

(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2004-119987
(P2004-119987A)

(43) 公開日 平成16年4月15日(2004.4.15)

(51) Int. Cl.⁷
H01L 21/3065

F I
H01L 21/302 I O I G

テーマコード(参考)
5 F004

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2003-362273 (P2003-362273)
(22) 出願日 平成15年10月22日 (2003.10.22)
(62) 分割の表示 特願2000-331075 (P2000-331075)
の分割
原出願日 平成12年10月30日 (2000.10.30)

(71) 出願人 000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(74) 代理人 100093492
弁理士 鈴木 市郎
(74) 代理人 100078134
弁理士 武 顕次郎
(72) 発明者 菅野 誠一郎
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社
日立製作所機械研究所内
(72) 発明者 西尾 良司
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社
日立製作所機械研究所内

最終頁に続く

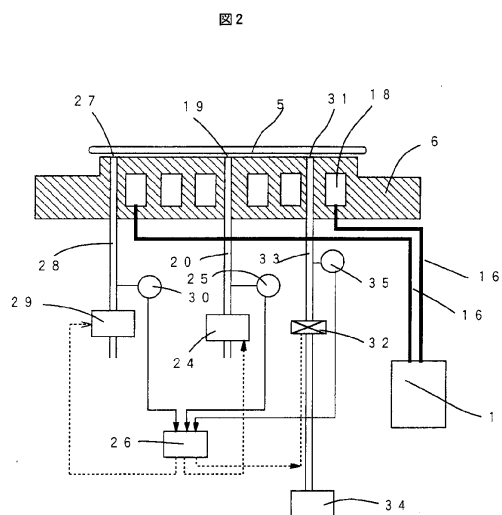
(54) 【発明の名称】 半導体製造装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】半導体ウエハとウエハステージ間に導入する熱伝導ガスの圧力分布を任意に設定することによりウエハ温度の制御性に優れた処理装置を提供する。

【解決手段】真空処理室内にプラズマを生成するプラズマ生成手段と、その表面に半導体ウエハを保持するウエハステージ6と、半導体ウエハ5を所定温度に制御する温度制御手段26を備える半導体製造装置において、前記ウエハステージ6は、ウエハステージの中心付近に配置した第1のガス導入口19、ウエハステージの外周付近に配置した第2のガス導入口27、およびウエハステージの前記第2のガス導入口よりも内周側に配置したガス排気口31を備え、前記温度制御手段26は前記第1のガス導入口19から導入するガス流量、第2のガス導入口27から導入するガス流量、およびガス排気口31から排出するガス流量を制御することにより、熱伝導ガスの圧力分布を任意に設定する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

真空処理室内にプラズマを生成するプラズマ生成手段と、その表面に半導体ウエハを保持するウエハステージと、半導体ウエハを所定温度に制御する温度制御手段を備える半導体製造装置において、前記ウエハステージは、ウエハステージの中心付近に配置した第 1 のガス導入口、ウエハステージの外周付近に配置した第 2 のガス導入口、およびウエハステージの前記第 2 のガス導入口よりも内周側に配置したガス排気口を備え、前記温度制御手段は前記第 1 のガス導入口から導入するガス流量、第 2 のガス導入口から導入するガス流量、およびガス排気口から排出するガス流量を制御することを特徴とする半導体製造装置。

10

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は半導体製造装置にかかり、特にプラズマを用いて半導体ウエハを処理する半導体製造装置に関する。

20

【背景技術】**【0002】**

半導体素子の高集積化にともない、回路パターンは微細化の一途をたどり、要求される加工寸法精度はますます厳しくなっている。このような状況下では、処理中のウエハの温度制御は重要である。例えば、高いアスペクト比が要求されるエッチングプロセスにおいて、異方性エッチングを実現するためには側壁を反応生成物や有機ポリマなどで保護しながらエッチングを行う。このとき、保護膜となる反応生成物や有機ポリマの側壁への付着量はウエハの温度により変化する。したがって、ウエハの温度制御が不十分であると側壁保護膜の厚みがウエハ間でばらつき、その結果エッチング形状が悪化する。特に、大口径ウエハを処理するプロセスではウエハの中心付近と外周付近で側壁保護膜となる有機ポリマの密度分布が不均一となる場合がある。

30

【0003】

このような場合、ウエハ表面の温度を均一に制御するのみでは均一なエッチング結果を得ることは不可能であり、積極的にウエハ表面の温度分布を制御することが必要になる。

【0004】

特許文献 1 には、ウエハを支持するステージとウエハとの間に熱伝導性のガスを導入して冷却する方法が示されている。この方法では、冷却が困難であるウエハ外周付近に導入する熱伝導性ガスの圧力をその内側の領域に導入するガスの圧力よりも高く設定して、外周付近の温度上昇をより抑制することが示されている。

【特許文献 1】特開平 4 - 8 7 3 2 1 号公報

40

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

しかしながら、前記従来例では、熱伝導ガスの流れる経路が 2 系統必要であり、また、外周付近から導入した熱伝導性ガスとその内側から導入した熱伝導性ガスによるウエハ表面での圧力分布を速やかに所望の圧力分布にすることは困難である。

【0006】

例えば、外周付近の開口部とその内側の開口部の圧力を制御する場合においては、ガスを導入した直後には外周で高く、内側で低い圧力分布が達成できるものの、比較的短時間のうちにウエハ裏面と電極表面の空間の圧力は均一になり、外周付近の圧力を高く保つこと

50

は難しい。もし、外周付近とそのうち側の領域の圧力差を強制的に保とうとすると、圧力の平均値が上昇してウエハの平均温度が変化する可能性がある。

【0007】

また、外周付近に配置した開口部から熱伝導ガスを導入し、内側に配置した開口部から排気する場合には、内側の開口部が電極のウエハの積載される面と同じ高さで開口しているため、外周付近に配置された開口部からのコンダクタンスが小さくなり、熱伝導ガスに圧力分布がつく可能性がある。

【0008】

本発明は前記問題点に鑑みてなされたもので、半導体ウエハとウエハステージ間に導入する熱伝導ガスの圧力分布を任意に設定して半導体ウエハの温度分布を任意に設定できる半導体製造装置を提供する。

10

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は上記課題を解決するため、次のような手段を採用した。

【0010】

真空処理室内にプラズマを生成するプラズマ生成手段と、その表面に半導体ウエハを保持するウエハステージと、半導体ウエハを所定温度に制御する温度制御手段備える半導体製造装置において、前記ウエハステージは、ウエハステージの中心付近に配置した第1のガス導入口、ウエハステージの外周付近に配置した第2のガス導入口、およびウエハステージの前記第2のガス導入口よりも内周側に配置したガス排気口を備え、前記温度制御手段は前記第1のガス導入口から導入するガス流量、第2のガス導入口から導入するガス流量、およびガス排気口から排出するガス流量を制御することにより、熱伝導ガスの圧力分布を任意に設定する。

20

【発明の効果】

【0011】

本発明は、以上の構成を備えるため、半導体ウエハとウエハステージ間に導入する熱伝導ガスの圧力分布を任意に設定し、その温度分布を任意に設定できる半導体製造装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、最良の実施形態を添付図面を参照しながら説明する。図1は本発明の実施形態にかかる半導体製造装置を示す図、図2は図1に示すウエハステージの断面を示す図、図3はウエハステージの平面図である。これらの図において、1は処理室内に導入した処理ガス、2は高周波電源、3は高周波電源2を印加するコイル、4は処理室内に形成したプラズマ、5は半導体ウエハ、6は半導体ウエハを載置するウエハステージ、7は半導体ウエハ5を固定するクランプ、8はウエハステージと電氣的に接続した電極、9は絶縁板、10は真空チャンバ、11はフランジ、12は給電棒、13は高周波電源、14は給電棒をフランジから絶縁するための絶縁材、15はブロッキングコンデンサである。

30

【0013】

16は冷媒通路、17は所定温度の冷媒を循環する温度調整器、18はウエハステージに形成した冷媒通路、19はウエハステージの中心付近に配置した第1のガス導入口、20は第1のガス導入口19に接続する第1の配管、21は保護カバーであり、電極8およびウエハステージ6の外周をプラズマから保護する。22は処理室内を排気するターボ分子ポンプ、23はドライポンプである。24は第1の流量制御機であり、第1のガス導入口19から導入するガス流量を制御する。25は第1の配管20に接続した第1の圧力計、26は圧力計25、30、35の測定値をもとに第1の流量制御機、第2の流量制御機29および排気弁32を制御する制御コンピュータである。27はウエハステージの外周付近に形成した第2のガス導入口、28は第2のガス導入口27に接続する第2の配管、29は第2の流量制御機であり、第2のガス導入口27から導入するガス流量を制御する。30は第2の配管28に接続した第2の圧力計である。31は第2のガス導入口よりも内

40

50

周側に配置したガス排気口、32は排気弁、33はガス排気口に接続した第3の配管、34は排気口31に接続した真空ポンプ、35は第3の配管に接続した第3の圧力計である。

【0014】

図1に示すように、処理室内に導入された処理ガス1は、高周波電源2に接続したコイル3の作る磁界および高周波電源13の作る電界によりプラズマ4状態となっている。処理すべき半導体ウエハ5をウエハステージ6上に積載しクランプ7により固定する。ウエハステージ6は電極8上にボルトで固定され、絶縁板9により真空チャンバ10とは電氣的に絶縁されている。ウエハステージ6と電氣的に接続している電極8は給電棒12およびブロッキングコンデンサ15を介して高周波電源13に接続する。これにより、ウエハに

10

【0015】

図2に示すように、ウエハステージ6の内部には、処理装置の外部に設けた温度調整器17により一定温度に制御した冷媒を循環させるための冷媒通路18が設けてある。これにより、ウエハに入射した熱をウエハステージ6、冷媒を介して温度調整器により取り除き、ウエハを冷却することができる。

【0016】

しかし、処理室内の圧力は数Pa程度であり、ウエハとウエハステージ間の熱伝達率を十分に確保することができない。第1のガス導入口19および第2のガス導入口27は、ウエハとウエハステージ間に冷却用のガス(例えばヘリウムガス)を導入して熱伝達率を向

20

【0017】

すなわち、ウエハステージ6の中心に第1のガス導入口19を設け、このガス導入口には第1の配管20を介して第1の流量制御機24を接続する。また、配管の流量制御機24の下流部には第1の圧力計25を設け、ウエハステージの中心に流れ込む冷却ガスの圧力を測定する。測定結果はコンピュータ26に送信する。コンピュータ26は第1の圧力計の測定する圧力が事前に設定された値となるように流量制御機を制御する。

【0018】

また、ウエハステージの外周付近には第2のガス導入口27を図3に示すように同心円上に4箇所設け、これらのガス導入口には第2の配管28を介して第2の流量制御機29を

30

【0019】

さらに、第2のガス導入口の内側には、第1および第2の導入口から導入された冷却ガスを排気するための排気口31を図3に示すように同心円上に4箇所設けてある。このガス排気口には排気弁32を介して第3の配管33により真空ポンプ34を接続する。第3の配管には冷却ガスの排気口付近の圧力を測定するための第3の圧力計35を設けてある。圧力計35の測定結果はコンピュータに送信する。コンピュータ26は第3の圧力計の測定

40

【0020】

すなわち、ウエハ裏面とステージ間に導入している冷却ガスの圧力を、ステージの中心付近、外周付近、およびこれらの中間付近でそれぞれ独立に制御することができる。これによりウエハとウエハステージ間における熱伝達率を半径方向の領域により変化させることができ、ウエハ面内の温度分布を任意に設定することができる。

【0021】

このように構成されたウエハステージを備えたプラズマ処理装置では、ウエハ面内のエッチング特性を制御することができるので非常に再現性の良い処理をおこなうことができる。

50

【0022】

例えば、大口径のウエハに形成したアルミ配線を塩素ガスを用いてエッチングしている場合、アルミあるいはレジスト膜がエッチングしたときに発生する反応生成物はアルミ配線の側壁に再付着して垂直なエッチングが実現される。この反応性生物はウエハの中心も外周付近もほぼ同じように発生する。しかしウエハが大口径化すると中心付近で発生した反応生成物は外周付近で発生した反応生成物に比べて排気されにくいため、反応生成物のウエハの中心での濃度が高くなる。このような状況下で従来のウエハ面内温度一定の条件でエッチングした場合、ウエハの中心付近ではアルミ配線に付着する反応性生物が多いため、外周付近に比べエッチング速度が低い傾向となる。したがって最終的に得られるエッチング形状はウエハ面内で異なったものになってしまう。

10

【0023】

一方、本実施形態にかかる処理装置を用い、ウエハの中心付近に比して外周付近の冷却ガス圧力を高く設定してエッチングを行う場合は、ウエハ外周付近での熱伝達率が向上するために、外周付近の温度を中心付近に比べて低く設定することができる。反応生成物の付着はウエハの温度の影響を強く受け、温度が低いほど付着しやすくなる。したがって、外周付近の温度を適切に低く設定することにより、外周付近における反応生成物の付着量を中心付近におけるそれとほぼ同じにして、ウエハ面内におけるエッチング速度をほぼ均一とすることができる。

【0024】

以上、ウエハの外周付近の温度を低く設定する必要がある場合について説明したが、これとは逆の場合にも本実施例は有効である。例えば、一台の装置で複数のプロセスを実現する場合、処理ガスの条件や圧力を変更するとプラズマの状態が変化する場合がある。例えば、ウエハ中心付近のプラズマ密度が外周付近に比べて高い場合、中心付近でのエッチングレートのみが高くなる。このような場合には、先の例とは逆にウエハ中心付近の温度を低く設定して、中心付近の反応生成物の付着を多くして中心付近でのエッチング速度を低下させることにより、ウエハ面内のエッチング速度を均一にすることができる。

20

【0025】

また、本実施形態においては、ウエハステージの中心付近と外周付近から冷却ガスを導入し、外周付近の内側の位置から冷却ガスを排気することにより、ウエハとステージ間にある冷却ガスに常に圧力分布を付与することができる。したがって、例えば中心および外周からのみガスを導入する場合に比して、温度制御性の良い処理装置を提供することができる。また、中心付近の冷却ガスの圧力と外周付近のガスの圧力を独立して制御することができるため、外周付近に配置したガス導入口から冷却ガスを導入し、中心付近に配置した排気口からガスを排気する装置とは相違して、ウエハの温度分布を外周が低い状態から中心が低い状態まで様々な温度分布に制御することができる。

30

【0026】

以上、本実施形態では冷却ガスの導入口を配置する位置をウエハステージの中心に1箇所、外周付近の同心円上に4箇所、排気口を配置する位置をウエハステージの外周付近の前記導入口の内側に位置する同心円上に4箇所設けた構造とした。しかし、前記導入口および排気口はウエハステージの中心あるいは同心円上に配置する必要はない。また導入口あるいは排気口を4箇所とする必要もない。ウエハの温度分布が適切となるようにガスの導入口や排気口を配置する位置および個数を決定すればよい。また、ガス導入口や排気口の開口部の形状は円形である必要はなく、任意の形状、例えばスリット状のものであってもよい。さらに前記開口部は多孔室材で充填した構造であってもよい。

40

【0027】

次に、本発明の第2の実施形態を図4ないし図5を用いて説明する。図4は本実施形態にかかるウエハステージの平面図、図5はウエハステージの断面図である。これらの図において、36はウエハステージの表面に同心円状に設けた溝領域、37はウエハステージ中心付近の溝領域に設けたガス導入口、38はウエハステージの外周付近に形成した溝領域に設けたガス導入口、39はウエハステージの外周付近の前記導入口の内側に設けたガス

50

排気口、40はウエハステージの表面に放射状に設けた溝領域、41はウエハステージの表面に同心円状に設けた凸領域であり、この部分がウエハと接触してウエハを支持する。

【0028】

前記第1の実施形態においては、ガス導入口およびガス排気口をウエハステージ表面に単に開口させるだけの構成としている。この構成では周方向にガスが流れにくいいため、この方向に圧力分布がつく場合がある。ウエハの温度分布に敏感なプロセスでは、この周方向の圧力分布に基づく温度差が問題となってくる場合がある。この問題に対処するためには、周方向のガス導入口と排気口の数を増やす方法が考えられるが、この方法はガス導入口と排気口に接続する配管の本数が増加するため、配管の引き回しが複雑になる。

【0029】

本実施形態においては、前述のようにウエハステージの表面に同心円状の溝領域36と放射状に伸びる溝領域40を設け、中心の溝領域に1個所のガス導入口39、外周付近に設けた溝領域に4個所のガス導入口38を設け、内側の領域に4個所の排気口39を設けた構成とした。前記溝領域の深さは、深すぎるとウエハとステージ間の熱伝達率が低下して、ウエハ面内の温度分布を不均等にすることになるので、1mm以下程度に抑えるのがよい。

【0030】

このような構成とすることにより、ウエハ裏面とウエハステージ間の周方向圧力分布を均等にして良好な温度分布を得る。

【0031】

次に、本発明の第3の実施形態を図6ないし図7を用いて説明する。図6は本発明の実施形態にかかる半導体製造装置を示す図、図7はウエハステージの断面図である。これらの図において、42はウエハステージの表面に設けた誘電体膜、36aは誘電体膜42の表面に同心円状に設けた溝領域である。41aは誘電体膜42の表面に同心円状に設けた凸領域であり、この部分がウエハと接触してウエハを支持する。また、誘電体膜の表面には図示しない放射状の溝領域を設けることができる。43は直流電源でありウエハを静電チャックするための電源をウエハステージ6供給する。44は電源保護用コイルである。なお、図において図1ないし図3に示される部分と同一部分については同一符号を付してその説明を省略する。

【0032】

本実施形態ではウエハステージの表面に、周方向および放射方向に溝領域を形成した誘電体膜42を設けた構成としている。また、ウエハステージには電源保護用のコイル44を介して直流電源43が接続してある。プラズマが着火している状態でウエハステージ6に前記直流電源43の電圧を印加すると、誘電体膜42には真空チャンバ10に接触しているために接地電位となっているプラズマ7を介して前記直流電圧が印加される。これによりウエハ7はクーロン力によりウエハステージ6に吸着される。

【0033】

誘電体膜42の厚みは、厚すぎると吸着力が不足するため、1mm以下程度とするのがよい。誘電体膜に設ける溝の深さ前述のように1mm以下程度とすればウエハ面内の温度分布を悪化することはない。本実施形態ではクランプなどを設けることなくウエハを固定することができる。このため、接触部などから発生した異物により素子が破壊されることがなく、歩留まりのよい処理装置を提供することができる。また、クランプによりウエハをステージに固定した場合に比べ、吸着部でのウエハのウエハステージ表面への密着がよく、熱伝達率が向上するためウエハ温度の制御性がより向上する。

【0034】

次に、本発明の第4の実施形態を図8を用いて説明する。図8は本発明の実施形態にかかる半導体製造装置を示す図である。図において、45はウエハステージ6および誘電体膜42を貫通する貫通穴、46は貫通穴45に挿入した蛍光温度計等の温度計であり、温度計はウエハ裏面に接触するように配置し、その検出出力はコンピュータ26に供給する。なお、図において図6に示される部分と同一部分については同一符号を付してその説明を

10

20

30

40

50

省略する。

【0035】

コンピュータ26は前記温度計の出力を受信し、前記流量制御機24、29と排気弁32の開度を制御してウエハの温度を設定値に制御する。前記温度計はウエハの温度を直接測定するのではなく、ウエハの温度を予測しうる個所の温度を測定してもよい。

【0036】

以上のように前記実施形態によれば、中心付近と外周付近に設けたガス導入口から冷却ガスを導入し、外周の内側領域に設けた排気口からガスを排気する構成としたので、プラズマで処理中のウエハとウエハステージ間に導入する冷却ガスの圧力を中心付近と外周付近で任意に設定することができる。このため、ウエハ面内の温度分布を任意に変化させることができる。これにより、ウエハ面内のエッチング速度を中心から外周付近まで均一とすることができ、再現性の良い処理装置を提供することができる。

10

【0037】

また、ガスの導入口と排気口は同心円状に配置したガス溝内に設けた構成とすると、不要な周方向圧力分布を極力押さえることができるため、ウエハ面内の温度分布がさらに改善され、再現性の良い処理装置を提供することができる。

【0038】

さらに、ウエハステージの表面に誘電体膜を設け、ウエハとウエハステージ間に電位差を発生させて、クーロン力によりウエハをステージに固定する構成とすると、ウエハ表面にクランプが不要となる。これにより処理中にウエハ表面上に異物が付着することによる素子破壊などを防止することができ、歩留まりの良い処理装置を提供することができる。また、クランプによりウエハを固定した場合に比べ熱的な接触が向上するためにウエハの温度上昇をより抑制することができ、より制御性のよい処理装置を提供することができる。

20

【0039】

さらに、ウエハの温度を測定する温度計をウエハステージに設け、この温度計の情報をもとに熱伝導ガスの流量、圧力を制御する構成とするとによりウエハ温度の制御性の優れた処理装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図1】本発明の第1の実施形態にかかる半導体製造装置を示す図である。

30

【図2】図1に示すウエハステージの断面を示す図である。

【図3】ウエハステージの平面図である。

【図4】本発明の第2の実施形態にかかる半導体製造装置を示す図である。

【図5】ウエハステージの平面図である。

【図6】本発明の第3の実施形態にかかる半導体製造装置を示す図である。

【図7】ウエハステージの平面図である。

【図8】本発明の第4の実施形態にかかる半導体製造装置を示す図である。

【符号の説明】

【0041】

- 1 処理ガス
- 2, 13 高周波電源
- 3 コイル
- 4 プラズマ
- 5 半導体ウエハ
- 6 ウエハステージ
- 7 クランプ
- 8 電極
- 9 絶縁板
- 10 真空チャンバ
- 11 フランジ

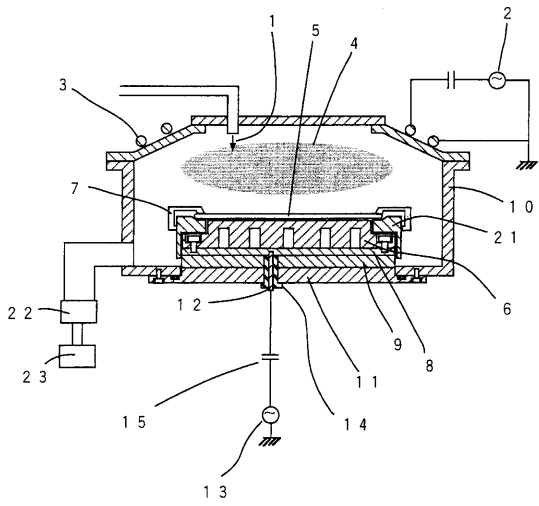
40

50

1 2	給電棒	
1 4	絶縁材	
1 5	ブロッキングコンデンサ	
1 6	配管	
1 7	温度調整器	
1 8	冷媒通路	
1 9	第 1 のガス導入口	
2 0	第 1 の配管	
2 1	保護カバー	
2 2	ターボ分子ポンプ	10
2 3	ドライポンプ	
2 4	第 1 の流量制御機	
2 5	第 1 の圧力計	
2 6	制御コンピュータ	
2 7	第 2 のガス導入口	
2 8	第 2 の配管	
2 9	第 2 の流量制御機	
3 0	第 2 の圧力計	
3 1	ガス排気口	
3 2	排気弁	20
3 3	第 3 の配管	
3 4	真空ポンプ	
3 5	第 3 の圧力計	
3 6、4 0	溝領域	
3 7、3 8	ガス導入口	
3 9	ガス排気口	
4 1	凸領域	
4 2	誘電体膜	
4 3	直流電源	
4 4	電源保護用コイル	30
4 5	貫通穴	
4 6	温度計	

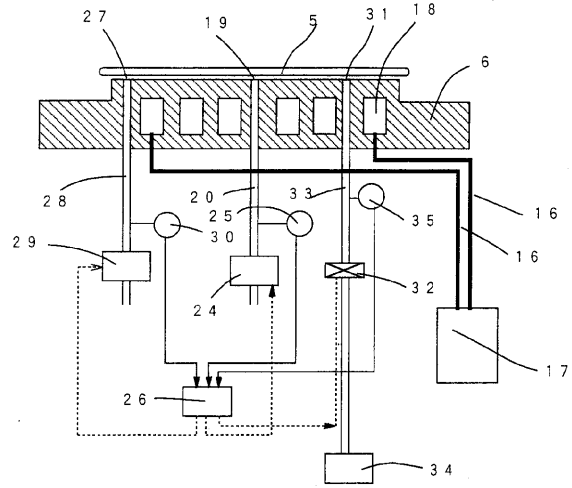
【 図 1 】

図1



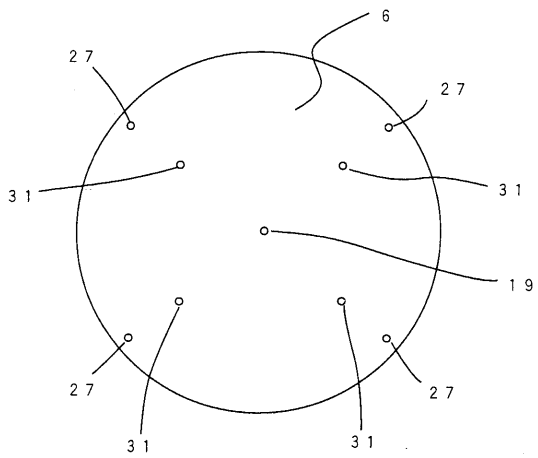
【 図 2 】

図2



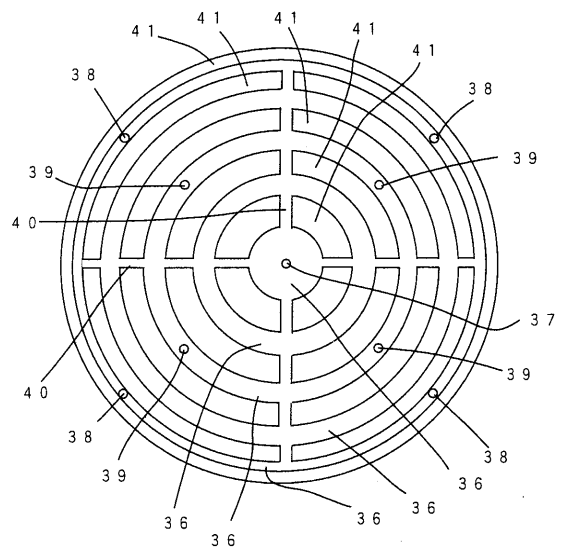
【 図 3 】

図3

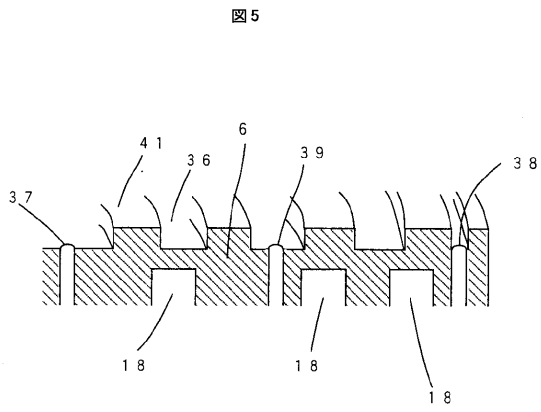


【 図 4 】

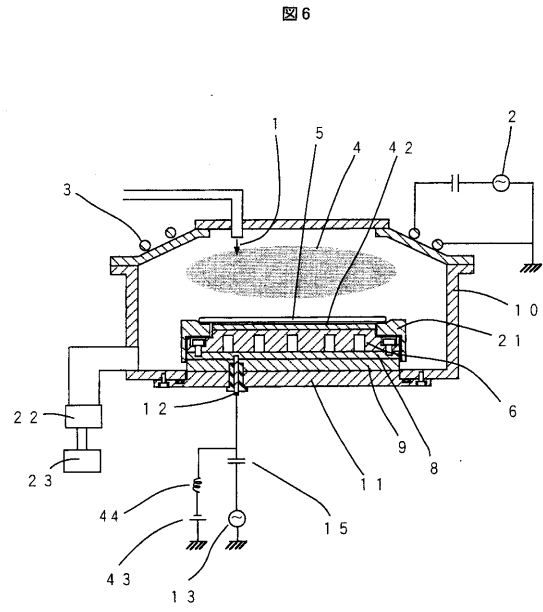
図4



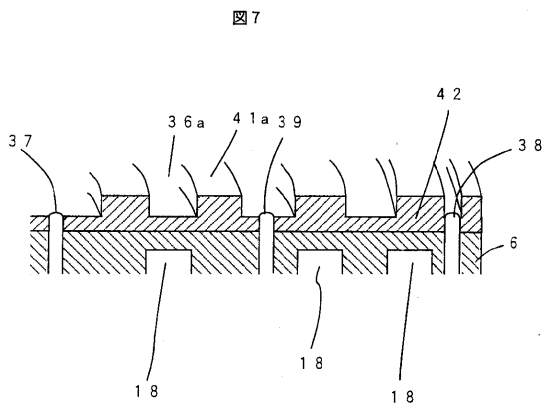
【 図 5 】



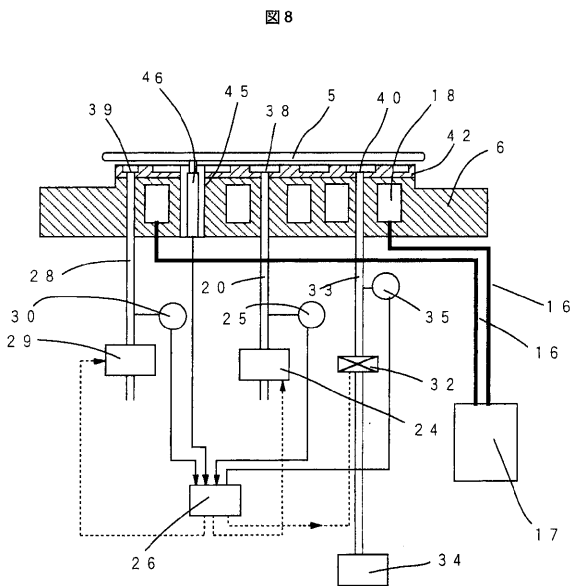
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

(72)発明者 吉岡 健

山口県下松市大字東豊井794番地 株式会社日立製作所笠戸事業所内

(72)発明者 金井 三郎

山口県下松市大字東豊井794番地 株式会社日立製作所笠戸事業所内

Fターム(参考) 5F004 AA01 BA04 BB22 BB25 BB26 BB28