

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-182763

(P2010-182763A)

(43) 公開日 平成22年8月19日(2010.8.19)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 21/3065 (2006.01)	H O 1 L 21/302 1 O 1 R	5 F 0 0 4
H O 1 L 21/683 (2006.01)	H O 1 L 21/302 1 O 1 G	5 F 0 3 1
	H O 1 L 21/68 R	

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2009-23202 (P2009-23202)	(71) 出願人	501387839
(22) 出願日	平成21年2月4日 (2009.2.4)		株式会社日立ハイテクノロジーズ
			東京都港区西新橋一丁目24番14号
		(74) 代理人	100100310
			弁理士 井上 学
		(74) 代理人	100098660
			弁理士 戸田 裕二
		(72) 発明者	川上 雅敏
			山口県下松市大字東豊井794番地
			株式会社日立ハイテ
			クノロジーズ笠戸事業所内
		(72) 発明者	荒巻 徹
			山口県下松市大字東豊井794番地
			株式会社日立ハイテ
			クノロジーズ笠戸事業所内
			最終頁に続く

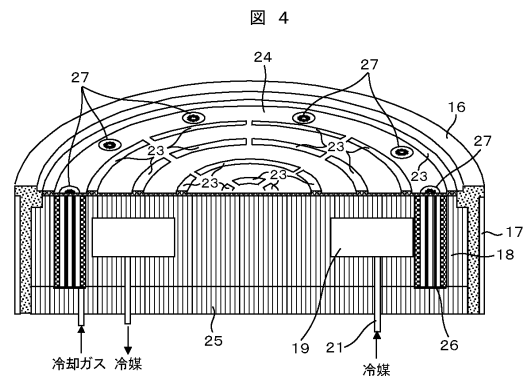
(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【要約】

【課題】ガス穴部での異常放電を抑制することにより、異常放電によって起こる試料台の損傷を防止し、装置の信頼性及び安定性の高いプラズマ処理装置を提供する。

【解決手段】真空処理室と、被処理体が載置され内部に被処理体の温度を制御するための冷媒通路を有した試料台と、被処理体を試料台に静電吸着する静電吸着電源と、試料台内に被処理体と試料台との間に被処理体の温度を制御するための伝熱ガスを供給する複数のガス穴部とを有するプラズマ処理装置において、ガス穴部は、誘電体からなるボス、スリーブ及び複数の細管を有し、複数の細管は、ガス穴部の中心から外側に向かって半径の10%以上50%以下の範囲に配置させた。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

真空処理室と、被処理体が載置され内部に前記被処理体の温度を制御するための冷媒通路を有した試料台と、前記被処理体を前記試料台に静電吸着する静電吸着電源と、前記試料台内に前記被処理体と前記試料台との間に前記被処理体の温度を制御するための伝熱ガスを供給する複数のガス穴部とを有するプラズマ処理装置において、

前記ガス穴部は、誘電体からなるボス、スリーブ及び複数の細管を有し、

前記複数の細管は、前記ガス穴部の中心から外側に向かって半径の 10% 以上 50% 以下の範囲に配置させたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 2】

10

請求項 1 記載のプラズマ処理装置において、

前記ガス穴部は、さらに、誘電体からなる支柱を有し、

前記支柱は、前記ボスの下側に位置し、前記ボス及び前記スリーブとの間に隙間を空けて設けられ、前記伝熱ガスが前記隙間を通ることを特徴とするプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、半導体ウエハなどの被処理体の処理を行うプラズマ処理装置にかかり、特に、被処理体と被処理体を保持する試料台との間で、異常放電を抑制したプラズマ処理装置に関する。

20

【背景技術】**【0002】**

半導体デバイスの製造工程に使用されるプラズマ処理装置では、歩留まりを左右するエッチングレートの均一化のために被処理体の温度制御が重要である。このため、被処理体が載置される試料台を温度制御し、この試料台と被処理体の間にヘリウムなどの伝熱ガスを導入して両者の伝熱を行い、被処理体全体にわたって温度が均一になるように温度制御している。被処理体は、セラミックス（静電吸着板）を上面に備えた試料台に電圧を印加することによりセラミックスに吸着されている。試料台にはガスを供給するためのガス穴が幾つか設けられている。伝熱ガスがガス穴から被処理体裏側全体に行き渡り易いように、ガス分散用の同心円状の溝が複数列られている。このガス穴はセラミックスを貫通して導電性の試料台の内部まで通じている。

30

【0003】

プラズマ処理中、被処理体を処理するための高周波電力と温度制御に必要な伝熱ガス圧力数 kPa という環境はガス穴において放電を発生させ易い環境である。この放電を防止するためには、ガス穴に導体部が露出しないように誘電体でガス穴部を形成することと、パッシェンの法則に基づき異常放電が発生しづらくなるようにガス穴の空間を狭くすることが必要である。

【0004】

このようなことから、誘電体でガス穴部を形成し、ガス穴の空間を狭めるためにその誘電体に微細な径の直線的な穴を複数個開けたプラズマ処理装置が、例えば、特許文献 1 及び特許文献 2 により提案されている。

40

【先行技術文献】**【特許文献】****【0005】**

【特許文献 1】特開平 10 - 50813 号公報

【特許文献 2】特開 2006 - 344766 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

しかしながら、上記従来技術はガス穴部に誘電体を用いて絶縁するということと、ガス

50

穴の空間を狭めることにのみに配慮し、実際のガス穴部出口付近の電界分布に対しては配慮がなされておらず、異常放電対策としては不十分であった。

【 0 0 0 7 】

ガス穴部の電界は導体を貫通するガス穴部の出口付近からある程度内部まで侵入する。ガス穴部出口から内部に向かって形成される電界分布は、図 1 の (a) に示すように電気力線が深さ方向に向かって発散するように走っている。この深さ方向に電界分布ができる要因は高周波電力によって被処理体上に発生するセルフバイアス電位 V_s と被処理体を試料台に静電吸着させるために印加される電位 V_e の電位差 V_d 、すなわち $V_d = V_s - V_e$ が被処理体と試料台の間に発生していることによる。つまり、ガス穴部を誘電体で形成し微細な径の穴を用いてガス穴の空間を狭くしても、ガス穴部中心付近のガス穴では電子が深さ方向に加速されるので放電に必要な空間が十分にあることになり異常放電が発生する。

10

【 0 0 0 8 】

また電界分布は図 1 の (b) に示すような等電位線を形成している。これによると外周付近の等電位線は密となっており、電界強度が強いことが分かる。そのため、この外周部の近傍にガス穴が存在すると異常放電が発生する。

【 0 0 0 9 】

つまり、特許文献 1 及び特許文献 2 は共にガス穴がガス穴部中心近傍及び、外周部近傍に開いており異常放電を十分に防止することができないという問題が生じる。

【 0 0 1 0 】

本発明の目的は、上記従来技術の欠点に鑑み、ガス穴部に設けられる複数のガス穴の位置を最適化することにより、異常放電の抑制効果を強化するプラズマ処理装置を提供することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

本発明は、真空処理室と、被処理体が載置され内部に前記被処理体の温度を制御するための冷媒通路を有した試料台と、前記被処理体を前記試料台に静電吸着する静電吸着電源と、前記試料台内に前記被処理体と前記試料台との間に前記被処理体の温度を制御するための伝熱ガスを供給する複数のガス穴部とを有するプラズマ処理装置において、前記ガス穴部は、誘電体からなるボス、スリーブ及び複数の細管を有し、前記複数の細管は、前記ガス穴部の中心から外側に向かって半径の 10 % 以上 50 % 以下の範囲に配置させたことを特徴とする。

30

【 0 0 1 2 】

また、前記ガス穴部は、さらに、誘電体からなる支柱を有し、前記支柱は、前記ボスの下側に位置し、前記ボス及び前記スリーブとの間に隙間を空けて設けられ、前記伝熱ガスが前記隙間を通ることを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 3 】

電気力線は発散しているので中心付近から離れることにより電子の加速方向が径方向に傾きを持つ。ガス穴の位置をガス穴部の中心から外側へ向かって半径の 10 % 以上離すことにより、電子がガス穴側壁方向へ加速されるため、実効的な放電空間が狭まり異常放電を抑制できる。

40

【 0 0 1 4 】

また、ガス穴の位置をガス穴部の中心から外側へ向かって半径の 50 % 以下とすれば、ガス穴部外周付近と比較して電界強度が 1 / 3 以下に減少することから、異常放電が抑制できる。

【 0 0 1 5 】

本発明によれば、複数あるガス穴の全てをガス穴部の中心から外側に向かって半径の 10 % 以上 50 % 以下の範囲に配置させることにより、ガス穴に生じる異常放電を抑制することができる。また、異常放電によって起こる試料台の損傷を防止し、装置の信頼性及び

50

安定性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】従来のガス穴部の断面と電界分布を表した図である。

【図2】本発明の第1の実施例にかかるプラズマ処理装置の概略図である。

【図3】本発明の第1の実施例にかかる電極の断面図である。

【図4】本発明の第1の実施例にかかる電極の斜視図である。

【図5】本発明の第1の実施例にかかるガス穴部の断面図である。

【図6】本発明の第1の実施例にかかるガス穴部の上面図である。

【図7】本発明の第1の実施例にかかるガス穴部の伝熱ガスの流れを示した図である。

10

【図8】本発明の第1の実施例にかかるガス穴部の電界分布を電気力線で表した図である。

【図9】圧力と穴径の積に対する異常放電開始電圧をしめるパッシェンの法則を示す図である。

【図10】本発明の第2の実施例にかかるガス穴部の断面図である。

【図11】本発明の第2の実施例にかかるガス穴部の伝熱ガスの流れを示した図である。

【図12】本発明の第2の実施例にかかるガス穴部の電界分布を電気力線で表した図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

20

本発明を実施するための最良の形態を、以下図面を用いて詳細に説明する。

【実施例1】

【0018】

本発明の第1の実施例を図2乃至図9で説明する

図2は、本発明の第1の実施例にかかるプラズマ処理装置の概略図である。

【0019】

本実施例にかかるプラズマ処理装置は、真空処理容器内に設けられたプラズマ処理室（真空処理室）1と、半導体ウエハである被処理体4を載置する第一電極（試料台）2と、プラズマ生成用高周波電力が供給される第二電極3と、マッチングボックス5と、プラズマ生成用高周波電源6と、電磁コイル7と、ヨーク8と、処理ガス供給系9と、ガス分散板10と、シャワープレート11と、第一フィルタ12と、直流電源13（静電吸着電源）と、高周波バイアス電源14と、第二フィルタ15から構成される。

30

【0020】

前記プラズマ処理室1内の第一電極2と第二電極3とは、一対の対向する電極を構成しており、第一電極2は、被処理体4が載置される試料台の役割も担っている。被処理体4と試料台2の間には静電吸着板（静電吸着用セラミックス）20が介在しており、静電吸着板20は被処理体4を試料台2に吸着させる。第二電極3には、前記高周波電源6からマッチングボックス5を介して高周波エネルギーが供給される。第二電極3の下方には処理ガス供給系9が繋がれたガス分散板10と、そのガス分散板10から処理室1内にガスを放出するシャワープレート11が設置されている。処理室1内に放出された処理ガスは、第二電極3に供給された高周波エネルギーによりプラズマ化され、このプラズマは周囲に配置された電磁コイル7とヨーク8により、処理室1内で均一化される。

40

【0021】

図3は、本発明の第1の実施例にかかる電極の断面図である。

【0022】

第一電極2は、主にサセプタ16と、カバー17と、ヘッド部18（試料台）と、ヘッド部内部に環状に形成された空間（冷媒通路）19と、円盤状の静電吸着板20（静電吸着用セラミックス）とから構成される。

【0023】

被処理体4を載置して保持する第一電極2のヘッド部18は円盤状を呈し、その上表面

50

には同じく円盤状の静電吸着用セラミックス 20 が載置され、その上に直接被処理体 4 が載置されている。第一電極 2 の外側には SiO_2 で作られた環状のサセプタ 16 と、その更に外側には表面をセラミックス溶射された金属製のカバー 17 が設けられ、アース電位となっている。ヘッド部 18 はアルミ製で、中央部にヘッド部 18 を温度制御するための冷媒を留める空間 19 (冷媒通路) と、この空間に冷媒を供給排出する冷媒通路 21 とが設けられている。静電吸着用セラミックス 20 の上表面には、それぞれ環状の島部 23 と溝部 24 を有している。

【0024】

図 4 は、本発明の第 1 の実施例にかかる電極の斜視図である。

【0025】

溝部 24 は供給された伝熱ガスが均一に被処理体 4 と静電吸着用セラミックス 20 の隙間に行き渡り易いように、円周方向と (同心円状に) 径方向に複数掘り込まれている。

【0026】

島部 23 は、静電吸着用セラミックス 20 に溝部 24 が掘り込まれた後に残った部分で、島部 23 は被処理体 4 に直接接触して被処理体 4 の吸着に大きく寄与する。

【0027】

図 3 に基づいて静電吸着用セラミックス 20 と被処理体 4 の隙間に伝熱ガスを供給する手段について述べる。伝熱ガス供給路 22 から導入された伝熱ガス、例えば He , Ar は台座部 25 に円周方向に掘られた伝熱ガス分配路 26 へ供給される。台座部 25 はヘッド部 18 と同じアルミ製でありヘッド部 18 とは電氣的に接触している。伝熱ガス分配路 26 に供給された伝熱ガスは、静電吸着用セラミックス 20 及びヘッド部 18 を貫通するガス穴部 27 を通って静電吸着用セラミックス 20 と被処理体 4 の隙間に供給される。

【0028】

図 4 に示すように、ガス穴部 27 は伝熱ガス圧力の面内均一性とコンダクタンスの確保から円周方向に等間隔で複数設けられている。

【0029】

図 5 は、本発明の第 1 の実施例にかかるガス穴部の断面図である。

【0030】

ガス穴部 27 はボス 28 とボス 28 を貫通する細管 30 (伝熱ガス供給路) とボス 28 とヘッド部 18 の間に設けられたスリーブ 29 で構成される。ボス 28 は直径 3 mm ~ 8 mm が望ましく、本実施例では直径 5.5 mm を採用した。スリーブ 29 の厚みは 0.5 mm から 2 mm 程度が望ましく、本実施例では厚さ 1 mm を採用した。よって、本実施例におけるガス穴部 27 の直径は 7.5 mm となる。深さ方向長さはヘッド部 18 と同等である。ボス 28 は耐高電圧性が求められることから、特に絶縁性が高いセラミックス例えば高純度 Al_2O_3 , 高純度 Y_2O_3 等が望ましい。スリーブ 29 及び細管 30 もボス 28 と同様の材質が望ましい。スリーブ 29 とヘッド部 18 の隙間及びスリーブ 29 とボス 28 の隙間は絶縁性の接着材で接着されている。その接着されたヘッド部 18 とスリーブ 29 の上面を覆うように、静電吸着用セラミックス 20 が溶射される。その際、静電吸着用セラミックス 20 とボス 28 の外周部は隙間無く溶射される。この静電吸着用セラミックス 20 が焼結体の場合はボス 28 とスリーブ 29 との隙間は絶縁性の接着剤で接着されるがヘッド部 18 との接着材は静電吸着方法により導電性になるか、絶縁性になるかは異なる。

【0031】

図 6 は、本発明の第 1 の実施例にかかるガス穴部の上面図である。

【0032】

異常放電を抑制するためには、細管 30 の直径を 0.3 mm 以下とすることが望ましい。これは、伝熱ガスの最適な圧力領域が 100 ~ 10 kPa であることとパッシェンの法則による。また、機械加工性及び伝熱ガス流量を流すの必要なコンダクタンスを考慮すると直径は 0.1 mm 以上が望ましい。本実施例では直径 0.2 mm を採用する。

【0033】

また、細管 30 は異常放電防止のため、ガス穴部 27 の中心から外側に向かって半径の

10

20

30

40

50

10%以上50%以下の範囲に配置させた。

【0034】

本実施例ではガス穴部27の中心から10.6%~26%の直径の範囲に相当するボス28の中心から直径0.8mm~2mmの間に細管30を設けている。細管30の個数はコンダクタンスを考慮すると20個以上が望ましい。本実施例では30個を採用した。

【0035】

図2に示すように、第一電極2には高周波成分カット用の第一フィルタ12を介して数100Vの直流電源(静電吸着電源)13が接続されている。これにより、静電吸着用誘電体(静電吸着膜)を介して被処理体4と第一電極2の間に作用するクーロン力により、被処理体4が第一電極2上に吸着保持される。第一電極2には400kHz~4MHzの周波数の高周波バイアス電源14がDC成分をカットする第二フィルタ15を介して接続されている。

10

【0036】

被処理体4を処理(エッチング処理)する場合は、真空の状態で搬送手段により被処理体4を真空処理室1へ導入し、予め冷媒によって温度制御された第一電極2へ被処理体4を載置する。電磁コイル7へ通電して所定の磁場を形成して処理ガスを導入し、プラズマ生成用高周波電源6に通電し、第二電極3からマイクロ波~VHF波の周波数領域の電磁波を発生して磁場との相互作用により処理室1内のガスをプラズマ化する。プラズマ生成後、直流電源13により直流電圧を印加することにより、被処理体4を第一電極2に吸着させる。

20

【0037】

次いで、図7に示すように、伝熱ガス供給路(手段)22から伝熱ガス分配路26, 細管30を通してヘリウム等の伝熱ガスを被処理体4と第一電極2(静電吸着用セラミックス20上面)との間に充填する。伝熱ガスは素早く拡散して伝熱作用を発揮し、プラズマから被処理体4に入る熱をヘッド部18に伝達し、冷媒と熱交換を行わせる。

【0038】

次いで、被処理体4を処理するために、第一電極2へ高周波バイアス電源14により高周波電力が印加される。この高周波電力により、被処理体4上に発生するセルフバイアス電位 V_s と被処理体を試料台に静電吸着させるために印加される電位 V_e の電位差、すなわち $V_d = V_s - V_e$ が被処理体と試料台の間に生ずる。

30

【0039】

図8は、本発明の第1の実施例にかかるガス穴部の電界分布を電気力線で表した図である。

【0040】

本発明では、ガス穴部の中心付近にガス穴が存在しないため、電子が電界分布により深さ方向に直線的に加速されることはない。つまり、電子は細管30の側面に衝突することなく、大きな運動エネルギーを電界から受け、中性粒子に衝突して異常放電の要因となる電子なだれを生むことがない。また、細管30内の電子の加速方向は径方向に傾きをもっており、電子は深さ方向だけでなく径方向にも加速され側面に衝突し運動エネルギーを失う。このことは、電子の加速距離が放電空間とするならば、加速距離が減少することにより、放電空間が減少すると考えられる。

40

【0041】

このように本実施例によれば、細管30を中心付近から離す構造とし、実効的な放電空間を減少させることによりガス穴部27での異常放電を抑制することができる。

【0042】

また、異常放電が問題となる処理条件の例を挙げると、セルフバイアス電位 $V_s = 2000V$, 静電吸着させるために印加される電位 $V_e = -500V$, 伝熱ガス圧力 $P = 3000Pa$ がある。この場合、被処理体と試料台の間に生ずる電位差は $V_d = 2500V$ となる。

【0043】

50

図 9 は、圧力と穴径の積に対する異常放電開始電圧をしめるパッシェンの法則のグラフを示す。

【 0 0 4 4 】

穴径 d は 0.2 mm であるので、 $P \cdot d = 0.6 [\text{Pa} \cdot \text{m}]$ となり、そのときの異常放電電圧は 1500 V となる。このことから異常放電が発生すると考えられるが、ガス穴の位置をガス穴部の中心から外側へ向かって半径の 50% 以下とすれば、ガス穴部外周付近と比較して電界強度が $1/3$ 以下に減少することから、電位差も $1/3$ 、 840 V 以下となり異常放電は抑制できる。

【 0 0 4 5 】

つまり、電界強度の強いガス穴部の中心から外側へ向かって半径の 50% より外側に、ガス穴が存在しなければ、異常放電を抑制することができる。

10

【実施例 2】

【 0 0 4 6 】

本発明の第 2 の実施例を図 10 乃至図 12 で説明する。

【 0 0 4 7 】

図 10 は、本発明の第 2 の実施例にかかるガス穴部の断面図である。

【 0 0 4 8 】

ガス穴部 31 はスリーブ 32 とボス 33 と細管 34 と支柱 35 で構成されている。第 2 の実施例は、第 1 の実施例に加え、支柱 35 が追加されている。

【 0 0 4 9 】

ボス 33 は直径 $3 \text{ mm} \sim 8 \text{ mm}$ 、深さ方向長さは $2 \text{ mm} \sim 10 \text{ mm}$ である。また、細管 34 は直径 0.2 mm で、ボス 33 を貫通して設けられている。支柱 35 はボス 33 と同じように誘電体、例えば、セラミックス製であり、ボス 33 の下側に 0.3 mm 隙間をあけて設けられている。支柱 35 はボス 33 とことなり、単純な円筒形状であり内部に細管等が設けられていない。また、支柱 35 はスリーブ 32 の内径より $0.1 \text{ mm} \sim 0.2 \text{ mm}$ 程小さい。この隙間を伝熱ガスが流れる。

20

【 0 0 5 0 】

図 11 は、本発明の第 2 の実施例にかかるガス穴部の伝熱ガスの流れを示した図である。

【 0 0 5 1 】

図 12 は、本発明の第 2 の実施例にかかるガス穴部の電界分布を電気力線で表した図である。

30

【 0 0 5 2 】

この構造では、細管 34 を通過してきた電子が支柱 35 に衝突するため、加速領域及び放電空間を狭めることができる。これにより、異常放電を抑制できる。そのことに加え深さ方向長さを短くすることができることから、コンダクタンスの向上が期待できる。

【符号の説明】

【 0 0 5 3 】

- 1 プラズマ処理室（真空処理室）
- 2 第一電極（試料台）
- 3 第二電極
- 4 被処理体
- 5 マッチングボックス
- 6 プラズマ生成用高周波電源
- 7 電磁コイル
- 8 ヨーク
- 9 処理ガス供給系
- 10 ガス分散板
- 11 シャワープレート
- 12 第一フィルタ

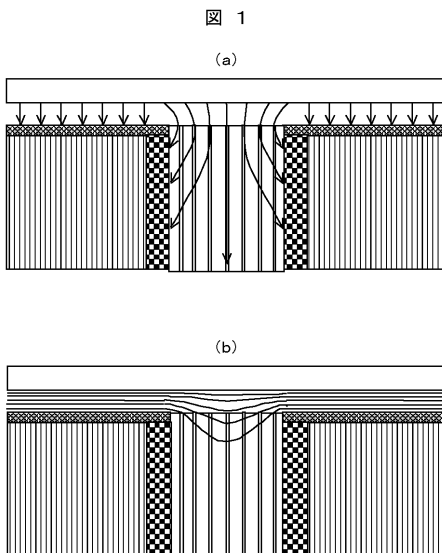
40

50

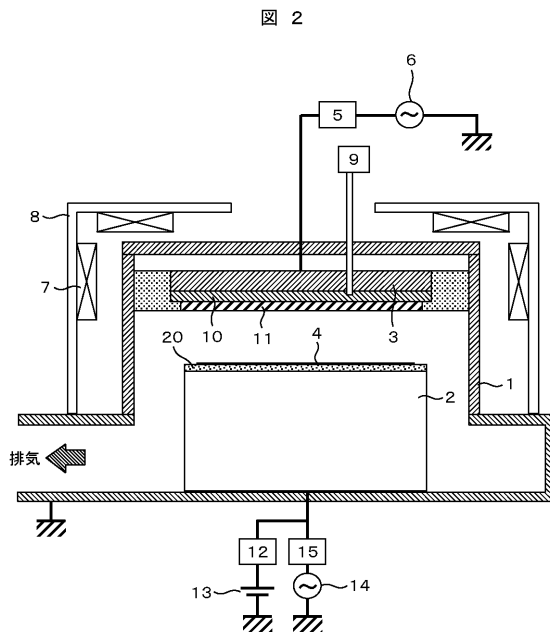
- 1 3 直流電源（静電吸着電源）
- 1 4 高周波バイアス電源
- 1 5 第二フィルタ
- 1 6 サセプタ
- 1 7 カバー
- 1 8 ヘッド部
- 1 9 空間
- 2 0 静電吸着板（静電吸着用セラミックス）
- 2 1 冷媒通路
- 2 2 伝熱ガス供給路
- 2 3 島部
- 2 4 溝部
- 2 5 台座部
- 2 6 伝熱ガス分配路
- 2 7 , 3 1 ガス穴部
- 2 8 , 3 3 ポス
- 2 9 , 3 2 スリーブ
- 3 0 , 3 4 細管
- 3 5 支柱

10

【 図 1 】

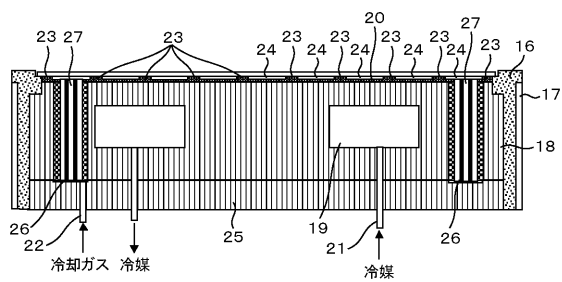


【 図 2 】



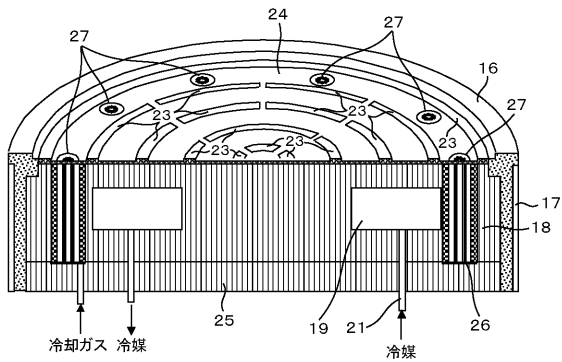
【図 3】

図 3



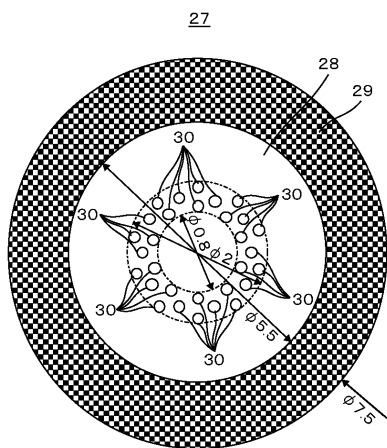
【図 4】

図 4



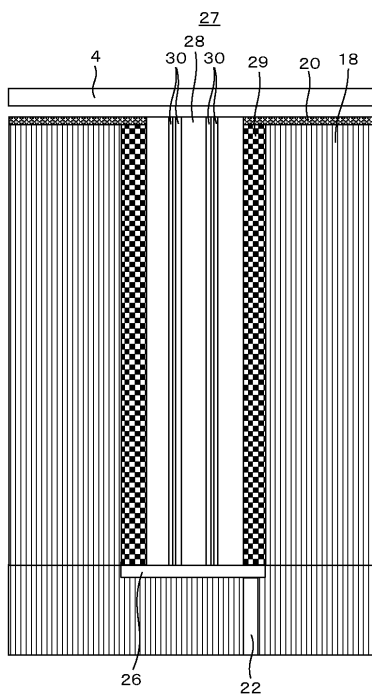
【図 6】

図 6



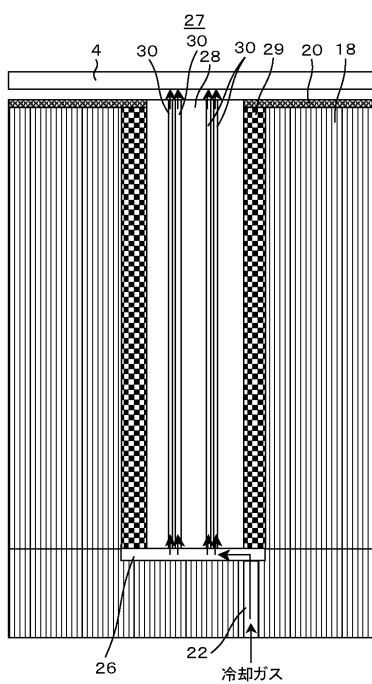
【図 5】

図 5



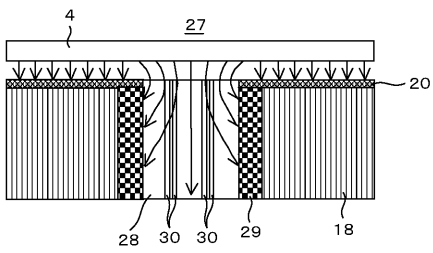
【図 7】

図 7



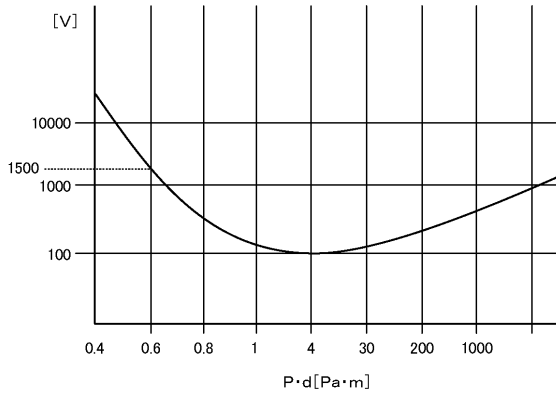
【図 8】

図 8



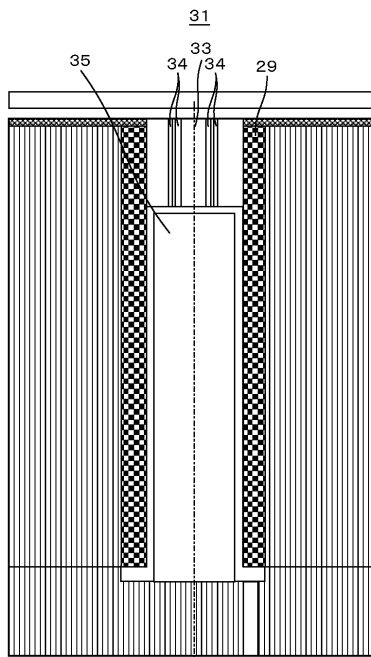
【図 9】

図 9



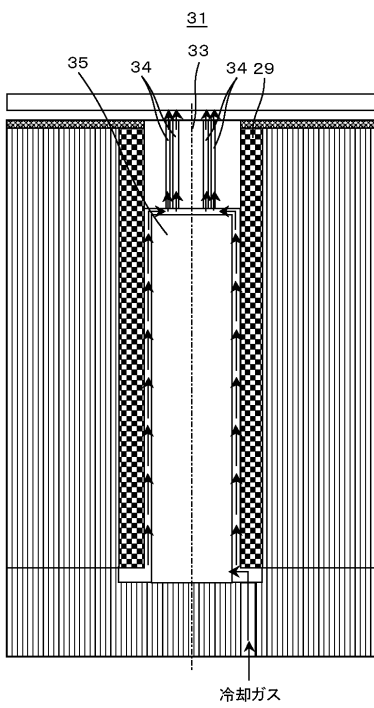
【図 10】

図 10



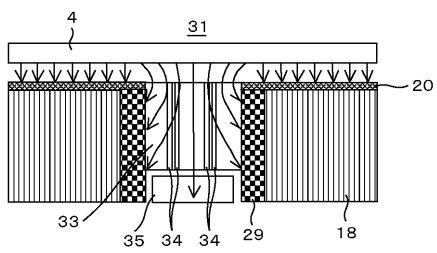
【図 11】

図 11



【図 12】

図 12



フロントページの続き

(72)発明者 白米 茂
山口県下松市大字東豊井 7 9 4 番地 株式会社日立ハイテクノロジーズ
笠戸事業所内

(72)発明者 横川 賢悦
山口県下松市大字東豊井 7 9 4 番地 株式会社日立ハイテクノロジーズ
笠戸事業所内

(72)発明者 丹藤 匠
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所中央研究所内

F ターム(参考) 5F004 AA16 BA08 BB07 BB22 BB23 BB25 BB28 BB29 CA06
5F031 CA02 HA10 HA16 HA40 MA32 NA05