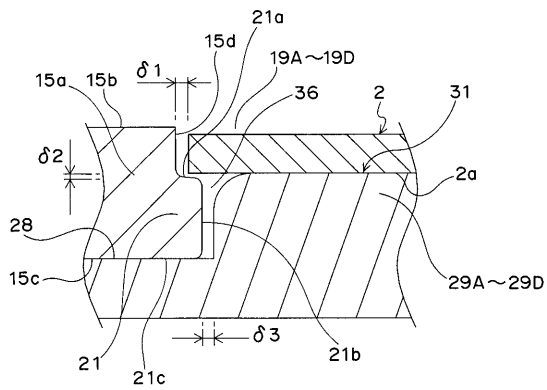
【図 4 B】



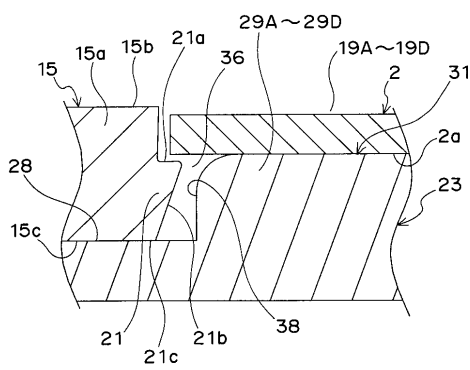
【図 5 A】



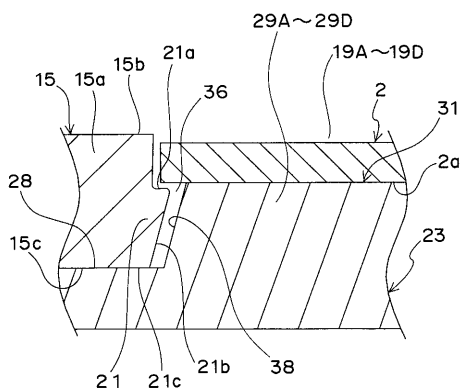
【図 5 B】



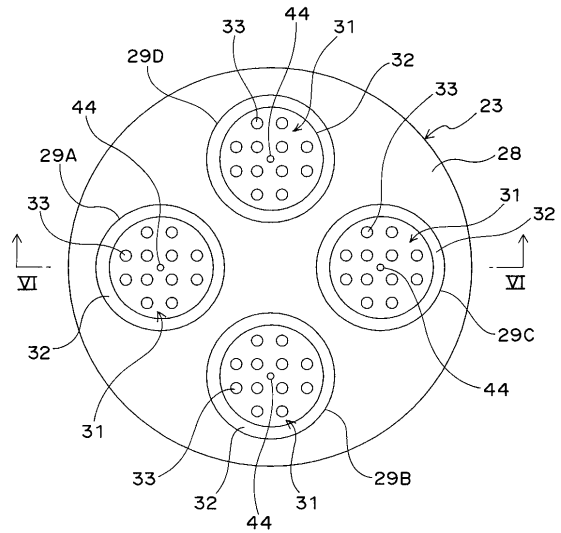
【図 7】



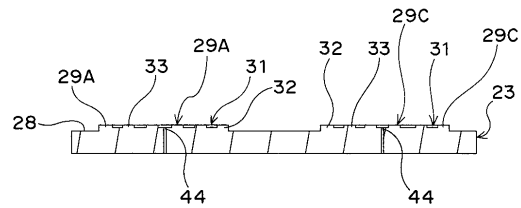
【図 8】



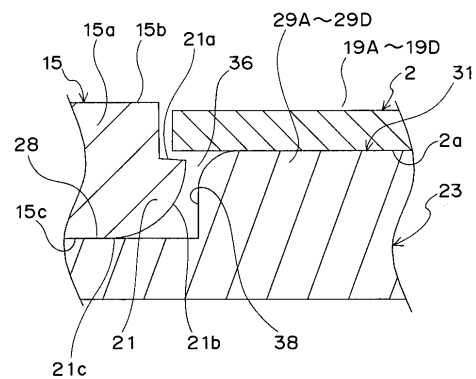
【図 6 A】



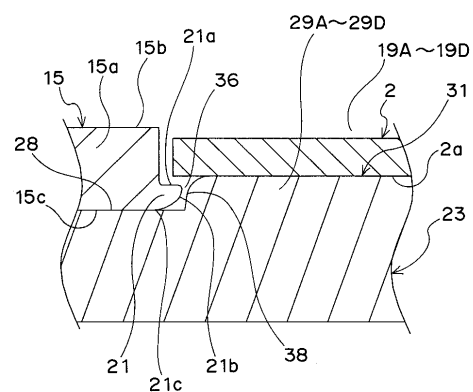
【図 6 B】



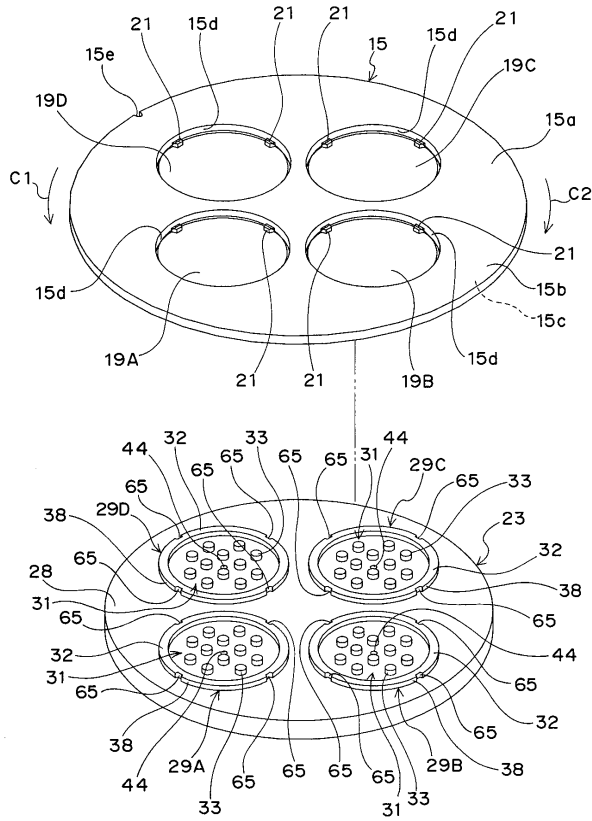
【図 9】



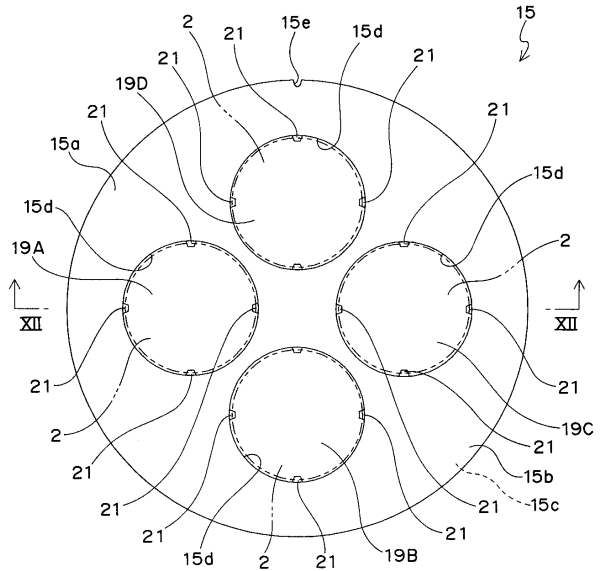
【図 10】



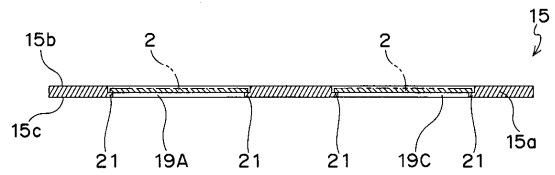
【図 1 1】



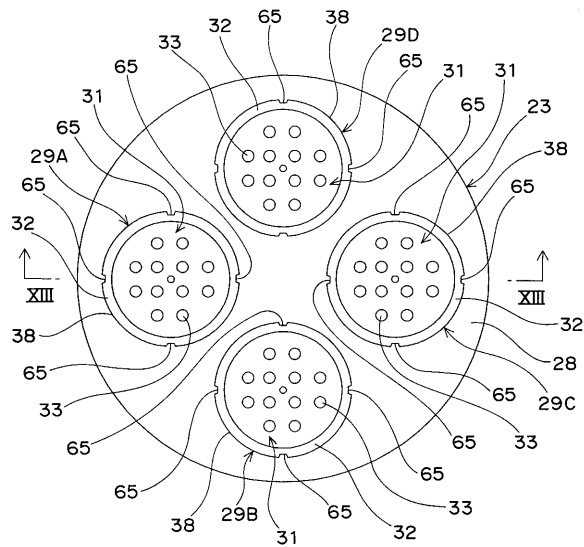
【図 1 2 A】



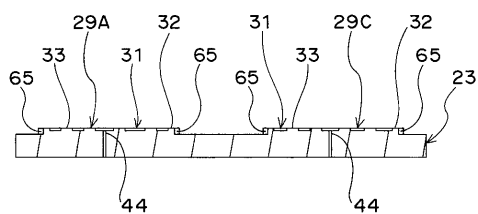
【図 1 2 B】



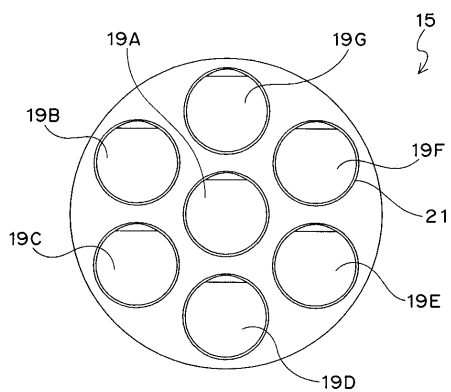
【図 1 3 A】



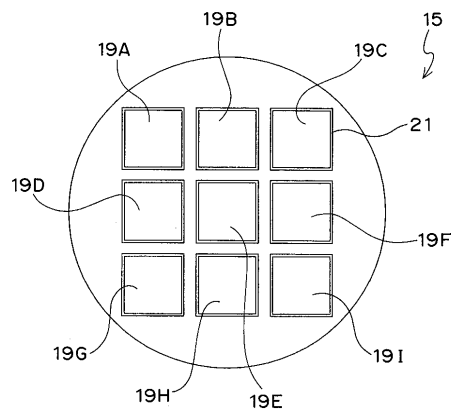
【図 1 3 B】



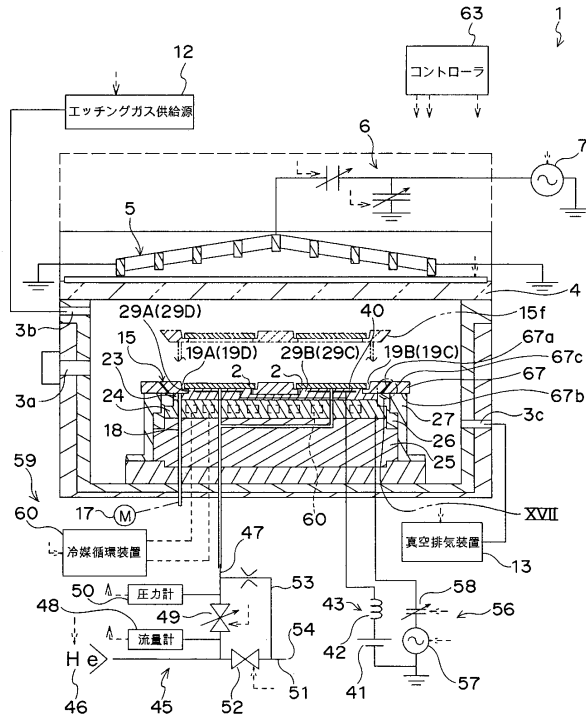
【図 1 4】



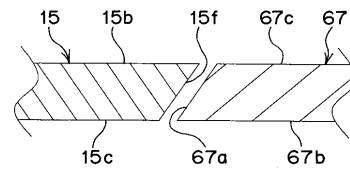
【図 1 5】



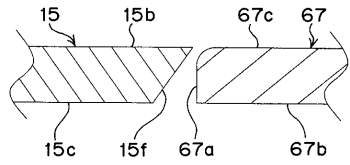
【図 16】



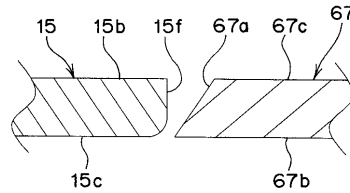
【図 17】



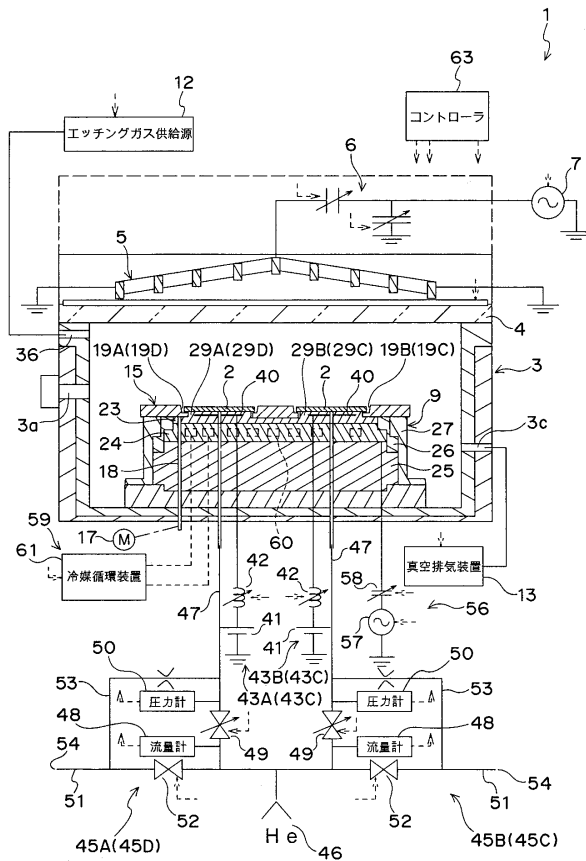
【図 18 A】



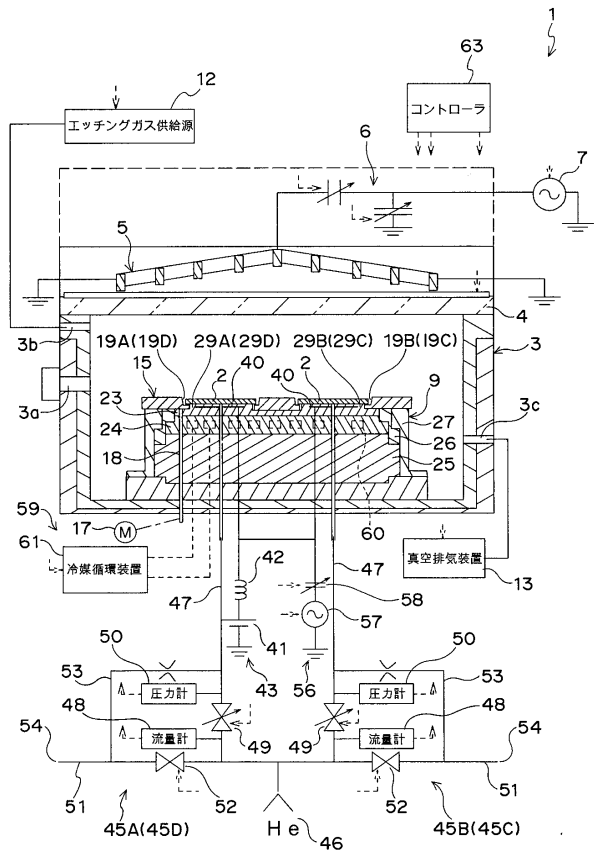
【図 18 B】



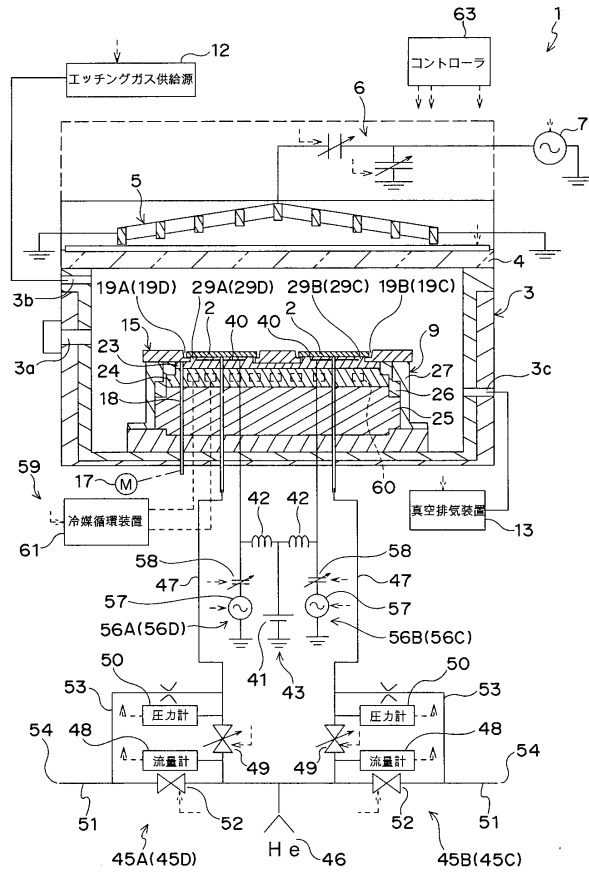
【図 19】



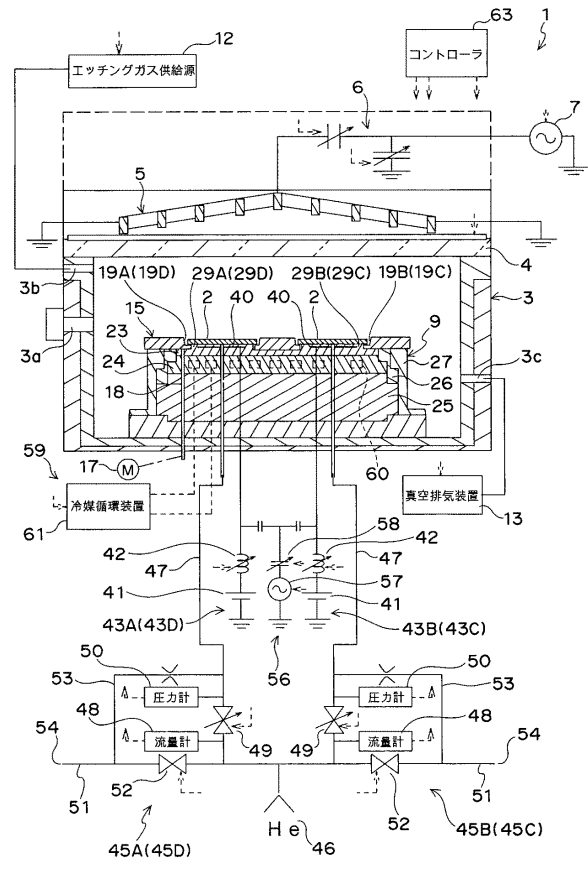
【図 20】



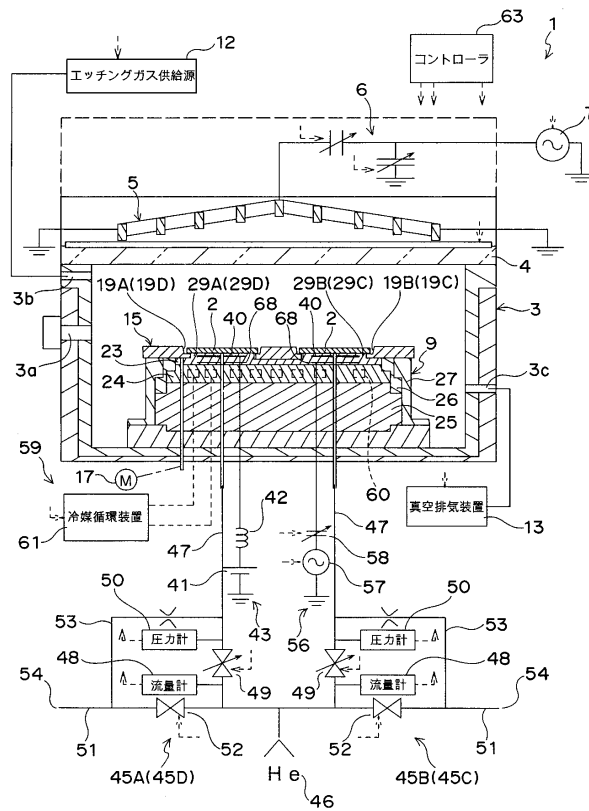
【図 2 1】



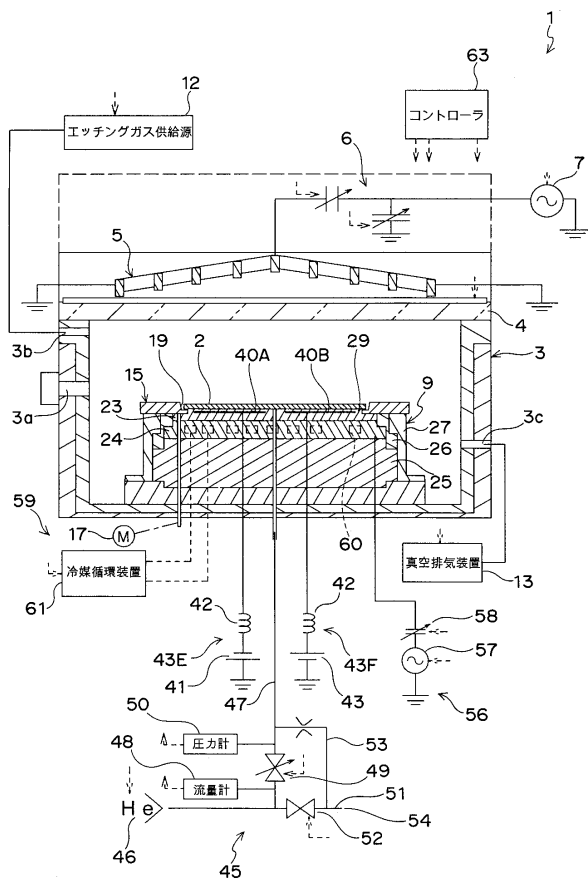
【図 2 2】



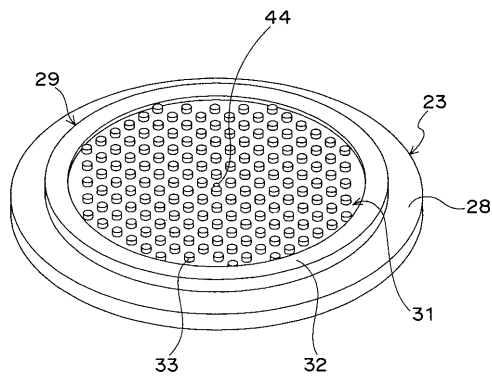
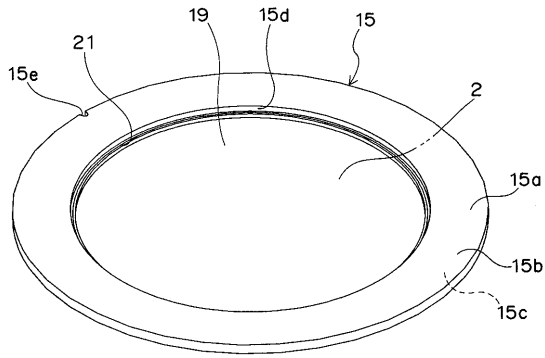
【図 2 3】



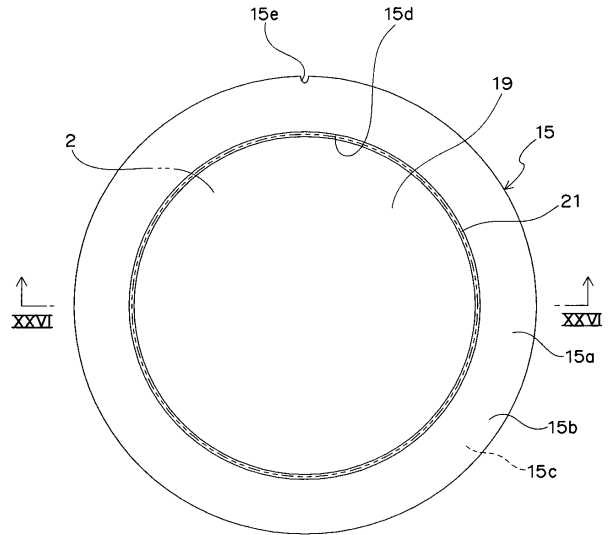
【図 2 4】



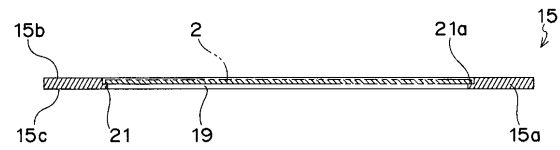
【図 25】



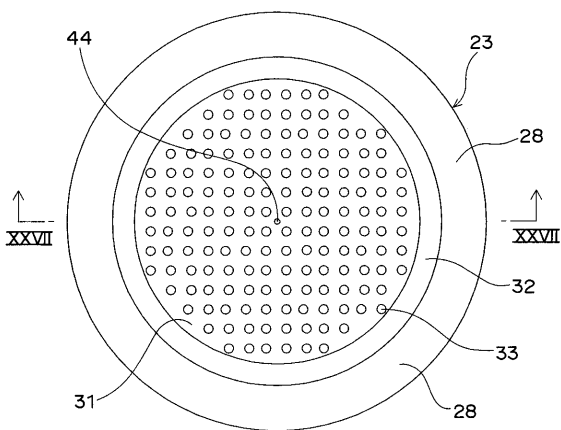
【図 26 A】



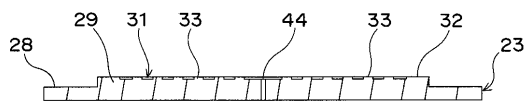
【図 26 B】



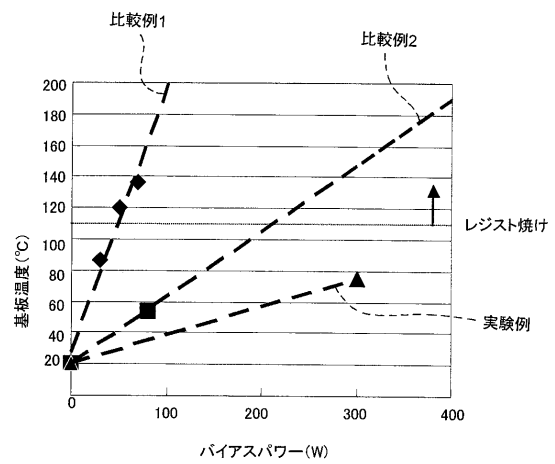
【図 27 A】



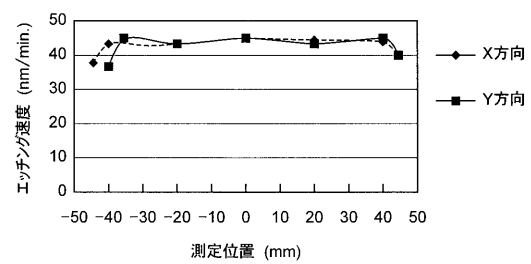
【図 27 B】



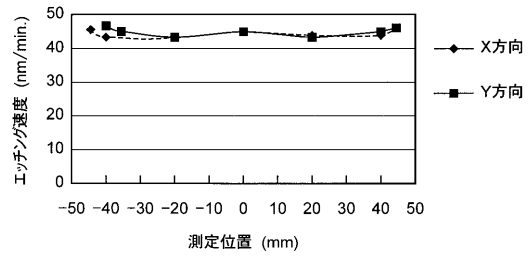
【図 28】



【図 29】



【図 30】



フロントページの続き

- (72)発明者 朝倉 浩海
大阪府門真市松葉町2番7号 パナソニック ファクトリーソリューションズ株式会社内
- (72)発明者 渡邊 彰三
大阪府門真市松葉町2番7号 パナソニック ファクトリーソリューションズ株式会社内
- (72)発明者 宝珍 隆三
大阪府門真市松葉町2番7号 パナソニック ファクトリーソリューションズ株式会社内
- (72)発明者 鈴木 宏之
大阪府門真市松葉町2番7号 パナソニック ファクトリーソリューションズ株式会社内

審査官 宮崎 園子

- (56)参考文献 特開平07-335616(JP,A)
特開2000-049207(JP,A)
特開2004-273533(JP,A)
特開2004-259826(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/3065