

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3668079号
(P3668079)

(45) 発行日 平成17年7月6日(2005.7.6)

(24) 登録日 平成17年4月15日(2005.4.15)

(51) Int. Cl.⁷

F I

C 2 3 C 16/511
C 2 3 C 16/455
C 2 3 F 4/00
H 0 1 L 21/3065
H 0 5 H 1/46

C 2 3 C 16/511
C 2 3 C 16/455
C 2 3 F 4/00 A
H 0 5 H 1/46 B
H 0 1 L 21/302 B

請求項の数 10 (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平11-339785
(22) 出願日 平成11年11月30日(1999.11.30)
(65) 公開番号 特開2001-49442(P2001-49442A)
(43) 公開日 平成13年2月20日(2001.2.20)
審査請求日 平成14年1月25日(2002.1.25)
(31) 優先権主張番号 特願平11-151799
(32) 優先日 平成11年5月31日(1999.5.31)
(33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 000205041
大見 忠弘
宮城県仙台市青葉区米ヶ袋2-1-17-301
(73) 特許権者 000005049
シャープ株式会社
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(74) 代理人 100064746
弁理士 深見 久郎
(72) 発明者 平山 昌樹
宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉05 東北
大学大学院工学研究科内
(72) 発明者 大見 忠弘
宮城県仙台市青葉区米ヶ袋2-1-17-301

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマプロセス装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

容器部材により形成され、プラズマを用いた処理を行なう処理室と、前記処理室にマイクロ波を導入するマイクロ波導入手段と、前記処理室の内側において前記容器部材に固定された導電体からなる台座と、前記台座に固定され、前記マイクロ波によりプラズマ状態にされる反応ガスを前記処理室に供給するためのガス導入孔を有するシャワープレートと、前記台座に埋め込まれるように配置され、前記マイクロ波導入手段から前記シャワープレートへマイクロ波を伝送する誘電体板とを備え、前記台座と前記シャワープレートとの間であって、前記マイクロ波導入手段、前記誘電体板および前記シャワープレートを含むマイクロ波の伝送経路以外の領域において、前記ガス導入孔に前記反応ガスを供給するガス導入間隙部を形成するように、前記シャワープレートは前記台座に固定されている、プラズマプロセス装置。

10

【請求項2】

前記シャワープレートは、前記処理室に面する下面およびその下面と逆側に位置するとともに前記台座と対向する上面とを有し、
前記ガス導入間隙部の壁面は前記シャワープレートの上面とその上面に対向するように配置された前記台座の壁面とを含む、請求項1に記載のプラズマプロセス装置。

【請求項3】

前記シャワープレートのガス導入孔は、前記シャワープレートの前記上面から前記下面

20

まで貫通するように形成され、

前記シャワープレートの前記下面における前記ガス導入孔の直径は、前記シャワープレートの前記上面における前記ガス導入孔の直径よりも大きい、請求項 2 に記載のプラズマプロセス装置。

【請求項 4】

前記シャワープレートは複数のシャワープレート部分からなる、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載のプラズマプロセス装置。

【請求項 5】

前記シャワープレートは誘電体を含む、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載のプラズマプロセス装置。

10

【請求項 6】

前記誘電体は窒化アルミニウムを主成分とするセラミックスである、請求項 5 に記載のプラズマプロセス装置。

【請求項 7】

前記台座に前記シャワープレートを押圧することにより固定するシャワープレート固定部材を備える、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載のプラズマプロセス装置。

【請求項 8】

前記シャワープレートのガス導入孔における反応ガスの流量を制御する流量制御手段を備える、請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載のプラズマプロセス装置。

【請求項 9】

前記流量制御手段は前記シャワープレートのガス導入孔に挿入されるプラグを含む、請求項 8 に記載のプラズマプロセス装置。

20

【請求項 10】

前記マイクロ波導入手段は単一モードマイクロ波導波路を含む、請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載のプラズマプロセス装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、プラズマプロセス装置に関し、より特定的には、大型の角型ガラス基板に対してプラズマを用いて成膜、エッチング、アッシングなどの処理を行なうことが可能なプラズマプロセス装置に関する。

30

【0002】

【従来の技術】

従来、半導体装置を製造するために、プラズマを用いて成膜、エッチング、アッシングなどを行なうプラズマプロセス装置が知られている。このようなプラズマプロセス装置において、上記のような処理に用いるプラズマを発生させる方法の 1 つとして、マイクロ波および直流磁場を用いてプラズマを励起する電子サイクロトロン共鳴プラズマ励起法が知られている。しかし、この電子サイクロトロン共鳴プラズマ励起法においては、プラズマを発生させる際の雰囲気圧力を数 mTorr 以下という低圧にしなければ安定したプラズマを得ることができない。また、プラズマ中の電子温度が高いために、電子サイクロトロン共鳴プラズマ励起法を用いて形成されたプラズマは上記のような成膜などのプロセスには適さないものであった。また、上記のような電子サイクロトロン共鳴プラズマ励起法では直流磁場を形成する必要があるため、プラズマプロセス装置自体が大型化していた。その結果、プラズマプロセス装置の製造コストが高くなるという問題があった。

40

【0003】

一方、上記のように直流磁場を用いずに、誘電体中を伝搬するマイクロ波の表面波を利用してプラズマを励起する方法が知られている。このマイクロ波の表面波を利用するプラズマ励起方法では、プラズマを発生させる際の雰囲気圧力を数 10 mTorr から数 Torr 以上という比較的広い範囲に設定しても、安定したプラズマを得ることができる。また、プラズマ中の電子温度が相対的に低いので、上記のような成膜などのプロセスに適し

50

たプラズマを得ることができる。

【0004】

また、基板表面から反応生成ガスが発生するようなプラズマCVD (Chemical Vapor Deposition) やエッチング処理などのプロセスにおいては、反応が起きている基板全面に対して均一に反応ガスを導入する必要がある。これは、成膜やエッチングなどのプロセス条件を基板全面にわたって均一にするためである。このような目的を達成するための一つの手段として、プラズマプロセス装置において反応ガスを供給するためにシャワープレートを利用する技術が知られている。ここで、シャワープレートとは、処理される基板に対向するように配置され、基板が配置された処理室内に反応ガスを導入するための反応ガス導入孔が複数形成された板状部材をいう。

10

【0005】

従来、上記のようなマイクロ波の表面波を利用してプラズマを励起する方法とシャワープレートとを同時に利用するプラズマプロセス装置として、ラジアルラインスロットアンテナを用いたプラズマプロセス装置が知られている。図14は、従来のラジアルラインスロットアンテナを用いたプラズマプロセス装置を示す断面模式図である。図14を参照して、プラズマプロセス装置を説明する。

【0006】

図14を参照して、プラズマプロセス装置150は、処理室としての真空容器156とシャワープレート153と誘電体板152とラジアルラインスロットアンテナ151と排気ポンプ155とを備える。真空容器156の内部には基板ホルダ上に成膜処理などが行われる円形の基板154が設置されている。基板154に対向する真空容器156の上壁面には誘電体からなるシャワープレート153が設置されている。シャワープレート153上には空隙163を隔てて誘電体板152が設置されている。誘電体板152上にはラジアルラインスロットアンテナ151が設置されている。このシャワープレート153と誘電体板152とラジアルラインスロットアンテナ151との平面形状は円形である。シャワープレート153と誘電体板152との間の空隙163に接続するように反応ガス導入路157が形成されている。この反応ガス導入路157から空隙163に導入された反応ガスは、シャワープレート153に形成されたガス導入孔を介して真空容器156の内部に導入される。

20

【0007】

そして、ラジアルラインスロットアンテナ151から誘電体板152、空隙163および誘電体からなるシャワープレート153を介して真空容器156の内部に導入されたマイクロ波により、基板154の全面に対してほぼ均一なプラズマ158がこの反応ガスから形成される。このプラズマ158により基板154表面上において成膜などの処理を行うことができる。そして、処理に寄与しなかった反応ガスおよび反応生成ガスは排気ポンプ155によって真空容器156の外部へと排出される。

30

【0008】

図15は、図14に示したラジアルラインスロットアンテナを示す斜視断面模式図である。図15を参照して、ラジアルラインスロットアンテナを説明する。

【0009】

図15を参照して、ラジアルラインスロットアンテナ151は、同軸導波管160と誘電体からなるグラウンドプレート159と誘電体板161とスロット162 (人型の微細な孔) が形成された導電体からなるスロット板164とを備える。グラウンドプレート159下には誘電体板161が配置されている。この誘電体板161の下面にはスロット板164が設置されている。この誘電体板161には同軸導波管160が接続されている。マイクロ波はこの同軸導波管160から誘電体板161に伝えられる。この誘電体板161は放射状のマイクロ波伝搬経路として作用する。そして、スロット板164に形成されたスロット162からマイクロ波がラジアルラインスロットアンテナ151の下面全面から放射される。

40

【0010】

50

【発明が解決しようとする課題】

上記のような従来のラジアルラインスロットアンテナを用いたプラズマプロセス装置においては、上述のようにマイクロ波によるプラズマ励起とシャワープレートを用いた処理室への均一な反応ガスの供給を両立している。しかし、上記のようなラジアルラインスロットアンテナを用いたプラズマプロセス装置においては、以下に示すような問題があった。

【0011】

つまり、図14を参照して、従来のプラズマプロセス装置においては、プラズマ158を形成するためのマイクロ波はラジアルラインスロットアンテナ151から誘電体板152、空隙163およびシャワープレート153を介して処理室としての真空容器156の内部へと供給される。この際、このマイクロ波の伝送経路である空隙163は、真空容器156への反応ガスの供給路としての役割も有している。このため、この空隙163の内部にはプラズマを発生させるための反応ガスが存在している。この場合、ラジアルラインスロットアンテナ151から真空容器156の内部へと伝送されるマイクロ波によって空隙163の内部でプラズマが発生する場合があった。このように空隙163の内部においてプラズマが発生した場合には、シャワープレート153および誘電体板152がこのプラズマによって損傷を受けるといような問題が発生する。このような空隙163におけるプラズマの発生（異常プラズマの発生）を防止するために、従来は空隙163における反応ガスの圧力を真空容器156の内部における反応ガスの圧力より非常に高くしていた。これは、以下のような理由による。つまり、反応ガス中の電子はこのマイクロ波による電界によって加速される。しかし、空隙163の内部における反応ガスの圧力を例えば10 Torr以上と高くすることにより、電子が上記の電界により十分に加速される前に、この加速された電子を他のガス分子と衝突させることができる。この結果、電子がプラズマを励起するのに十分なエネルギーを有することを防止できるので、プラズマの発生を抑制することができる。

【0012】

このように空隙163における反応ガスの圧力を高くする一方で、真空容器156の内部の圧力は数m Torr程度に維持する必要がある。そのため、空隙163での反応ガスの圧力を高く保つ一方で、真空容器156への反応ガスの供給量を十分に少なくする必要がある。このため、シャワープレート153に形成された反応ガス導入孔における反応ガスの流れやすさ（コンダクタンス）を小さくする必要がある。このように小さなコンダクタンスを実現するためには、シャワープレート153において、微細なガス導入孔を極めて高い加工精度（10 μmオーダの加工精度）で形成する必要がある。一方、このシャワープレート153はマイクロ波を伝搬させるためにセラミックスなどの誘電体で形成する必要がある。そのような誘電体において高い寸法精度を有するガス導入孔を形成することは極めて困難である。この結果、シャワープレートの製造コストが増大するという問題があった。

【0013】

また、上記のように空隙163における反応ガスの圧力を高く保つ必要があるため、反応ガスの成分比や反応ガスの流量といったプロセス条件の制御を精度よく行なうことが困難であった。この結果、ガス成分比などのプロセス条件が所定の数値範囲からずれるような場合に、プロセス条件の調整を行うことが難しく、所定の条件で成膜などのプラズマプロセスを実施すること困難になる場合があった。

【0014】

また、図14および15に示したように、従来のラジアルラインスロットアンテナ151は円形であるため、TFT型液晶表示装置などに用いられる角型基板に適用するためには、この角型基板の全面を覆うことが可能なように、角型基板よりも大きなシャワープレート153を用いる必要がある。また、この角型基板は、液晶表示装置が大型化してきていることに伴って、500mm角から1m角というように大型化してきている。しかし、上述のようにラジアルラインスロットアンテナ151およびシャワープレート153は

10

20

30

40

50

セラミックスなどの誘電体板を用いて形成されている。そして、そのような大きなサイズのセラミックスなどからなる誘電体板を形成することは困難であることから、従来のプラズマプロセス装置では大型の角型基板に対応することが難しかった。

【0015】

この発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、この発明の目的は、均一なプラズマを形成することが可能であり、低コストで大面積の基板に対応することが可能なプラズマプロセス装置を提供することである。

【0016】

【課題を解決するための手段】

この発明に従ったプラズマプロセス装置は、処理室とマイクロ波導入手段と台座とシャワープレートと誘電体板とを備える。容器部材により形成された処理室ではプラズマを用いた処理を行なう。マイクロ波導入手段は、処理室にマイクロ波を導入する。台座は、処理室の内側において容器部材に固定され、導電体からなる。シャワープレートは台座に固定され、マイクロ波によりプラズマ状態にされる反応ガスを処理室に供給するためのガス導入孔を有する。誘電体板は、台座に埋め込まれるように配置され、マイクロ波導入手段からシャワープレートへマイクロ波を伝送する。台座とシャワープレートとの間であって、マイクロ波導入手段、誘電体板およびシャワープレートを含むマイクロ波の伝送経路以外の領域において、ガス導入孔に反応ガスを供給するガス導入間隙部を形成するように、シャワープレートは台座に固定されている。

【0017】

ここで、マイクロ波は導電体を透過しない。このため、シャワープレートの上面上に位置するガス導入間隙部の壁面が導電体からなる台座の壁面を含んでいるので、マイクロ波導入手段から処理室へと伝送されるマイクロ波の電界振幅が大きな成分がガス導入間隙部へ導入されることを防止できる。この結果、ガス導入間隙部においてこのマイクロ波に起因して反応ガスからプラズマが形成されること（異常プラズマの発生）を防止できる。この結果、ガス導入間隙部の壁面、つまりシャワープレートの上面などがプラズマにより損傷を受けることを防止できる。

【0018】

また、ガス導入間隙部において異常プラズマが発生することを防止できるので、ガス導入間隙部における反応ガスの圧力を従来より低く設定することができる。このため、ガス導入間隙部における反応ガスの圧力と処理室の内部における反応ガスの圧力との差を小さくすることができるので、シャワープレートのガス導入孔における反応ガスのコンダクタンスを従来より大きくすることができる。そのため、シャワープレートにおけるガス導入孔のサイズを従来よりも大きくすることができるので、ガス導入孔の加工工程において従来のような高精度の加工が不要となる。この結果、シャワープレートの製造コストを低減することができる。

【0019】

また、ガス導入間隙部における反応ガスの圧力と処理室の内部における反応ガスの圧力との差を小さくすることができるので、反応ガスの成分などプロセス条件の調整を従来より容易に行うことができる。この結果、所定の成分のプラズマを容易に得ることができる。

【0020】

また、シャワープレートを用いて処理室に均一に反応ガスを供給できるので、均一なプラズマを得ることができる。

【0021】

上記プラズマプロセス装置では、シャワープレートが処理室に面する下面およびその下面と逆側に位置するとともに前記台座と対向する上面とを有していてもよく、ガス導入間隙部の壁面はシャワープレートの上面とその上面に対向する台座の壁面とを含んでいてもよい。

【0022】

10

20

30

40

50

この場合、ガス導入間隙部の壁面がマイクロ波を透過させない導電体からなる台座の壁面を含んでいるため、ガス導入間隙部へとマイクロ波導入手段からマイクロ波の電界振幅の大きな成分が照射されることを確実に防止できる。この結果、ガス導入間隙部において異常プラズマが発生することをより確実に防止できる。

【0023】

上記プラズマプロセス装置では、シャワープレートのガス導入孔はシャワープレートの上面から下面にまで貫通するように形成されていてもよく、シャワープレートの下面におけるガス導入孔の直径は、シャワープレートの上面におけるガス導入孔の直径よりも大きくてもよい。

【0024】

この場合、ガス導入孔の断面形状を、シャワープレートの上面から下面へと広がるような形状とすることができる。このため、このガス導入孔から処理室の内部へと放出される反応ガスを、シャワープレートの下面に対して垂直方向のみではなく、このシャワープレートの下面に対して斜め方向にも放出させることができる。この結果、処理室の内部において反応ガスの分布をより均一にすることができる。この結果、より均一な条件でプラズマプロセスを行なうことが可能となる。

【0025】

上記プラズマプロセス装置では、シャワープレートは複数のシャワープレート部分からなっているもよい。

【0026】

この場合、既存の製造設備などを用いて小型のシャワープレート部分を製造し、これらのシャワープレート部分を組合せることで大きな面積を有するシャワープレートを形成することができる。この結果、大面積のシャワープレートを容易に得ることができる。

【0027】

また、このような小型のシャワープレート部分は、大型のシャワープレートを形成する場合よりも、既存の製造設備を用いて均一な材質のものを容易に得ることができる。この結果、大型のシャワープレートを一体物として形成する場合よりも、均一で優れた材質のシャワープレートを得ることができる。

【0028】

また、このような複数のシャワープレート部分からなるシャワープレートを用いたプラズマプロセス装置においては、シャワープレートの部分の一部に損傷が発生した場合に、その損傷が発生したシャワープレート部分のみを交換することにより容易かつ迅速に設備の修理を行なうことができる。この結果、プラズマプロセス装置のメンテナンスに要する労力や時間を低減することができる。

【0029】

上記プラズマプロセス装置は、シャワープレートが誘電体を含んでいてもよい。

【0030】

この場合、マイクロ波は誘電体を透過するため、マイクロ波導入手段から供給されるマイクロ波をシャワープレートを介して処理室へと容易に伝送することができる。

【0031】

上記プラズマプロセス装置では、誘電体が窒化アルミニウムを主成分とするセラミックスであってもよい。

【0032】

ここで、窒化アルミニウムが優れた熱伝導特性を有していることから、処理室の内部で形成されるプラズマによってシャワープレートが局所的に加熱されるような場合、その局所的に加えられた熱を速やかにシャワープレート全体へと伝えることができる。この結果、シャワープレートがこの局所的な加熱によって損傷を受けることを防止できる。

【0033】

また、このようにシャワープレートとして熱伝導特性の優れた材質を用いることにより、処理室内に部分的に高温部分が発生した場合、このシャワープレートを介してこの高温

10

20

30

40

50

部分の熱を他の領域に速やかに伝えることができる。このため、処理室内の雰囲気温度を容易に均一化することができる。

【0034】

上記プラズマプロセス装置は、シャワープレート固定部材を備えていてもよい。シャワープレート固定部材は台座にシャワープレートを押圧することにより固定してもよい。

【0035】

ここで、シャワープレートを台座へ固定するためにねじを用いる場合には、誘電体からなるシャワープレートにねじを挿入するためのねじ孔を形成する必要がある。このようなねじ孔加工を施すことによりシャワープレートの製造コストが増大する。しかし、本発明によるプラズマプロセス装置においては、シャワープレートを台座へ押圧することにより固定するので、シャワープレートにねじ孔を形成する必要がない。この結果、シャワープレートの製造コストを低減することができる。

10

【0036】

上記プラズマプロセス装置では、シャワープレートのガス導入孔における反応ガスの流量を制御する流量制御手段を備えていてもよい。

【0037】

この場合、処理室に供給される反応ガスの流量をこの流量制御手段によって調節することができるので、処理室におけるプラズマプロセスの条件を容易に最適化することができる。

【0038】

20

上記プラズマプロセス装置では、流量制御手段がシャワープレートのガス導入孔に挿入されるプラグを含んでいてもよい。

【0039】

この場合、シャワープレートのガス導入孔における反応ガスのコンダクタンスを、ガス導入孔の内径を一定としてプラグの径を変更することにより変更できる。つまり、予めシャワープレートのガス導入孔としては、ある一定の大きさの孔を形成する。そして、そのガス導入孔の内壁とプラグの側壁との間に、反応ガスが流れるようなガス流路となる空隙を形成するようにプラグの径を決定する。このようにすれば、シャワープレートのガス導入孔の加工を容易に行なうことができると同時に、プラグを交換することによりシャワープレートのガス導入孔における反応ガスのコンダクタンスを変更することができる。この結果、シャワープレートの加工コストを低減できると同時に、反応ガスの流量などのプロセス条件を容易に変更することができる。

30

【0040】

上記プラズマプロセス装置では、シャワープレートの平面形状はほぼ四角形状であってもよい。

【0041】

この場合、液晶表示装置などに用いられる角型のガラス基板に対するCVD法を用いた成膜やエッチングなどの処理に適したプラズマプロセス装置を得ることができる。

【0042】

上記プラズマプロセス装置では、マイクロ波導入手段は単一モードマイクロ波導波路を含んでいてもよい。

40

【0043】

この場合、マイクロ波の制御を容易に行なうことができると同時に、安定でかつ均一なマイクロ波を処理室へ伝送することが可能となる。

【0044】

【発明の実施の形態】

以下、図面に基づいて本発明の実施の形態を説明する。なお、以下の図面において同一または相当する部分には同一の参照番号を付し、その説明は繰返さない。

【0045】

(実施の形態1)

50

図1は本発明によるプラズマプロセス装置の実施の形態1を示す平面模式図である。図1を参照して、プラズマプロセス装置を説明する。

【0046】

図1を参照して、プラズマプロセス装置は、マイクロ波を伝送するマイクロ波導入手段としての4つの導波管1a~1dと、シャワープレート3a~3dとを備える。導波管1a~1dとシャワープレート3a~3dとは、図2に示すように、処理室を形成する容器部材である真空容器上蓋に設置されている。ここで、図2は、図1に示した線分100-100における断面模式図である。

【0047】

図2を参照して、導波管1a~1d下には、マイクロ波導入窓として作用する第1誘電体板2a~2dが形成されている。この第1誘電体板2a~2dは、シャワープレート3a~3dを保持するためのシャワープレートホルダ5に埋込まれるように配置されている。このシャワープレートホルダ5は金属などの導電体からなる。このシャワープレートホルダ5の下面には、シャワープレート3a~3dが配置されている。このシャワープレート3a~3dはその上部表面が第1誘電体板2a~2dとそれぞれ接触するように配置されている。シャワープレート3a~3dにはガス導入孔18(図3参照)が形成されている。このガス導入孔18はガス導入路4a~4d、6a~6dと接続されている。このシャワープレート3a~3d下に位置するように、基板8が固定台上に配置されている。この基板8は液晶表示装置用のガラス基板であり、その大きさは500mm角から1m角程度の大型の基板である。

【0048】

図3を参照して、本発明によるプラズマプロセス装置のシャワープレート部分の構造をより詳細に説明する。図3は、図2に示したプラズマプロセス装置の真空容器上蓋の一部を示す拡大断面模式図である。

【0049】

図3を参照して、導波管1a、1bが形成された真空容器上蓋に、固定ボルト9a、9bによってシャワープレートホルダ5が固定されている。このシャワープレートホルダ5に固定ボルト10a、10bを用いてシャワープレート3a、3bが固定されている。真空容器上蓋にはガス導入路4a~4d(図2参照)が形成されている。この真空容器上蓋に形成されたガス導入路4aはシャワープレートホルダ5に形成されたガス導入路6aを介して反応ガス供給路としてのガス導入間隙部7aに接続されている。ガス導入間隙部7aは、シャワープレート3aの上面と導電体壁面としてのシャワープレートホルダ5の下面とをその壁面に含む。このガス導入間隙部7aは、シャワープレート3aに形成されたガス導入孔18と接続されている。そして、ガス導入路4aから供給された反応ガスは、ガス導入路6aを介してガス導入間隙部7aへと到達する。そして、このガス導入間隙部7aからガス導入孔18を介してプラズマが形成される処理室の内部へと反応ガスが均一に分布するように供給される。なお、図に示した他のガス導入路4e、4f、6e、6fおよびガス導入間隙部7b、7cも同様の構造を有している。

【0050】

導波管1a、1bの下には、上述のように第1誘電体板2a、2bが設置されている。第1誘電体板2a、2b下にはシャワープレート3a、3bが配置されている。導波管1a、1bから第1誘電体板2a、2bを介してシャワープレート3a、3bへとマイクロ波が伝送される。ここで、第1誘電体板2a、2bはマイクロ波の透過率が高く、かつ加工および入手が容易なAL2O3から構成されていることが好ましい。この第1誘電体板2a、2bを介してシャワープレート3a、3bに伝送されたマイクロ波は、第1誘電体板2a、2bの下に位置する領域から処理室内部へと照射され、シャワープレート3a、3b下面にプラズマを生成する。マイクロ波はプラズマ中深くへは伝搬できないので、過剰に投入されたマイクロ波は横方向へとシャワープレート3a、3b中を伝搬する。結果として、シャワープレート3a、3b下面の全面から処理室の内部へとマイクロ波が照射されることになる。そして、このように照射されたマイクロ波によって、ガス導入孔18か

10

20

30

40

50

ら処理室の内部へと放出された反応ガスが励起されることによって基板8（図2参照）の全面に対してほぼ均一なプラズマが発生する。このプラズマを用いて、基板8上において成膜あるいはエッチング、アッシングなどの処理を行なうことができる。

【0051】

ここで、シャワープレートホルダ5を形成する金属などの導電体はマイクロ波を透過させない。そして、上述のように、ガス導入間隙部7aはシャワープレート3aの上面とシャワープレートホルダ5の下面とをその側壁に含んでいるので、マイクロ波導入手段としての導波管1aから処理室へと伝送されるマイクロ波の電界振幅の大きな成分がガス導入間隙部7aへ導入されることを防止できる。この結果、ガス導入間隙部7aにおいてこのマイクロ波に起因して反応ガスからプラズマが形成されること（異常プラズマの発生）を防止できる。この結果、ガス導入間隙部7aの壁面、つまりシャワープレート3aの上面などがプラズマにより損傷を受けることを防止できる。

10

【0052】

また、ガス導入間隙部7aにおいて異常プラズマが発生することを防止できるので、ガス導入間隙部7aにおける反応ガスの圧力を従来より低く設定することができる。この結果、ガス導入間隙部7aにおける反応ガスの圧力と処理室の内部における反応ガスの圧力との差を小さくすることができるので、シャワープレート3aのガス導入孔18における反応ガスのコンダクタンスを従来より大きくすることができる。その結果、シャワープレート3aにおけるガス導入孔18のサイズを従来よりも大きくすることができるので、ガス導入孔18の加工工程において従来のような高精度の加工が不要となる。このため、シャ

20

【0053】

また、ガス導入間隙部7aにおける反応ガスの圧力と処理室の内部における反応ガスの圧力との差を小さくすることができるので、反応ガスの成分などプロセス条件の調整を従来より容易に行うことができる。また、シャワープレートを用いて処理室内部に均一に反応ガスを供給できるので、均一なプラズマを得ることができる。

【0054】

また、上述のようにシャワープレート部分としてのシャワープレート3a～3dを用いて、容易に大面積のシャワープレートを形成できる。この結果、大型の基板にも容易に対応することが可能となる。

30

【0055】

また、マイクロ波導入手段としての導波管1a～1dの開口部下に位置する領域はマイクロ波の伝送経路となっているが、このガス導入間隙部7a～7cは、シャワープレート3a、3bの上面上において、この導波管1a、1bの下部における開口部下に位置する領域以外の領域に形成されている。

【0056】

この場合、マイクロ波の伝送経路とガス導入間隙部7a～7cとが重ならないようにすることができる。この結果、ガス導入間隙部7a～7cにマイクロ波の電界振幅の大きな成分が照射されることを確実に防止できるので、ガス導入間隙部7a～7cにおいて、反応ガスにマイクロ波が照射されることに起因するプラズマの発生を防止できる。この結果、ガス導入間隙部7a～7cの壁面などがこのプラズマによって損傷を受けることを防止できると同時に、上記のようにシャワープレート3a～3dの製造コストを削減でき、かつ大型の基板にも容易に対応できる。

40

【0057】

また、上述のように、導波管1a～1dから第1誘電体板2a～2dおよびシャワープレート3a～3dという伝送経路により、マイクロ波は導波管1a～1d（図2参照）から処理室の内部へと伝えられる。そして、ガス導入間隙部7a～7cはシャワープレート3a、3b上において、この伝送経路以外の領域に形成されている。

【0058】

このため、ガス導入間隙部7a～7cにマイクロ波が照射されることを防止できるので

50

、ガス導入間隙部 7 a ~ 7 c の壁面などがこのプラズマによって損傷を受けることを防止できると同時に、上記のようにシャワープレート 3 a ~ 3 d の製造コストを削減でき、かつ大型の基板にも容易に対応できる。

【 0 0 5 9 】

また、本発明によるプラズマプロセス装置では、ガス導入間隙部 7 a ~ 7 c がマイクロ波導入手段としての導波管 1 a、1 b と導電体としてのシャワープレートホルダ 5 により隔離されている。

【 0 0 6 0 】

このため、ガス導入間隙部 7 a ~ 7 c に導波管 1 a、1 b から処理室の内部へと導入されるマイクロ波の電界振幅の大きな成分が照射されることを防止できる。この結果、ガス導入間隙部 7 a ~ 7 c の壁面などがこのプラズマによって損傷を受けることを防止できると同時に、上記のようにシャワープレート 3 a ~ 3 d の製造コストを削減でき、かつ大型の基板にも容易に対応できる。

10

【 0 0 6 1 】

また、上記のようにシャワープレートを複数の小型のシャワープレート 3 a ~ 3 d を組み合わせることにより構成するので、既存の設備を用いて小型のシャワープレート 3 a ~ 3 d を形成することができる。この結果、シャワープレートの製造コストをさらに低減することができる。

【 0 0 6 2 】

また、大型の基板に対応した大型のシャワープレートを一体型として形成する場合には、そのシャワープレートのサイズに対応した大型の加熱炉などを用いる必要がある。しかし、このような大型の設備においては、シャワープレートの加熱温度の分布などを均一に保つことが難しい。この結果、形成されるシャワープレートの材質を均一にすることが困難であった。しかし、本発明によるシャワープレートでは、比較的小型のシャワープレート 3 a ~ 3 d を用いるので、上記のような問題を回避することができる。

20

【 0 0 6 3 】

また、シャワープレート 3 a ~ 3 d のように分割された小型のシャワープレートを用いるので、シャワープレート 3 a ~ 3 d のいずれか一部にのみ損傷が発生したような場合に、その損傷部を有するシャワープレートのみを交換すればよい。この結果、一体型のシャワープレートを用いる場合よりもプラズマプロセス装置の保守・点検作業を容易に行なうことができる。

30

【 0 0 6 4 】

ここで、シャワープレート 3 a ~ 3 d は、窒化アルミニウム (A l N) を用いて形成することが好ましい。この窒化アルミニウムは熱伝導率が高いため、シャワープレート 3 a ~ 3 d が局所的に加熱されたような場合にもその局所的に加えられた熱を迅速に他の部分へと伝えることができる。そのため、シャワープレート 3 a ~ 3 d がこのような局所的な熱に起因して損傷を受けることを防止できる。また、このようにシャワープレート 3 a ~ 3 d として熱伝導率の高い材料を用いることによって、処理室内の雰囲気温度を基板 8 の全面にわたって均一化にすることができる。この結果、プラズマプロセスの条件を基板 8 の全面にわたってより均一にすることができる。

40

【 0 0 6 5 】

また、図 1 に示すように、シャワープレート 3 a ~ 3 d から形成されるシャワープレートの平面外形は四角形状となっているので、液晶表示装置などの基板である角型のガラス基板に対して、本発明によるプラズマプロセス装置を容易に適用できる。

【 0 0 6 6 】

また、導波管 1 a ~ 1 d として、単一モードマイクロ波導波路を用いることにより、マイクロ波の制御を容易に行なうことができ、かつ安定した均一なマイクロ波を処理室の内部へと伝送することができる。

【 0 0 6 7 】

また、ガス導入孔 1 8 は、水平方向における断面形状がほぼ円形であり、シャワープレ

50

ート3 a ~ 3 dの上面におけるガス導入孔1 8の直径よりも、シャワープレート3 a ~ 3 dの下面におけるガス導入孔1 8の直径が大きくなるように形成されている。このため、ガス導入孔1 8から処理室の内部へと放出される反応ガスは、シャワープレート3 a ~ 3 dの下面にほぼ垂直な方向だけでなく、この下面に対して斜め方向にも放出される。この結果、処理室内における反応ガスの分布をより均一化することができる。これにより、たとえばこのプラズマを用いてプラズマCVD法を行なうような場合に、基板8の表面に形成されるCVD膜の膜質や膜厚を基板8の全面にわたってより均一化することができる。

【0068】

なお、ここでシャワープレートホルダ5は一体型の金属製のものを用いたが、シャワープレートホルダ自体もシャワープレート3 a ~ 3 dに対応して4分割されていてもよい。このようにシャワープレートホルダ5自体も分割方式とすることにより、シャワープレート3 a ~ 3 dとシャワープレートホルダ5との組付け状況やガス導入間隙部7 a ~ 7 cの状態などをプラズマプロセス装置から取外した状態で（オフラインで）点検することができる。この結果、プラズマプロセス装置の保守・点検作業の時間および労力をより削減することができる。

【0069】

（実施の形態2）

図4は、本発明によるプラズマプロセス装置のシャワープレートの実施の形態2を示す断面模式図である。図4を参照して、シャワープレートを説明する。

【0070】

図4を参照して、シャワープレート3のガス導入孔には、流量制御手段としてのプラグである芯部材1 2 a、1 2 bが設置されている。また、シャワープレート3の上部表面上には、ガス導入間隙部7の高さを一定に保つためのスペーサ1 1が設置されている。このガス導入孔に設置された芯部材1 2 aの構造を、図5を参照して説明する。図5は、図4に示した芯部材の側面模式図である

図5を参照して、芯部材1 2 aはロッド部1 3 aとナット部1 4 aとからなる。このロッド部1 3 aとナット部1 4 aとは分離可能になっており、ロッド部1 3 aの上部が雄ねじ、ナット部1 4 aが雌ねじとなるように形成されている。そして、シャワープレート3のガス導入孔にロッド部1 3 aを挿入した後、シャワープレート3の上部表面からこのロッド部1 3 aの上部へとナット部1 4 aを嵌め込むことにより、芯部材1 2 aをシャワープレート3のガス導入孔へと固定することができる。このとき、芯部材1 2 aはロッド当接部1 5 a、1 5 bおよびナット当接部1 6 a、1 6 bとにおいてシャワープレート3と接している。なお、ナット当接部1 6 a、1 6 bもしくはナット当接部1 6 a、1 6 bが接するシャワープレート3の表面には、反応ガスの流路となる溝が形成されている。

【0071】

このような芯部材1 2 a、1 2 bを用いれば、ロッド当接部1 5 a、1 5 bおよびナット当接部1 6 a、1 6 bの寸法を調整することにより、ガス導入孔における反応ガスのコンダクタンスを容易に制御することができる。

【0072】

また、このような芯部材1 2 a、1 2 bを用いれば、ガス導入孔において目詰まりなどが発生したような場合に、この芯部材1 2 a、1 2 bを取外した後そのような目詰まりの清掃等のメンテナンスを容易に行なうことができる。この結果、シャワープレート3のメンテナンスに要する時間および労力を削減することができる。

【0073】

また、図6に示すように、ロッド部1 3 aの側面に切欠面1 7 a、1 7 bを形成してもよい。ここで、図6は、図5に示した線分2 0 0 - 2 0 0における断面模式図である。このような切欠面1 7 a、1 7 bを形成することにより、この切欠面1 7 a、1 7 bの切欠深さを変更することによって容易にガス導入孔における反応ガスのコンダクタンスを変更することができる。

【0074】

また、シャワープレート3のガス導入孔の径は同一とし、複数の種類の芯部材12a、12bを用意しておけば、この芯部材12a、12bを交換することにより、シャワープレート3のガス導入孔における反応ガスのコンダクタンスを容易に変更することができる。この結果、ガス導入孔の直径を変更したシャワープレート3を複数用意する場合よりも、プラズマプロセス装置の製造コストを低減することができる。

【0075】

また、必要なコンダクタンスを得るための小さな直径のガス導入孔を形成する場合よりも、このような芯部材12a、12bを挿入できる程度の大きなサイズのガス導入孔を形成すれば、微細な加工が不要となるため、シャワープレートの製造コストをより低減することができる。

【0076】

(実施の形態3)

図7は、本発明によるプラズマプロセス装置の実施の形態3を示す平面模式図である。なお、図7は、本発明によるプラズマプロセス装置のシャワープレート3a~3dの下方からシャワープレート3a~3dの下面を見た場合の平面模式図を示している。図7を参照して、プラズマプロセス装置を説明する。

【0077】

図7を参照して、プラズマプロセス装置の容器部材としての真空容器上蓋23には、4分割されたシャワープレート3a~3dが設置されている。シャワープレート3a~3dには、それぞれ反応ガスを処理室の内部へと供給するためのガス導入孔18が形成されている。シャワープレート3a~3dの外周部には、このシャワープレート3a~3dを台座としてのシャワープレートホルダ5(図8参照)へと固定するシャワープレート固定部材19が配置されている。このプラズマプロセス装置の断面構造を、図8を参照して説明する。

【0078】

図8は、図7に示した線分300-300における断面模式図である。図8を参照して、処理室としての真空容器21の内部には基板8が基板ホルダ20の上に設置されている。また、真空容器21の底部には排気孔22が形成されている。この排気孔22は排気ポンプと接続され、真空容器21の内部から反応生成ガスやプラズマプロセスに寄与しなかった反応ガスを排気する。

【0079】

ただし、図7および8に示したプラズマプロセス装置では、シャワープレート3a~3dがシャワープレートホルダ5へとシャワープレート固定部材19を用いて固定されている。このシャワープレート固定部材19はシャワープレート3a~3dの外周部において、シャワープレート3a~3dの下面へと延在する支持部分を有する。この支持部分によってシャワープレート3a~3dは支えられている。そして、このシャワープレート固定部材19はシャワープレートホルダ5へとねじなどを用いて固定される。このシャワープレート固定部材19がシャワープレート3a~3dの外周部を支持部分によりシャワープレートホルダ5へと押圧することにより、シャワープレート3a~3dがシャワープレートホルダ5へと固定されている。その他の構造は図1~3に示した本発明の実施の形態1

【0080】

このようにすれば、シャワープレート3a~3dにねじ用の溝を形成するというような加工工程を行なう必要がない。この結果、シャワープレート3a~3dの製造コストをより低減することができる。

【0081】

また、図8に示したプラズマプロセス装置では、シャワープレート3a~3dのガス導入孔18が第1誘電体板2a、2bの下以外の領域に形成されている。この結果、ガス導入間隙部7a~7cを確実にプラズマの伝送経路以外の領域に形成することができるので、ガス導入間隙部7a~7cにおける異常プラズマの発生を確実に防止できる。

10

20

30

40

50

【0082】

図9は、図7に示した線分400-400における断面模式図である。図9を参照して、導波管1aの延びる方向に延在するように第1誘電体板2aが形成されていることがわかる。また、シャワープレート3cがシャワープレート3a、3bと同様にシャワープレート固定部材19を用いてシャワープレートホルダ5へと固定されていることがわかる。

【0083】

図10は、図7に示した本発明によるプラズマプロセス装置を真空容器上蓋23の上方から見た上部平面模式図である。また、図11は図10に示した線分500-500における断面模式図である。図10および11を参照して、導波管1a、1bへは導波管24からマイクロ波が供給される。すなわち、図10の導波管24へ紙面上方から導入されたマイクロ波は、図10に示すように導波管1a、1bに向かって左右に分岐し、さらに導波管1a、1bのそれぞれの中央部からその端部へ向かって供給される。

10

【0084】

(実施の形態4)

図12は、本発明によるプラズマプロセス装置の実施の形態4を示す平面模式図である。なお、図12は、図7と同様にプラズマプロセス装置のシャワープレートの下面から真空容器上蓋を見た場合の平面模式図を示している。

【0085】

図12を参照して、プラズマプロセス装置は、基本的には図7に示したプラズマプロセス装置と同様の構造を備える。ただし、図12に示したプラズマプロセス装置では、シャワープレートとして2分割されたシャワープレート3a、3bを用いている。このような場合にも、本発明によるプラズマプロセス装置の実施の形態3と同様の効果を得ることができる。

20

【0086】

(実施の形態5)

図13は、本発明によるプラズマプロセス装置の実施の形態5を示す平面模式図である。なお、図13は、図12と同様にプラズマプロセス装置のシャワープレートの下面から真空容器上蓋を見た場合の平面模式図を示している。

【0087】

図13を参照して、プラズマプロセス装置は、基本的には図7に示したプラズマプロセス装置と同様の構造を備える。ただし、図13に示したプラズマプロセス装置では、シャワープレートとして一体型のシャワープレート3aを用いている。この場合、分割型のシャワープレートを用いる場合よりも、シャワープレート固定部材19の数を少なくすることができる。この結果、シャワープレート3aをシャワープレートホルダ5へと設置する工程を簡略化することができる。

30

【0088】

なお、シャワープレート3aから導波管1a、1b側までの真空容器上蓋23の構造は基本的には図7に示したプラズマプロセス装置と同様である。これにより、実施の形態1と同様にシャワープレート3a上に位置するガス導入間隙部において、異常プラズマの発生を防止できる。このため、実施の形態1と同様にガス導入間隙部における反応ガスの圧力と処理室の内部における反応ガスの圧力との差を小さくすることができるので、シャワープレート3aにおけるガス導入孔18のサイズを従来よりも大きくすることができる。そのため、ガス導入孔18の加工工程において従来のような高精度の加工が不要となる。この結果、シャワープレート3aの製造コストを低減することができる。また、実施の形態1と同様に反応ガスの成分などプロセス条件の調整を従来より容易に行うことができる。

40

【0089】

なお、本発明によるプラズマプロセス装置では、上記の実施の形態1~5に示すような基板8を水平に設置する構成に代えて、基板8を立てて配置する構成としてもよい。

【0090】

50

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した実施の形態ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【0091】

【発明の効果】

以上のように、本発明によれば、ガス導入間隙部における異常プラズマの発生を抑制することができるので、均一なプラズマを形成することが可能であり、低コストで大面積の基板に対応することが可能なプラズマプロセス装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明によるプラズマプロセス装置の実施の形態1を示す平面模式図である。

【図2】 図1に示した線分100-100における断面模式図である。

【図3】 図2に示したプラズマプロセス装置の真空容器上蓋の一部を示す拡大断面模式図である。

【図4】 本発明によるプラズマプロセス装置のシャワープレートの実施の形態2を示す断面模式図である。

【図5】 図4に示した芯部材の側面模式図である。

【図6】 図5に示した線分200-200における断面模式図である。

【図7】 本発明によるプラズマプロセス装置の実施の形態3を示す平面模式図である。

【図8】 図7に示した線分300-300における断面模式図である。

【図9】 図7に示した線分400-400における断面模式図である。

【図10】 図7に示した本発明によるプラズマプロセス装置を真空容器上蓋の上方から見た上部平面模式図である。

【図11】 図10に示した線分500-500における断面模式図である。

【図12】 本発明によるプラズマプロセス装置の実施の形態4を示す平面模式図である。

【図13】 本発明によるプラズマプロセス装置の実施の形態5を示す平面模式図である。

【図14】 従来のプラズマプロセス装置を示す断面模式図である。

【図15】 図14に示したラジアルラインスロットアンテナを示す斜視断面模式図である。

【符号の説明】

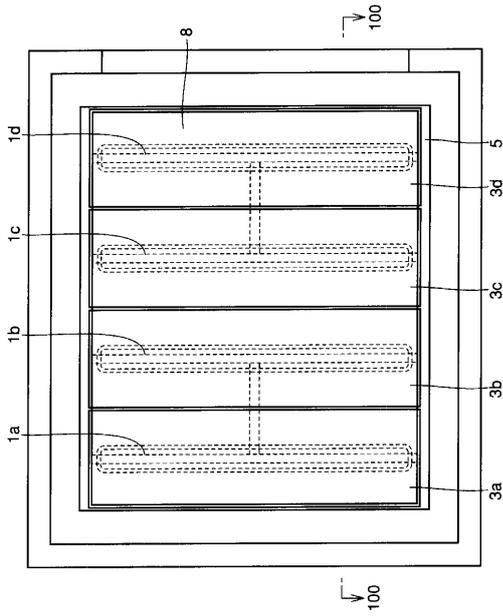
1a~1d 導波管、2a~2d 第1誘電体板、3, 3a~3d シャワープレート、4a~4f, 6a~6f ガス導入路、5 シャワープレートホルダ、7, 7a~7c ガス導入間隙部、8 基板、9a, 9b, 10a, 10b 固定ボルト、11 スペーサ、12a, 12b 芯部材、13a ロッド部、14a ナット部、15a, 15b ロッド当接部、16a, 16b ナット当接部、17a, 17b 切欠面、18 ガス導入孔、19 シャワープレート固定部材、20 基板ホルダ、21 真空容器、22 排気孔、23 真空容器上蓋、24 導波管。

10

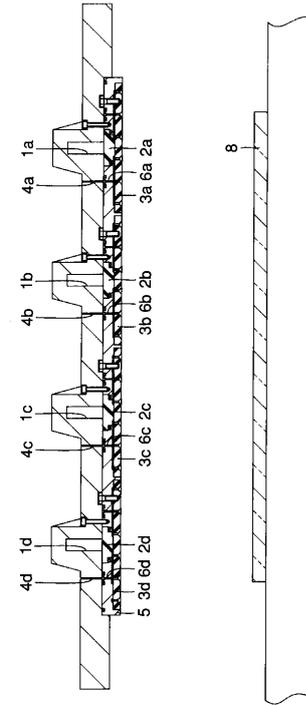
20

30

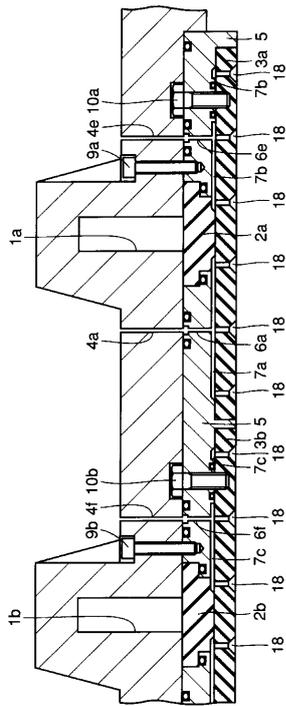
【 図 1 】



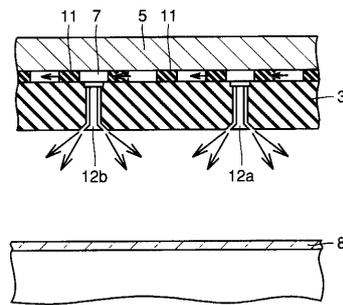
【 図 2 】



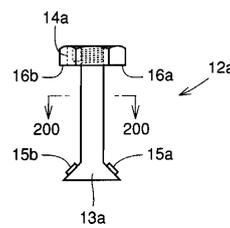
【 図 3 】



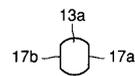
【 図 4 】



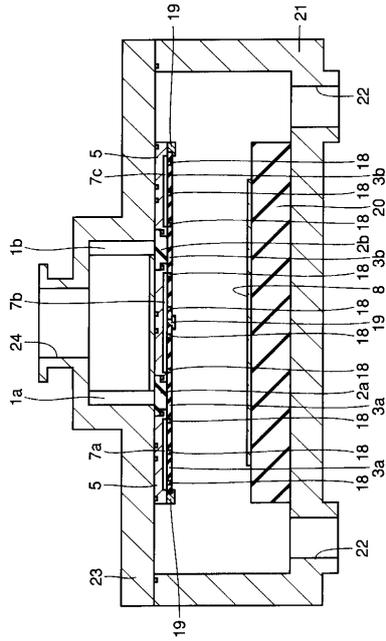
【 図 5 】



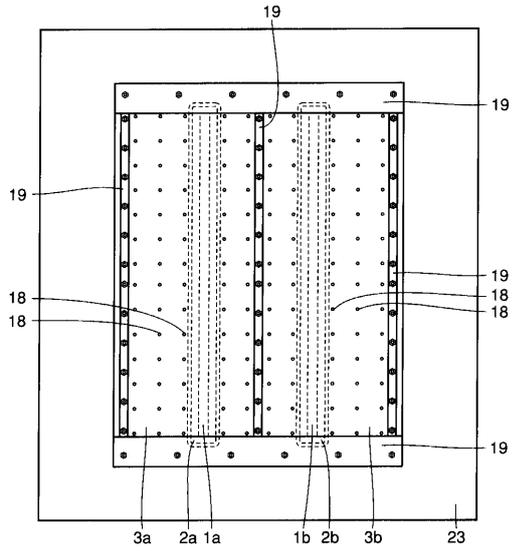
【 図 6 】



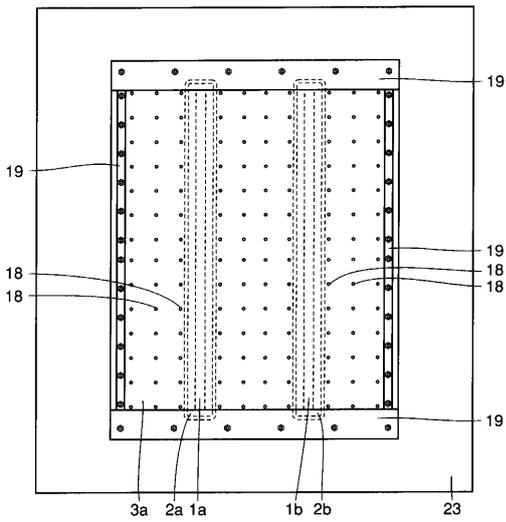
【 図 1 1 】



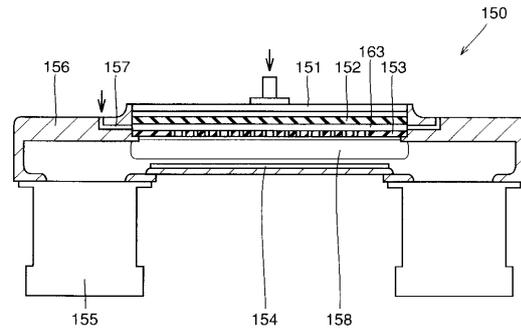
【 図 1 2 】



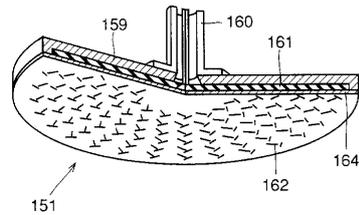
【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷ F I
// H 0 1 L 21/205 H 0 1 L 21/205

(72)発明者 山本 達志
大阪府大阪市阿倍野区长池町2番22号 シャープ株式会社内

(72)発明者 田寺 孝光
大阪府大阪市阿倍野区长池町2番22号 シャープ株式会社内

審査官 宮澤 尚之

(56)参考文献 特開2000-173990(JP,A)
特開平11-297672(JP,A)
特開平09-181048(JP,A)
特開平08-111461(JP,A)
特開平07-130494(JP,A)
特開平06-333697(JP,A)
特開平06-061153(JP,A)
特開平06-049647(JP,A)
特開平05-345982(JP,A)
特開平05-086480(JP,A)
特開平01-097399(JP,A)
国際公開第00/074127(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
C23C 16/00 -16/56
C23F 1/00 - 4/04
H01L 21/205-21/31
H05H 1/46