

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 3 月 4 日 (04.03.2004)

PCT

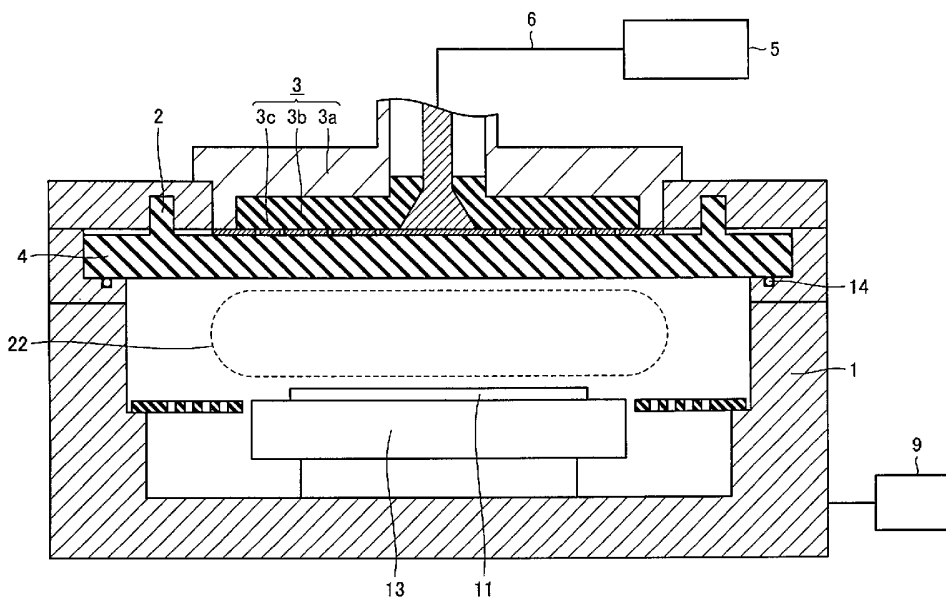
(10) 国際公開番号
WO 2004/019397 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 21/3065 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/010391 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 石橋 清隆 (ISHIBASHI, Kiyotaka) [JP/JP]; 〒660-0891 兵庫県 尼崎市 扶桑町 1-8 東京エレクトロン株式会社内 Hyogo (JP). 野沢 俊久 (NOZAWA, Toshihisa) [JP/JP]; 〒660-0891 兵庫県 尼崎市 扶桑町 1-8 東京エレクトロン株式会社内 Hyogo (JP).
(22) 国際出願日: 2003 年 8 月 15 日 (15.08.2003)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ: 特願2002-239030 2002 年 8 月 20 日 (20.08.2002) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 東京エレクトロン株式会社 (TOKYO ELECTRON LIMITED) [JP/JP]; 〒107-8481 東京都 港区 赤坂五丁目 3 番 6 号 Tokyo (JP).
(74) 代理人: 深見 久郎, 外 (FUKAMI, Hisao et al.); 〒530-0054 大阪府 大阪市 北区南森町 2 丁目 1 番 2 9 号 三井住友銀行南森町ビル 深見特許事務所 Osaka (JP).
(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU,

/ 続葉有 /

(54) Title: PLASMA PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称: プラズマ処理装置



(57) Abstract: A plasma processing device comprising a chamber (1) for housing a substrate (11), a high-frequency power supply (5) for generating microwave, and an antenna unit (3) for radiating microwave into the chamber (1). Microwave generated in the power supply (5) is sent to the antenna unit (3) via a waveguide (6). A top plate (4) forming part of a partition wall of the chamber (1) is formed at the upper portion of the chamber (1). A specified annular delay pass unit (2) formed of the same material as that of the top plate (4), for delaying the propagation of microwave, is provided on the outer peripheral portion of the top plate (4). Accordingly, the plasma processing device can restrict an abnormal discharge and the production of foreign matters.

(57) 要約: プラズマ処理装置は、基板 (11) を収容するためのチャンバ (1) と、マイクロ波を発生するため高周波電源 (5) と、マイクロ波をチャンバ (1) 内に放射するためのアンテナ部 (3) とを備えている。高周波電源 (5) にて発生したマイク

/ 続葉有 /

WO 2004/019397 A1



LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ,
OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN,
YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ,
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許
(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

口波は導波管（6）によってアンテナ部（3）へ送られる。チャンバ（1）の上部には、チャンバ（1）の隔壁の一部を構成する天板部（4）が配設されている。その天板部（4）の外周部分の上には、マイクロ波の伝播を遅延させるための天板部（4）と同じ材質から形成された所定の遅延パス部（2）がリング状に設けられている。これにより、プラズマ処理装置において、異常放電や異物の発生を抑制することができる。

明細書

プラズマ処理装置

5 技術分野

本発明はプラズマ処理装置に関し、特に、チャンバー内にマイクロ波を導入することにより形成されるプラズマ生成領域によって、基板に所定の処理を施すためのプラズマ処理装置に関するものである。

10 背景技術

近年、半導体装置の高密度化および微細化に伴って、半導体装置の製造工程において、成膜、エッチング、アッシング等の処理を施すためにプラズマ処理装置が使用されている。特に、マイクロ波を用いてプラズマを発生させるマイクロ波プラズマ処理装置では、約 $1 \sim 300 \text{ Pa}$ の低圧（高真空）から比較的圧力が高い条件のもとでも安定してプラズマを発生させることができる。そのため、たとえば周波数 2.45 GHz のマイクロ波を用いたマイクロ波プラズマ処理装置が注目されている。

そこで、従来のプラズマ処理装置の一例について説明する。図22に示すように、プラズマ処理装置は、基板111を収容して基板111に所定の処理を施すためのチャンバー101と、マイクロ波を発生するため高周波電源105と、マイクロ波をチャンバー101内に放射するためのアンテナ部103とを備えている。

アンテナ部103は、スロット板103c、遅波板103bおよびアンテナカバー103aを有して構成される。そのスロット板103cには、マイクロ波をチャンバー101内に向けて放射するための複数のスロット（開口部）が設けられている。高周波電源105にて発生したマイクロ波は、導波管106によりアンテナ部103へ送られる。

チャンバー101の上部には、チャンバー101の隔壁の一部を構成する天板部104が配設されている。天板部104は、たとえば石英等の誘電体から形成

されている。天板部 104 とチャンバー 101 の隔壁との間には、たとえばリングなどのシール部材 114 が設けられている。アンテナ部 103 は、この天板部 104 の上方に配置されている。

5 チャンバー 101 内には、収容された基板 111 を保持するためのサセプタ 107 が設けられている。さらに、チャンバー 101 には、チャンバー 101 内を排気するための真空ポンプ 109 が接続されている。

上述したプラズマ装置では、真空ポンプ 109 によりチャンバー 101 内が排気されて、所定の圧力範囲のもとでプラズマを生成するためのガスとして、たとえばアルゴンガスがチャンバー 101 内に導入される。

10 高周波電源 105 により発生したマイクロ波は導波管 106 を伝わり、アンテナ部 103 に到達する。図 23 に示すように、アンテナ部 103 に到達したマイクロ波は、矢印に示すように遅波板 103b を伝播し、スロット板 103c を介してチャンバー 101 内に放射されて電磁界を発生させる。

15 チャンバー 101 内に発生した電磁界によってアルゴンガスが解離し、基板 111 と天板部 104 との間にプラズマ生成領域 122 が形成されて、基板 111 に所定のプラズマ処理が行なわれることになる。

20 チャンバー 101 内に形成されたプラズマ生成領域 122 においては、プラズマ生成領域 122 を電気的中性に保つために、プラズマ生成領域 122 中に存在する電子やイオン（荷電粒子）は所定のプラズマ周波数をもって振動する。このプラズマ周波数は電荷密度が高いほど、また、荷電粒子の質量が小さいほど大きくなるという性質を有する。

25 そのため、プラズマ生成領域 122 においてはイオンよりも十分に質量が小さい電子のプラズマ周波数がイオンのプラズマ周波数に比べて十分に高く、マイクロ波の領域にある。このとき、高周波電源 105 により発生したマイクロ波の周波数が、そのプラズマ周波数よりも高い場合には、マイクロ波はプラズマ生成領域 122 内を伝播することができ、マイクロ波をプラズマ生成領域 122 に供給することができる。

ところが、電子の密度が高くなるにしたがって電子のプラズマ周波数も高くなるが、電子のプラズマ周波数が高周波電源 105 により発生したマイクロ波の周

波数を超えると、すなわち、プラズマ生成領域 1 2 2 におけるカットオフ周波数がマイクロ波の周波数よりも高くなると、プラズマ生成領域 1 2 2 の表面においてマイクロ波の電界が遮断される現象が認められるようになる。つまり、マイクロ波がプラズマ生成領域 1 2 2 によって反射されることになる。この現象は電子の密度が高くなるほど強く現れる。

図 2 3 に示すように、プラズマ生成領域 1 2 2 によって反射されたマイクロ波の一部は天板部 1 0 4 を伝播することになる。このため、天板部 1 0 4 の外周部近傍のチャンバー 1 0 1 と天板部 1 0 4 とが接触する部分 1 3 0 において強い電界が生じて、異常放電が発生したり異物が発生するという問題があった。

発明の開示

本発明は上記問題点を解決するためになされたものであり、その目的は異常放電や異物の発生が抑制されるプラズマ処理装置を提供することである。

本発明に係るプラズマ処理装置は、基板をプラズマ生成領域に晒して基板に所定の処理を施すためのプラズマ処理装置であって、チャンバーと天板部とアンテナ部と遅延パス部とを備えている。チャンバーには基板が収容される。天板部はチャンバーの隔壁の一部となる。アンテナ部はチャンバー内に天板部を介して高周波電磁界を供給し、天板部とチャンバー内に収容された基板との間の領域にプラズマ生成領域を形成する。遅延パス部は、天板部を伝播する高周波電磁界を分岐させるとともに、分岐した高周波電磁界を分岐せずに天板部を伝播する高周波電磁界と再び合流させる際に、天板部中を伝播する高周波電磁界の波長を λ とすると、分岐した高周波電磁界の位相を分岐せずに天板部を伝播する高周波電磁界の位相に対して $\lambda/2$ の奇数倍だけシフトした状態とする。

この構造によれば、遅延パス部により分岐した高周波電磁界の位相が分岐せずに天板部を伝播する高周波電磁界の位相に対して $\lambda/2$ の奇数倍だけシフトした状態とされて、分岐した高周波電磁界と分岐せずに天板部を伝播する高周波電磁界とが互いに打ち消し合って、高周波電磁界のほとんどが天板部中を進んできた方向と反対の方向に向かって反射されて天板部中を伝播することになる。これにより、天板部中を遅延パス部の位置を超えて天板部の端部に向かって伝播しよう

とする高周波電磁界の成分は大幅に減少されることになる。その結果、天板部の端部近傍において強い電界が生じるのが防止されて、異常放電や異物の発生を抑制することができ、安定したプラズマ処理を基板に施すことができる。なお、 $\lambda/2$ には $\lambda/10$ 程度の誤差を含むものと解される。

- 5 また、天板部として、収容された基板と対向するように配置される平板部と、平板部の周部から基板が配置されている側に向かって形成された筒状の側壁部とを有し、遅延パス部は側壁部の側に配設されていることが好ましい。

この場合には、側壁部の端部において強い電界が生じるのが防止される。

- 10 具体的には、遅延パス部は側壁部の外周面に沿ってリング状に配設されていることが好ましい。

この場合には、側壁部を伝播する高周波電磁界の一部を確実に分岐させて、分岐しなかった高周波電磁界と打ち消し合うことができる。

- 15 また、遅延パス部は、天板部中を伝播する高周波電磁界の進む方向に対して上流側に位置する第1の部分と、下流側に位置する第2の部分とを含むことが好ましい。

この場合には、第1の部分を超えて伝播しようとする高周波電磁界が第2の部分によって反射されて、天板部の端部において強い電界が生じるのを確実に防止することができる。

- 20 そのような遅延パス部の具体的な構造としては、分岐した高周波電磁界を伝播させるための天板部に連通する伝播領域を有することが好ましい。

また、伝播領域として、分岐した高周波電磁界が分岐せずに天板部中を伝播する高周波電磁界と略平行に伝播する部分を含むことが好ましい。

さらに、伝播領域には所定の屈折率を有する部材が充填されていることが好ましい。

- 25 この場合には、伝播領域を空隙（大気）とする場合に比べて伝播領域のサイズをより小さくすることができる。

さらに、遅延パス部に対してアンテナ部から遠ざかる側において、高周波電磁界を吸収する電波吸収体を備えていることが好ましい。

この場合には、遅延パス部からさらに下流に向かって伝播しようとする高周波

電磁界が電波吸収体によって吸収されて、天板部の端部において強い電界が生じるのをより確実に防止することができる。

図面の簡単な説明

5 図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係るプラズマ処理装置の断面図である。

図 2 は、同実施の形態において、図 1 に示すプラズマ処理装置の部分拡大断面図である。

図 3 は、本発明の実施の形態 2 に係るプラズマ処理装置の断面図である。

10 図 4 は、同実施の形態において、高電界が生じやすい部分を示す第 1 の部分拡大断面図である。

図 5 は、同実施の形態において、高電界が生じやすい部分を示す第 2 の部分拡大断面図である。

図 6 は、同実施の形態において、図 5 に示された部分をさらに拡大した部分拡大断面図である。

15 図 7 は、同実施の形態において、遅延パス部の第 1 の例を示す部分拡大断面図である。

図 8 は、同実施の形態において、遅延パス部の第 2 の例を示す部分拡大断面図である。

20 図 9 は、同実施の形態において、遅延パス部の第 3 の例を示す部分拡大断面図である。

図 10 は、同実施の形態において、遅延パス部の第 4 の例を示す部分拡大断面図である。

図 11 は、同実施の形態において、遅延パス部の第 5 の例を示す部分拡大断面図である。

25 図 12 は、同実施の形態において、シミュレーションによる評価のレファレンスとなる第 1 の部分拡大断面図である。

図 13 は、同実施の形態において、シミュレーションによる評価のレファレンスとなる第 2 の部分拡大断面図である。

図 14 は、同実施の形態において、シミュレーションによる評価結果を示す図

である。

図 1 5 は、同実施の形態において、遅延パス部の第 6 の例を示す部分拡大断面図である。

5 図 1 6 は、同実施の形態において、遅延パス部の第 7 の例を示す部分拡大断面図である。

図 1 7 は、同実施の形態において、遅延パス部の第 8 の例を示す部分拡大断面図である。

図 1 8 は、同実施の形態において、遅延パス部の第 9 の例を示す部分拡大断面図である。

10 図 1 9 は、同実施の形態において、遅延パス部の第 1 0 の例を示す部分拡大断面図である。

図 2 0 は、同実施の形態において、遅延パス部の第 1 1 の例を示す部分拡大断面図である。

15 図 2 1 は、同実施の形態において、図 1 5 ～図 2 0 に示された遅延パス部の寸法関係を示す図である。

図 2 2 は、従来のプラズマ処理装置の断面図である。

図 2 3 は、図 2 2 に示すプラズマ処理装置の部分拡大断面図である。

発明を実施するための最良の形態

20 実施の形態 1

本発明の実施の形態 1 に係るプラズマ処理装置について説明する。図 1 に示すように、プラズマ処理装置は、基板 1 1 を收容して基板 1 1 に所定の処理を施すためのチャンバー 1 と、マイクロ波を発生するため高周波電源 5 と、マイクロ波をチャンバー 1 内に放射するためのアンテナ部 3 とを備えている。

25 アンテナ部 3 は、スロット板 3 c、遅波板 3 b およびアンテナカバー 3 a を有して構成される。スロット板 3 c は、たとえば厚さ 0. 1 mm から数 mm 程度の銅板等から形成されている。そのスロット板 3 c には、マイクロ波をチャンバー 1 内に向けて放射するための複数のスロット（開口部）が設けられている。高周波電源 5 にて発生したマイクロ波は導波管 6 によってアンテナ部 3 へ送られる。

チャンバー 1 内には、所定のプラズマ処理を施す基板 1 1 を保持するためのセプタ 7 が設けられている。さらに、チャンバー 1 には、チャンバー 1 内を排気するための真空ポンプ 9 が取り付けられている。

5 チャンバー 1 の上部には、チャンバー 1 の隔壁の一部を構成する天板部 4 が配設されている。天板部 4 は、たとえば石英等の誘電体から形成されている。天板部 4 とチャンバー 1 の隔壁との間には、たとえば O リングなどのシール部材 1 4 が設けられている。アンテナ部 3 は天板部 4 の上方に配置されている。

10 天板部 4 は、收容された基板 1 1 と対向するように配置されスロット板 3 c に接している。その天板部 4 の外周部分の上には、マイクロ波の伝播を遅延させるための所定の遅延パス部 2 がリング状に設けられている。この場合、遅延パス部 2 は天板部 4 と同じ材質から形成されている。

 なお、天板部 4 がスロット板 3 c に接するとは、天板部 4 がスロット板 3 c に完全に密着する場合の他に、天板部 4 とスロット板 3 c との間に大気中におけるマイクロ波の波長の 1 0 分の 1 以下の隙間がある場合も含まれる。

15 このように、隙間の大きさをマイクロ波の波長の 1 0 分の 1 以下としたのは、マイクロ波の波長の 1 0 分の 1 よりも大きい隙間がある場合には、その隙間に生じた電磁界によって天板部 4 内の電磁界の分布が変化してしまうからである。

 次に、上述したプラズマ装置によるプラズマ処理について説明する。まず、真空ポンプ 9 によりチャンバー 1 内が排気されて、所定の圧力範囲のもとでプラズマを生成するためのガスとして、たとえばアルゴンガスがチャンバー 1 内に導入
20 される。

 一方、高周波電源 5 によりマイクロ波が発生する。発生したマイクロ波は導波管 6 を伝わってアンテナ部 3 に到達する。アンテナ部 3 に到達したマイクロ波は遅波板 3 b 内を周縁に向かって伝播する。遅波板 3 b 内を伝播するマイクロ波は、
25 スロット板 3 c から天板部 4 を伝播してチャンバー 1 内に放射される。チャンバー 1 内に放射されたマイクロ波は、チャンバー 1 内に電磁界を発生させる。

 チャンバー 1 内に発生した電磁界によってアルゴンガスがイオン化し、基板 1 1 と天板部 4 との間にプラズマ生成領域 2 2 が形成される。そのプラズマ生成領域 2 2 にプロセスガスが導入されるとそのプロセスガスが解離されて、基板 1 1

に対して所定のプラズマ処理が行なわれることになる。

上述したプラズマ処理装置では、天板部 4 を伝播するマイクロ波を遅延するための遅延パス部 2 が設けられている。上述したように、この遅延パス部 2 は天板部 4 と同じ材質の石英等から形成されている。

- 5 図 2 に示すように、天板部 4 の中を外周部に向かって伝播するマイクロ波 3 1 の一部が分岐して遅延パス部 2 を伝播する。遅延パス部 2 を伝播するマイクロ波 3 1 a は、遅延パス部 2 の端部において反射されて天板部 4 に向かって伝播し、分岐しなかったマイクロ波 3 1 と合流（干渉）することになる。

- 10 このとき、天板部 4 および遅延パス部 2 を伝播するマイクロ波 3 1、3 1 a の波長を λ とし、天板部 4 の厚み方向の略中央の位置から遅延パス部 2 の端部までの距離を距離 L とすると、距離 L はたとえば $\lambda/4$ に相当する長さに設定されている。このため、マイクロ波 3 1 a が遅延パス部 2 を往復伝播することによって、マイクロ波 3 1 a は $\lambda/2$ に相当する長さを伝播することになる。

- 15 なお、マイクロ波 3 1、3 1 a の波長 λ は、天板部 4 および遅延パス部 2 の比誘電率を ϵ_{rA} とし、マイクロ波の真空中における波長を λ_0 とすると、式 $\lambda = \lambda_0 \cdot (\epsilon_{rA})^{-1/2}$ によって求められる。

- 20 これにより、分岐したマイクロ波 3 1 a と分岐しなかったマイクロ波 3 1 とが合流する部分では、マイクロ波 3 1 a の位相は、マイクロ波 3 1 の位相と比べて $\lambda/2$ だけずれて、マイクロ波 3 1 a とマイクロ波 3 1 とが互いに打ち消し合うことになる。

マイクロ波 3 1 a とマイクロ波 3 1 とが互いに打ち消し合うことによって、天板部 4 中をさらに外周部に向かって伝播しようとするマイクロ波 3 3 の強度は大幅に弱められる。

- 25 さらに詳しく説明すると、天板部 4 中を外周部に向かって伝播するマイクロ波 3 1 が遅延パス部 2 を伝播してきたマイクロ波 3 1 a と干渉することによって、マイクロ波 3 1 の成分のほとんどがマイクロ波 3 2 として天板部 4 中を進んできた方向と反対の方向に向かって反射されて天板部 4 中を伝播することになる。その結果、天板部 4 中をさらに外周部に向かって伝播しようとするマイクロ波 3 3 の成分は大幅に減少されることになる。

このように、遅延パス部 2 よりもさらに外周部に向かって天板部 4 中を伝播するマイクロ波 3 3 が大幅に減少することによって、天板部 4 の外周部近傍におけるチャンバー 1 と天板部 4 とが接触する部分において強い電界が生じるのを防止することができる。その結果、異常放電や異物の発生を抑制することができ、安定したプラズマ処理を基板 1 1 に施すことができる。

なお、位相のずれ $\lambda/2$ としては、 $\lambda/10$ 程度の誤差を含むものと解され、これを超える位相のずれについてはマイクロ波の打消し効果は小さくなると考えられる。

なお、上述したプラズマ処理装置では、天板部 4 と同じ材質から形成された遅延パス部 2 を例に挙げて説明したが、遅延パス部 2 としてはこれに限られるものではない。

すなわち、天板部 4 とは異なる所定の誘電率を有する材質から形成されていたり、空隙によって構成されていてもよく、遅延パス部 2 を伝播したマイクロ波 3 1 a が遅延パス部 2 を伝播しなかったマイクロ波 3 1 と干渉する際に、マイクロ波 3 1 a の位相が、マイクロ波 3 1 a の位相と比べて $\lambda/2$ だけずれるように遅延パス部 3 が所定の材料および寸法関係をもって構成されていればよい。

また、遅延パス部として、図 2 に示された遅延パス部 2 に対してアンテナ部 3 から遠ざかる側にさらに他の遅延パス部を設けてもよい。この場合には、天板部 4 中をさらに外周部に向かって伝播しようとするマイクロ波 3 3 の成分のほとんどが反射されて、異常放電や異物の発生を確実に抑制することができる。

実施の形態 2

本発明の実施の形態 2 に係るプラズマ処理装置について説明する。図 3 に示すように、チャンバー 1 の隔壁の一部を構成する天板部 4 は、平板部 4 a と側壁部 4 b を有している。

平板部 4 a は、収容された基板 1 1 と対向するように配置されスロット板 3 c に接している。側壁部 4 b は、平板部 4 a の周部から基板 1 1 の配置される側に向かって筒状に形成されている。側壁部 4 b の外周面はチャンバー 1 に接している。

平板部 4 a と側壁部 4 b を有する天板部 4 は、前述した平板部のみを有する平

板型天板部に対してベルジャー型の天板部 4 と呼ばれる。ベルジャー型の天板部 4 を備えることによって、平板型天板部に比べて、プラズマ生成領域に臨む天板部 4 の面積が増大し、側壁部 4 b からチャンバー 1 内に向けてマイクロ波が放射されて、プラズマ生成領域におけるプラズマ密度がより向上する。

- 5 このようにベルジャー型の天板部 4 では、側壁部 4 b からマイクロ波を放射させることになるため、遅延パス部 2 は、天板部 4 の平板部 4 a 側というよりは側壁部 4 b の側に配設されることが好ましい。

10 なお、これ以外の構成については、実施の形態 1 において説明した図 1 に示すプラズマ処理装置と同様なので、同一部材には同一符号を付しその説明を省略する。

次に、上述したプラズマ装置によるプラズマ処理について説明する。高周波電源 5 によって発生したマイクロ波は、導波管 6 を伝わってアンテナ部 3 に到達し、スロット板 3 c から天板部 4 を伝播してチャンバー 1 内に放射される。チャンバー 1 内に放射されたマイクロ波によってチャンバー 1 内に電磁界が発生し、チャン
15 ンバー 1 内に導入されたアルゴンガスがイオン化されて、基板 1 1 と天板部 4 との間にプラズマ生成領域 2 2 が形成される。

このとき、天板部 4 を伝播するマイクロ波は、平板部 4 a 中を外周部に向かって伝播した後に側壁部 4 b 中を伝播する。図 4 に示すように、側壁部 4 b 中を下方に向かって伝播するマイクロ波 3 1 は、側壁部 4 b の下端部において反射され
20 る。

この下端部では、マイクロ波 3 1 の一部がマイクロ波 3 1 b として側壁部 4 b の下端部からさらに下方に向けてチャンバー 1 内に漏れ出ることによって、下端部とチャンバー 1 との接触部分において強い電界が生じることがある。

また、図 5 および図 6 に示すように、側壁部 4 b の下端部近傍に位置するチャン
25 ンバー 1 の金属部分を覆うライナー 8 が設けられているような場合には、側壁部 4 b の下端部からさらに下方に向けて漏れ出るマイクロ波 3 1 b がライナー 8 に伝播することがある。そのため、側壁部 4 b の下端部とライナー 8 との接触部分において強い電界が生じることがある。

そこで、ベルジャー型の天板部を有するプラズマ処理装置において、そのよう

な強い電界を抑制する遅延パス部について具体的に説明する。

図 7～図 11 に、遅延パス部 2 のより具体的な構造例をそれぞれ示す。この場合、各図に示された遅延パス部 2 は天板部 4 と同じ材質の石英等から形成されている。

5 まず、図 7 に示す遅延パス部 2 は側壁部 4 b の下端部に設けられている。天板部 4 および遅延パス部 2 を伝播するマイクロ波 31、31a の波長を λ とし、天板部 4 の厚み方向の略中央の位置から遅延パス部 2 の端部までの距離を距離 L とすると、距離 L は $\lambda/4$ に相当する長さに設定されている。なお、側壁部 4 b とチャンバー 1 との隙間 S は $\lambda/10$ に設定されている。

10 図 8 に示す遅延パス部 2 は側壁部 4 b の下端部から所定の高さのところに設けられている。まず、距離 L は $\lambda/4$ に相当する長さに設定されている。そして、側壁部 4 b の下端部から遅延パス部 2 の高さ方向の厚み方向の略中央の位置までの距離を距離 D とすると、距離 D は $\lambda/4$ に相当する長さに設定されている。

15 図 9 に示す遅延パス部 2 は側壁部 4 b の下端部から所定の高さのところに設けられている。距離 L は $\lambda/4$ に相当する長さに設定され、距離 D は $(\lambda/4 + 5 \text{ mm})$ に相当する長さに設定されている。

 図 10 に示す遅延パス部 2 は側壁部 4 b の下端部から所定の高さのところに設けられている。距離 L は $\lambda/4$ に相当する長さに設定され、距離 D は $\lambda/2$ に相当する長さに設定されている。

20 図 10 に示す遅延パス部 2 は側壁部 4 b の下端部からそれぞれ異なる所定の 2箇所の高さのところに設けられている。まず、2つの遅延パス部 2 における距離 L は $\lambda/4$ に相当する長さに設定されている。そして、下方に位置する遅延パス部 2 の高さ方向の厚み方向の略中央の位置から上方に位置する遅延パス部 2 の高さ方向の厚み方向の略中央の位置までの距離を距離 D とすると、距離 D は $\lambda/4$ に相当する長さに設定されている。

25 上述した遅延パス部 2 を設けることによって、前述したプラズマ処理装置と同様に、側壁部 4 b 中を下端部に向かって伝播するマイクロ波 31 の一部が分岐して遅延パス部 2 を伝播する。遅延パス部 2 を伝播するマイクロ波 31a は、遅延パス部 2 の端部において反射されて側壁部 4 b に向かって伝播し、分岐しなかつ

たマイクロ波 3 1 と合流（干渉）することになる。

合流する部分では、マイクロ波 3 1 a の位相は、マイクロ波 3 1 の位相と比べて $\lambda/2$ だけずれて、マイクロ波 3 1 a とマイクロ波 3 1 とが互いに打ち消し合うことになる。

5 これにより、側壁部 4 b を伝播したマイクロ波 3 1 は遅延パス部 2 を伝播してきたマイクロ波 3 1 a と干渉することによって反射されて、マイクロ波 3 1 の成分のほとんどがマイクロ波 3 2 として側壁部 4 b 中を進んできた方向と反対の方向に反射されて側壁部 4 b 中を伝播する。

10 その結果、側壁部 4 b 中をさらに下方に向かって伝播しようとするマイクロ波 3 3 の成分は大幅に減少されて、側壁部 4 b の下端部において強い電界が生じるのが防止される。なお、位相のずれ $\lambda/2$ としては、 $\lambda/10$ 程度の誤差を含むものと解され、これを超える位相のずれについてはマイクロ波の打消し効果は小さくなると考えられる。

15 マイクロ波 3 3 の強度が弱められることを定量的に把握するために、図 7 ～ 図 1 1 にそれぞれ示された遅延パス部 2 についてシミュレーションによる評価を行った。

20 まず、投入電力を 1 W とし、遅延パス部 2 によって反射されて戻ってくるマイクロ波の電力を求めた。そして、投入電力と戻ってきたマイクロ波の電力との差を漏洩電力として、その漏洩電力を投入電力で除算することによって漏洩比率を求めた。

 その結果を図 1 4 に示す。なお、図 1 4 では比較のために、図 1 2 に示すように遅延パス部を備えないもの（Z 1）と、図 1 3 に示すように遅延パス部として距離 L が $\lambda/2$ に相当する長さに設定されているもの（Z 2）について同様のシミュレーションを行なった結果も併せて示されている。

25 ケース A ～ E（図 7 ～ 図 1 1）では、所定の遅延パス部 2 が設けられていることによって、遅延パス部 2 が設けられていないケース Z 1（図 1 2）と比べると、漏洩比率が大幅に低減することが判明した。

 また、遅延パス部を側壁部 2 の下端部から距離を隔てて配置させたケース B ～ D では、遅延パス部 2 を側壁部 2 の下端部に配置させたケース A と比べて、下端

部における電界が緩和されて漏洩比率がさらに低減することが判明した。そして、遅延パス部 2 を 2 箇所配置させたケース E では、最も漏洩比率が低減することが判明した。

5 なお、ケース Z 2 では、遅延パス部 2 の距離 L が $\lambda/2$ に相当する長さに設定されていることで、分岐して遅延パス部 2 を伝播したマイクロ波 3 1 a の位相は、分岐せずに側壁部 4 b を伝播したマイクロ波 3 1 の位相と同じ位相になる。

その結果、側壁部 4 b を伝播するマイクロ波 3 1 は打ち消されることなく側壁部 4 b を伝播することになって、漏洩比率はほとんど低減されないことが確認された。

10 次に、上述した遅延パス部以外の遅延パス部の例について、図 1 5 ～図 2 0 にそれぞれ示すとともに、対応する各遅延パス部の寸法関係を図 2 1 に示す。

まず、図 1 5 に示された遅延パス部 2 では、分岐したマイクロ波 3 1 a が伝播する部分の距離 ($L_1 + L_2$) が $\lambda/4$ に相当する長さに設定されている。図 1 6 に示された遅延パス部 2 では、2 つの遅延パス部 2 が設けられ、それぞれの距離 L は $\lambda/4$ に相当する長さに設定され、距離 D は $\lambda/4$ に相当する長さに設定されている。

図 1 7 および図 1 8 にそれぞれ示された遅延パス部 2 では、距離 L が $\lambda/4$ に相当する長さに設定され、距離 D が $\lambda/4$ または $3\lambda/4$ に相当する長さに設定されている。

20 図 1 9 に示された遅延パス部 2 では、距離 L は $\lambda/4$ に相当する長さに設定されている。その遅延パス部 2 の下方のチャンバー 1 の内壁に、マイクロ波を吸収するための、たとえばフェライト等の電波吸収体 1 5 が配設されている。遅延パス部 2 と電波吸収体 1 5 との距離 D は $\lambda/4$ に相当する長さに設定されていることが好ましいと考えられるが、特にこの値に限定されるものではない。

25 図 2 0 に示された遅延パス部 2 は、側壁部 4 b と異なる誘電率を有する材質ら構成されている。側壁部 4 b の比誘電率を ϵ_{rA} 、遅延パス部 2 の比誘電率を ϵ_{rB} 、分岐したマイクロ波 3 1 a が遅延パス部 2 を伝播する距離を距離 ($L_1 + L_2$)、分岐したマイクロ波 3 1 a が側壁部 4 b を伝播する距離を距離 L_3 およびマイクロ波の真空中における波長を λ_0 とすると、 $(L_1 + L_2) / (\lambda_0 \cdot$

$(\epsilon r_B)^{-1/2}) + L_3 / (\lambda_0 \cdot (\epsilon r_A)^{-1/2}) = 1/4$ の関係を満足するように設定されている。

このような遅延パス部 2 をそれぞれ有するプラズマ処理装置においても、分岐したマイクロ波 3 1 a と分岐しなかったマイクロ波 3 1 とが合流する部分では、
5 マイクロ波 3 1 a の位相は、マイクロ波 3 1 の位相と比べて $\lambda/2$ だけずれて互いに打ち消し合い、マイクロ波 3 1 の成分のほとんどがマイクロ波 3 2 として側壁部 4 b 中を進んできた方向と反対の方向に反射されて、側壁部 4 b 中を伝播する。

その結果、側壁部 4 b 中をさらに下方に向かって伝播しようとするマイクロ波
10 3 3 の成分は大幅に減少されて、異常放電や異物の発生を抑制することができ、安定したプラズマ処理を基板 1 1 に施すことができる。

また、遅延パス部としては単に空隙から形成されたものと比べて、適当な誘電率を有する材料によって形成されることで、遅延パス部のサイズを小さくでき、遅延パス部を設けることによるプラズマ処理装置の寸法増大を最小限に抑えること
15 ができる。

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。本発明は上記の説明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。

20

産業上の利用可能性

この発明は、チャンバ内にマイクロ波を導入することによって形成されるプラズマ生成領域によって、基板にエッチングや成膜などの所定のプラズマ処理を施すプラズマ処理装置において、異常放電や異物の発生抑制する構造に有効に利用
25 される。

請求の範囲

1. 基板（１１）をプラズマ生成領域（２２）に晒して基板（１１）に所定の処理を施すためのプラズマ処理装置であって、
- 5 基板（１１）を収容するためのチャンバー（１）と、
前記チャンバー（１）の隔壁の一部となる天板部（４）と、
前記チャンバー（１）内に前記天板部（４）を介して高周波電磁界を供給し、
前記天板部（４）と前記チャンバー（１）内に収容された前記基板（１１）との間の領域にプラズマ生成領域（２２）を形成するためのアンテナ部（３）と、
- 10 前記天板部（４）を伝播する高周波電磁界を分岐させるとともに、分岐した高周波電磁界を分岐せずに前記天板部（４）を伝播する高周波電磁界と再び合流させる際に、前記天板部（４）中を伝播する高周波電磁界の波長を λ とすると、分岐した高周波電磁界の位相を、分岐せずに前記天板部（４）を伝播する高周波電磁界の位相に対して $\lambda/2$ の奇数倍だけシフトした状態とするための遅延パス部
- 15 （２）と
を備えた、プラズマ処理装置。
2. 前記天板部（４）は、
収容された基板（１１）と対向するように配置される平板部（４ａ）と、
前記平板部（４ａ）の周部から基板（１１）が配置されている側に向かって形
- 20 成された筒状の側壁部（４ｂ）と
を有し、
前記遅延パス部（２）は前記側壁部（４ｂ）の側に配設された、請求項１記載のプラズマ処理装置。
3. 前記遅延パス部（２）は前記側壁部（４ｂ）の外周面に沿ってリング状に
- 25 配設された、請求項２記載のプラズマ処理装置。
4. 前記遅延パス部（２）は、前記天板部（４）中を伝播する高周波電磁界の進む方向に対して上流側に位置する第１の部分と、下流側に位置する第２の部分とを含む、請求項１記載のプラズマ処理装置。
5. 前記遅延パス部（２）は、分岐した高周波電磁界を伝播させるための前記

天板部（４）に連通する伝播領域を有する、請求項１記載のプラズマ処理装置。

６． 前記遅延パス部（２）は、前記伝播領域として、分岐した高周波電磁界が分岐せずに前記天板部（４）中を伝播する高周波電磁界と略平行に伝播する部分を含む、請求項５記載のプラズマ処理装置。

５ ７． 前記伝播領域には、所定の屈折率を有する部材が充填されている、請求項５記載のプラズマ処理装置。

８． 前記遅延パス部（２）に対して前記アンテナ部から遠ざかる側において、高周波電磁界を吸収する電波吸収体（１５）を備えた、請求項１記載のプラズマ処理装置。

FIG. 1

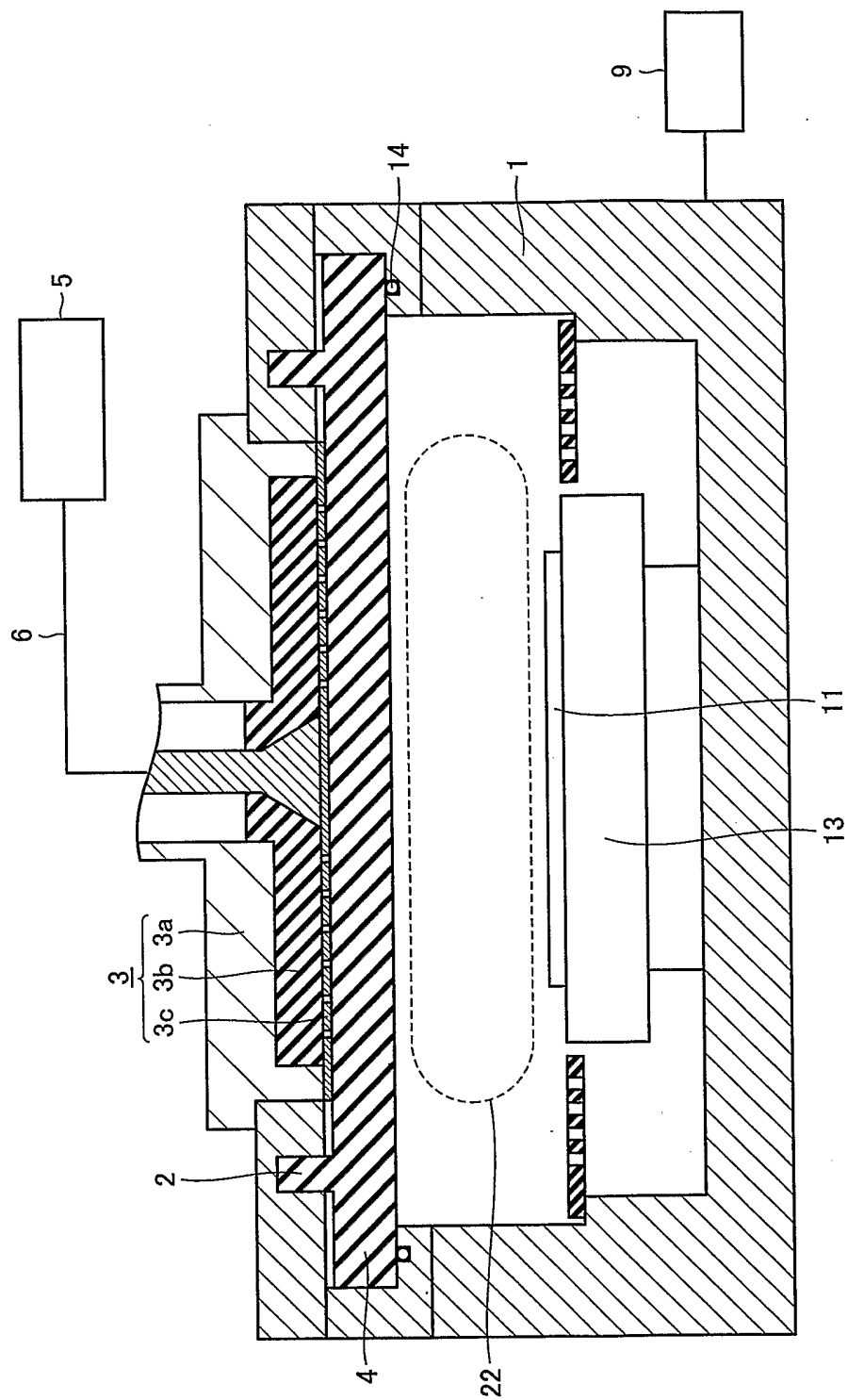


FIG.2

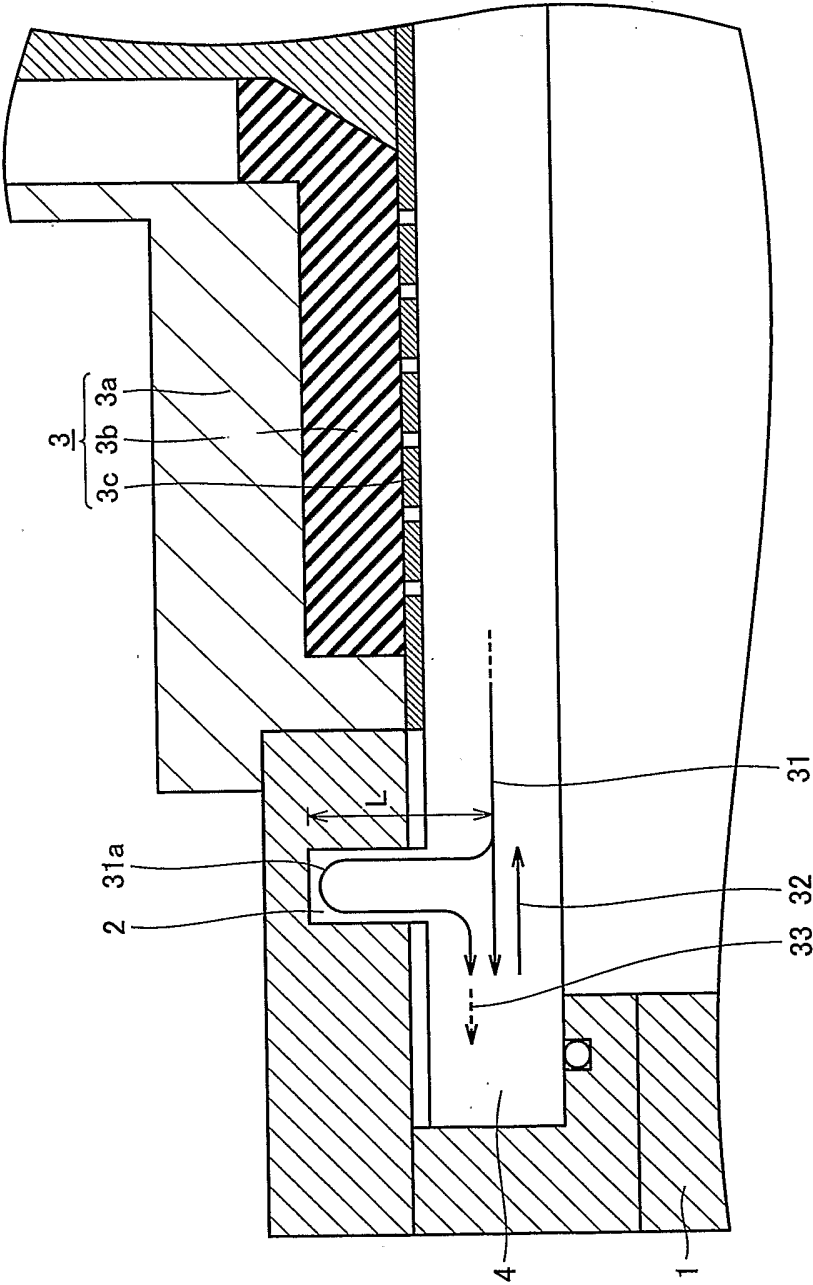


FIG.3

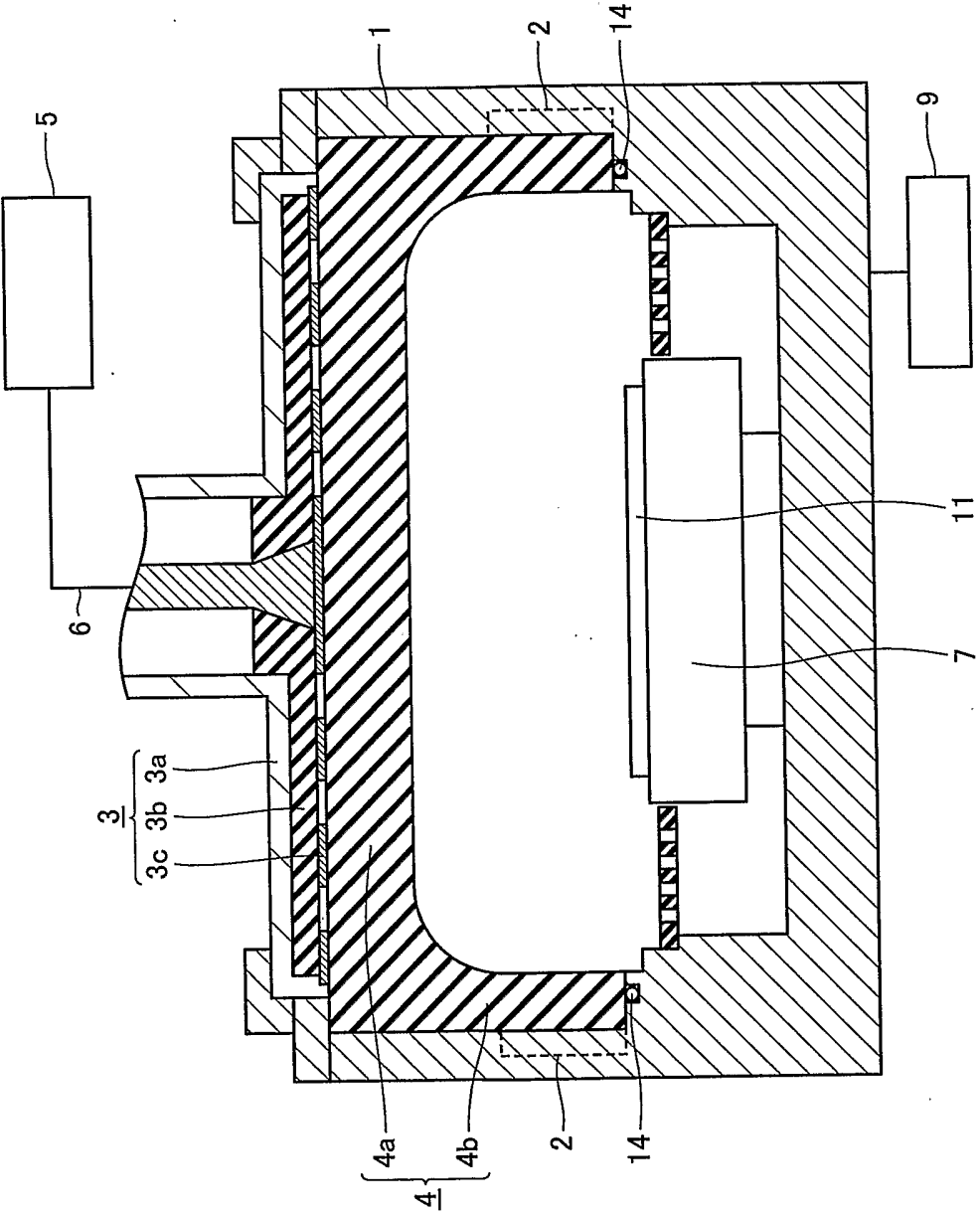


FIG.4

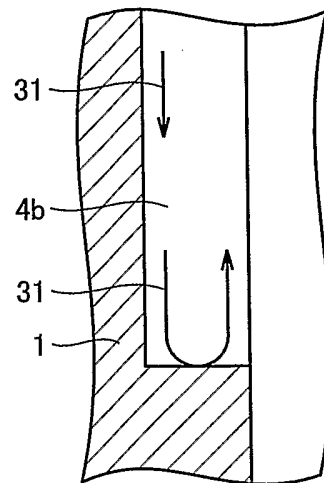


FIG.5

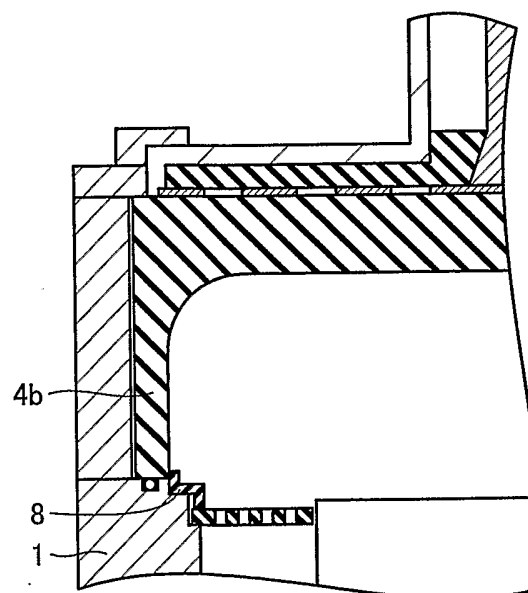


FIG.6

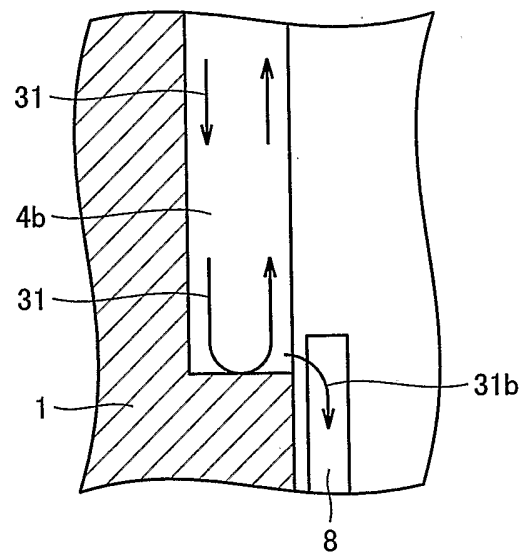


FIG.7

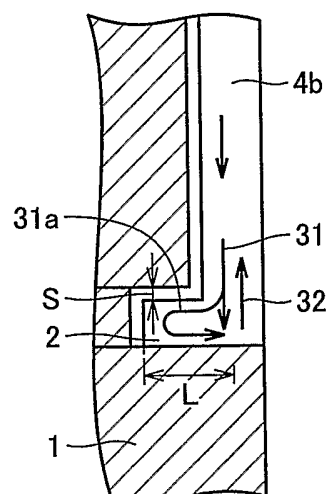


FIG.8

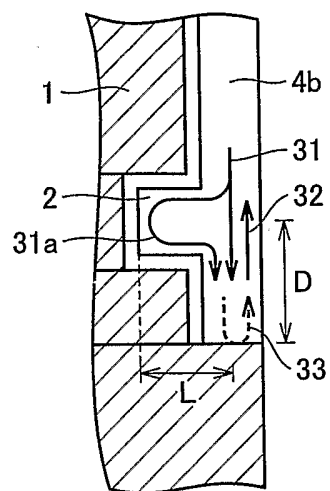


FIG.9

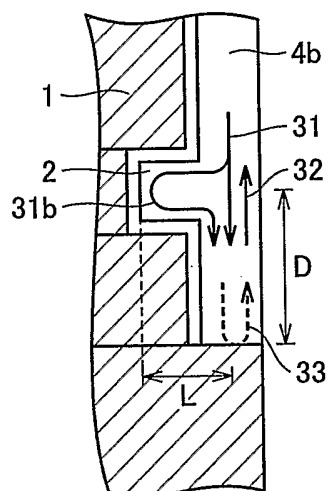


FIG.10

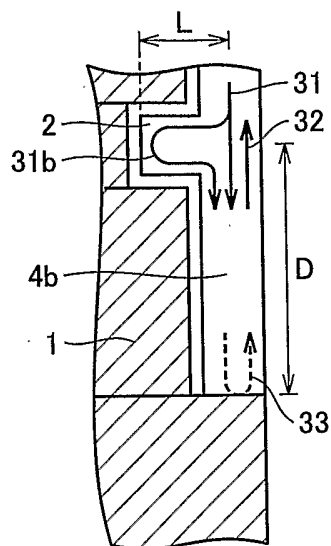


FIG.11

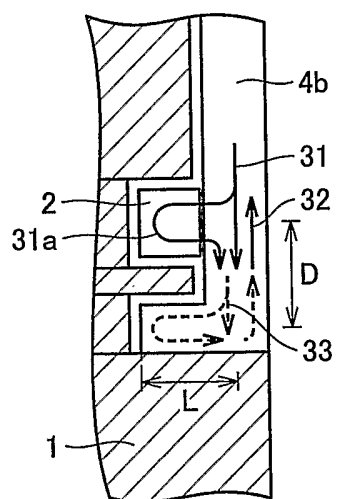


FIG.12

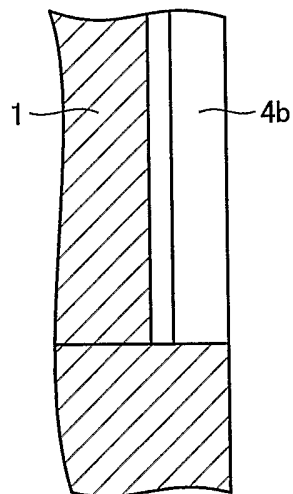


FIG.13

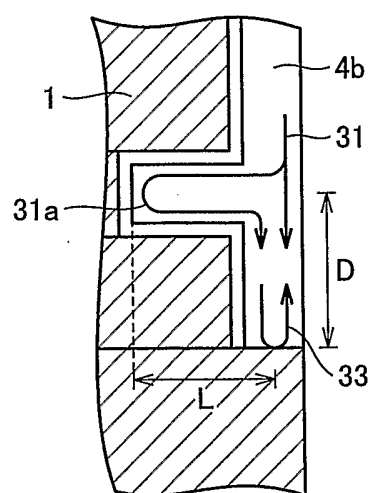


FIG.14

形状	L	D	漏洩比率(%)	効果
A(図7)	$\lambda/4$	—	43.9%	やや効果あり
B(図8)	$\lambda/4$	$\lambda/4$	16.6%	比較的效果あり
C(図9)	$\lambda/4$	$\lambda/4+5\text{mm}$	16.7%	比較的效果あり
D(図10)	$\lambda/4$	$\lambda/2$	36.7%	やや効果あり
E(図11)	$\lambda/4$	$\lambda/4$	5.9%	最も効果あり
Z1(図12)	—	—	98.1%	評価基準
Z2(図13)	$\lambda/2$	$\lambda/4$	98.6%	効果無し

FIG.15

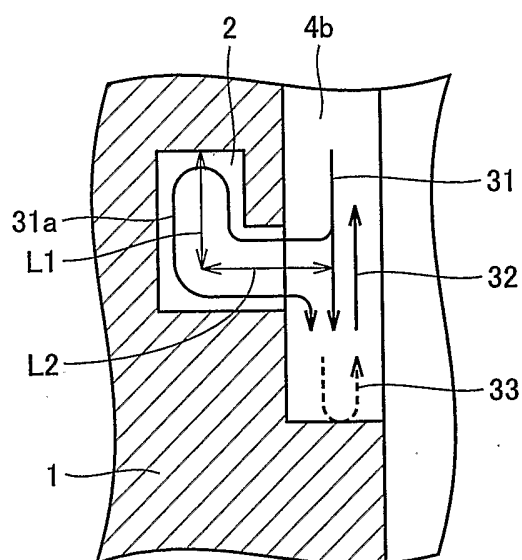


FIG.16

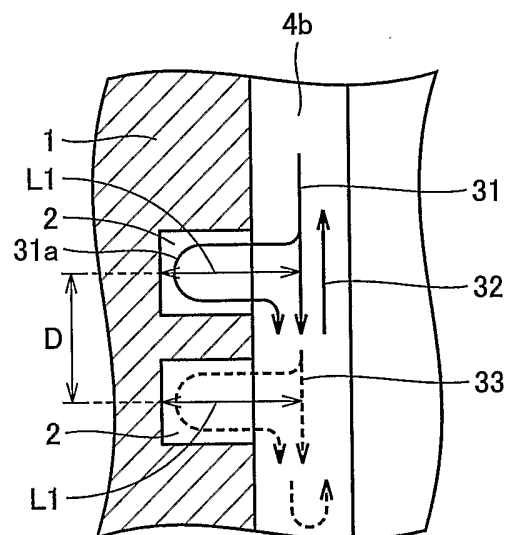


FIG.17

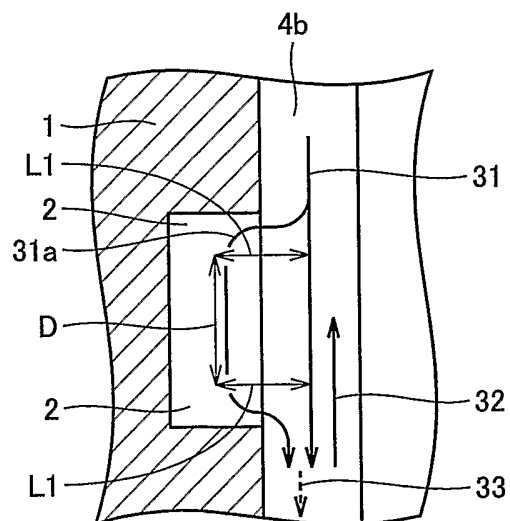


FIG.18

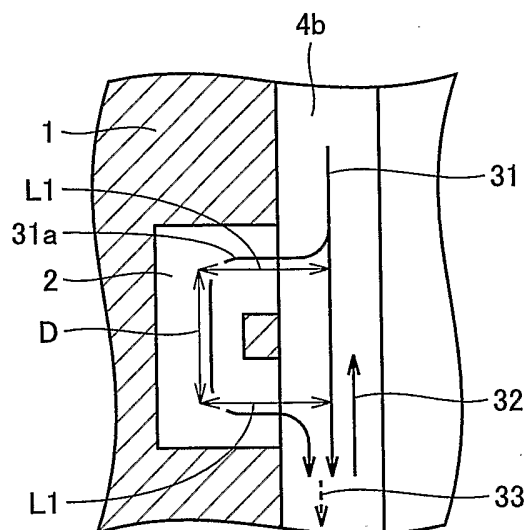


FIG.19

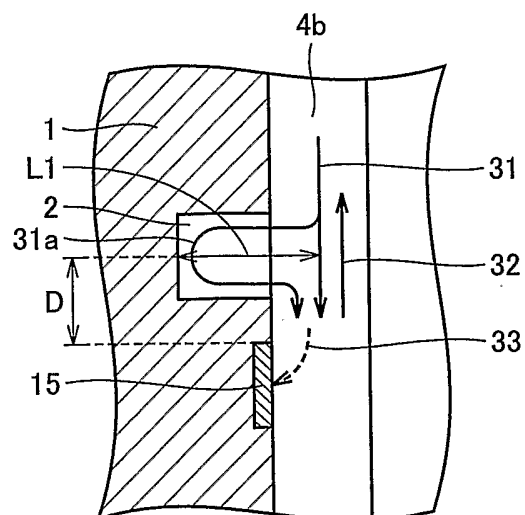


FIG.20

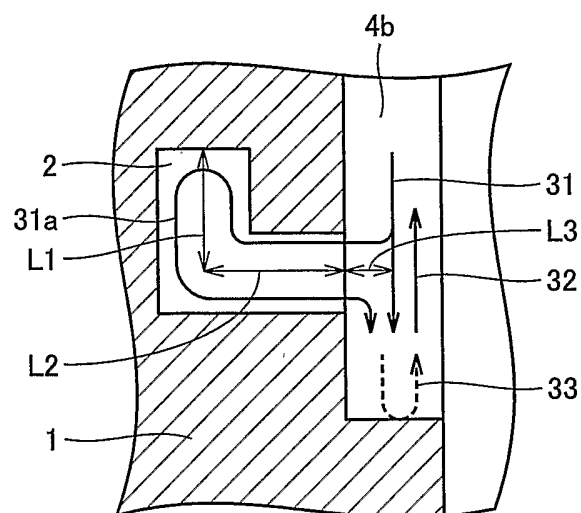


FIG.21

形状	長さの条件
F(図15)	$L1+L2=\frac{\lambda}{4}$
G(図16)	$L1=\frac{\lambda}{4}$ 、 $D=\frac{\lambda}{4}$
H(図17)	$L1=\frac{\lambda}{4}$ 、 $D=\frac{\lambda}{4}$ or $\frac{3}{4}\lambda$
I(図18)	$L1=\frac{\lambda}{4}$ 、 $D=\frac{\lambda}{4}$ or $\frac{3}{4}\lambda$
J(図19)	$L1=\frac{\lambda}{4}$ 、 D
K(図20)	$\frac{L1+L2}{\lambda_1} + \frac{L3}{\lambda_2} = \frac{1}{4}$ ($\lambda_1=\lambda_0/\sqrt{\epsilon_{rB}}$ 、 $\lambda_2=\lambda_0/\sqrt{\epsilon_{rA}}$)

FIG.22

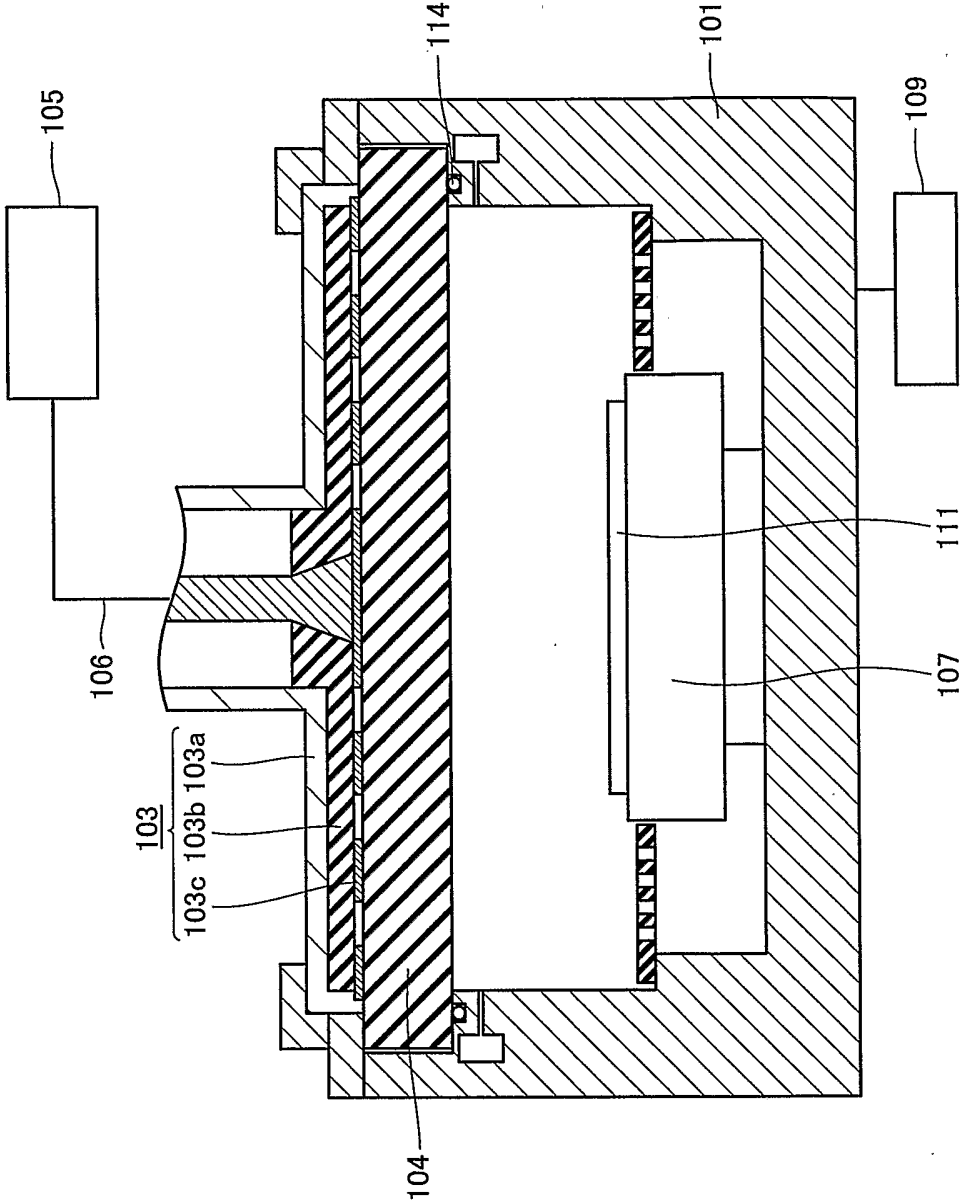
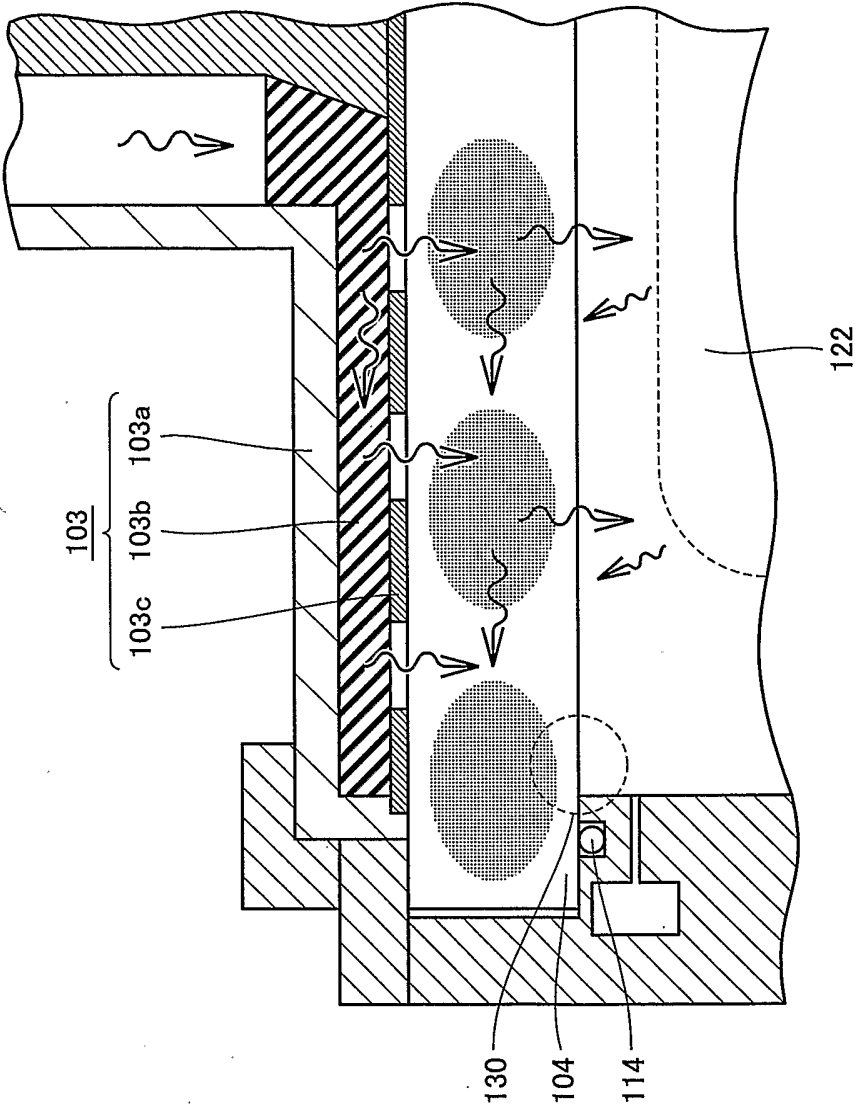


FIG.23



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/10391

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01L21/3065

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01L21/3065

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-50613 A (Tokyo Electron Ltd.), 15 February, 2002 (15.02.02), Page 3, right column, line 37 to page 4, left column, line 8; page 6, left column, line 24 to right column, line 39; Fig. 10 & EP 1315201 A1	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not
considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing
date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is
cited to establish the publication date of another citation or other
special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other
means

"P" document published prior to the international filing date but later
than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or
priority date and not in conflict with the application but cited to
understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be
considered novel or cannot be considered to involve an inventive
step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be
considered to involve an inventive step when the document is
combined with one or more other such documents, such
combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
29 October, 2003 (29.10.03)

Date of mailing of the international search report
11 November, 2003 (11.11.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl⁷ H01L 21/3065

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl⁷ H01L 21/3065

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 2002-50613 A (東京エレクトロン株式会社) 2002.02.15, 第3頁右欄第37行-第4頁左欄第8行, 第6頁左欄第24行-右欄第39行, 第10図 & E P 131 5201 A1	1-8

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

29.10.03

国際調査報告の発送日

11.11.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

関 和郎

4 R

8 2 2 3

電話番号 03-3581-1101 内線 3469