

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2009年3月5日 (05.03.2009)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2009/028376 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/205 (2006.01) H01L 21/3065 (2006.01)
C23C 16/511 (2006.01) H05H 1/46 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/064854
- (22) 国際出願日: 2008年8月20日 (20.08.2008)
- (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2007-221524 2007年8月28日 (28.08.2007) 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]; 〒1076325 東京都港区赤坂五丁目3番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 田 才忠 (TIAN, Caizhong) [CN/JP]; 〒6600891 兵庫県尼崎市扶桑町1番8号 東京エレクトロン技術研究所株式会社内

Hyogo (JP). 西塚 哲也 (NISHIZUKA, Tetsuya) [JP/JP]; 〒6600891 兵庫県尼崎市扶桑町1番8号 東京エレクトロン技術研究所株式会社内 Hyogo (JP). 石橋 清隆 (ISHIBASHI, Kiyotaka) [JP/JP]; 〒6600891 兵庫県尼崎市扶桑町1番8号 東京エレクトロン技術研究所株式会社内 Hyogo (JP). 野沢 俊久 (NOZAWA, Toshihisa) [JP/JP]; 〒6600891 兵庫県尼崎市扶桑町1番8号 東京エレクトロン技術研究所株式会社内 Hyogo (JP).

(74) 代理人: 伊東 忠彦 (ITO, Tadahiko); 〒1506032 東京都渋谷区恵比寿4丁目20番3号 恵比寿ガーデンプレイスタワー32階 Tokyo (JP).

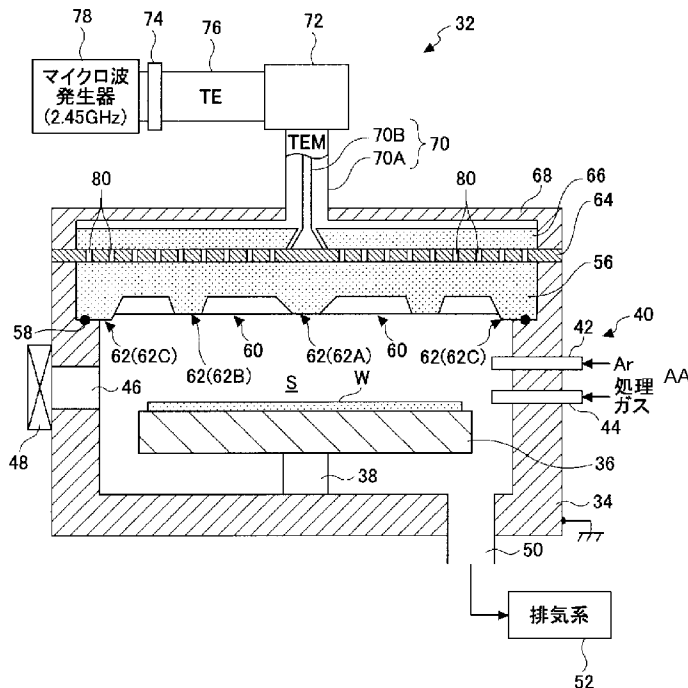
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,

[続葉有]

(54) Title: TOP PANEL AND PLASMA PROCESSING APPARATUS

(54) 発明の名称: 天板及びプラズマ処理装置

[図2]



(57) Abstract: Provided is a top panel arranged on the ceiling section of a processing container which can be brought into a vacuum state. The top panel transmits microwaves radiated from slots of a planar antenna member arranged in parallel with the top panel into the processing container. A plurality of protruding sections are radially arranged on the top panel surface facing inside the processing container.

(57) 要約: 真空引き可能な処理容器の天井部に設けられて、並設される平面アンテナ部材のスロットから放射されるマイクロ波を処理容器内へ透過可能な天板であって、天板の処理容器内を臨む面側に放射状に設けられた複数の突起部を備える天板を開示する。

78 MICROWAVE GENERATOR (2.45GHz)
52 EXHAUST SYSTEM
AA PROCESSING GAS

WO 2009/028376 A1



NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE,
SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ,
UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE,
SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,

添付公開書類:

- 国際調査報告書
- 補正書

明 細 書

天板及びプラズマ処理装置

技術分野

[0001] 本発明は、半導体ウエハ等に対してマイクロ波により生じたプラズマを作用させて処理を施す際に使用されるプラズマ処理装置及びこれに用いる天板に関する。

背景技術

[0002] 近年、半導体製品の高密度化及び高微細化に伴い半導体製品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のためにプラズマ処理装置が使用される場合があり、特に、0.1～10Pa程度の比較的圧力が低い高真空状態でも安定してプラズマを立てることができることからマイクロ波を用いて、高密度プラズマを発生させるマイクロ波プラズマ装置が使用される傾向にある。

[0003] このようなプラズマ処理装置は、特許文献1～6等の開示されている。ここで、マイクロ波を用いた一般的なプラズマ処理装置を図1を参照して概略的に説明する。図1は従来の一般的なプラズマ処理装置を示す概略構成図である。

[0004] 図1において、このプラズマ処理装置2は、真空引き可能になされた処理容器4内に半導体ウエハを載置する載置台6を設けており、この載置台6に対向する天井部にマイクロ波を透過する円板状の窒化アルミや石英等よりなる天板8を気密に設けている。

[0005] そして、この天板8の上面に厚さ数mm程度の円板状の平面アンテナ部材10と、この平面アンテナ部材10の半径方向におけるマイクロ波の波長を短縮するための例えば誘電体よりなる遅波材12を設置している。この遅波材12の上方には、内部に冷却水を流す冷却水流路が形成された天井冷却ジャケット14が設けられており、遅波材12等を冷却するようになっている。そして、平面アンテナ部材10には多数の、例えば長溝状の貫通孔よりなるスロット16が形成されている。このスロット16は一般的には、同心円状に配置されたり、或いは渦巻状に配置されている。

[0006] そして、平面アンテナ部材10の中心部に同軸導波管18の内部導体20を接続して図示しないマイクロ波発生器より発生した、例えば2.45GHzのマイクロ波を導くよう

になっている。そして、マイクロ波をアンテナ部材10の半径方向へ放射状に伝播させつつ平面アンテナ部材10に設けたスロット16からマイクロ波を放射させてこれを天板8に透過させて、下方の処理容器4内へマイクロ波を導入し、このマイクロ波により処理容器4内の処理空間Sにプラズマを立てて半導体ウエハWにエッチングや成膜などの所定のプラズマ処理を施すようになっている。

特許文献1:特開平3-191073号公報

特許文献2:特開平5-343334号公報

特許文献3:特開平9-181052号公報

特許文献4:特開2003-59919号公報

特許文献5:特開2004-14262号公報

特許文献6:特開2005-100931号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0007] ところで、上記したようなプラズマ処理装置を用いて、成膜やエッチング等のプラズマ処理を行う場合には、一般的には、プラズマ密度をウエハの面内方向に均一化して高い面内均一性を維持することが望まれる。そして、この処理容器内のプラズマの状態は、プロセス圧力やガス種等のプロセス条件に大きく依存しており、プロセス条件が種々変動してもプラズマ密度の面内均一性を常に高くすることが望まれる。

[0008] この場合、一般的には、平面アンテナ部材10に形成されているスロット16の分布や形状等を適当に変化させて、処理容器4内におけるプラズマ密度をできるだけ均一化しようとする試みがなされている。しかしながら、処理容器4内中のプラズマの挙動については制御が非常に難しく、上述したようにプロセス条件の僅かな変化により、プラズマの挙動が大きく変化してしまったり、隣接するスロット16から導入されるマイクロ波同士が干渉したりし、この結果、プラズマ処理の面内均一性を十分に維持し得ない場合もあった。

[0009] 特に、天板8を透過して処理容器4内に伝播したマイクロ波は、処理空間Sに形成されたプラズマによりその侵入が阻害されて、天板8の直下の平面方向へ表面波22として伝播することになるが、この表面波22は定在波となって伝播するので、この定在

波に起因するプラズマ密度の偏りが常に発生することになり、所望するプラズマ密度分布の実現がかなり困難であった。

[0010] この場合、特許文献4～6に示されるように、天板の表面に凹凸部を設けてプラズマ密度を制御することも検討されており、特に特許文献6のようにテーパ状の凹凸を天板の下面に設けた場合には、かなりプラズマ密度の均一性の改善を図ることができたが、それでも十分ではなく、上記マイクロ波の伝播効率にはスロットの形状や配列パターン、特に天板の表面形状に強く依存するので最適化するのが困難であった。

[0011] 特にウエハサイズが8インチから12インチへと大口径化すると共に、更なる微細化及び薄膜化が推進されている今日において、上記した問題点の解決が強く望まれている。

[0012] 本発明は、以上のような問題点に着目し、これを有効に解決すべく創案されたものである。本発明の目的は、処理空間の水平面方向におけるプラズマ密度を均一化させることが可能なプラズマ処理装置及びこれに用いる天板を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0013] 本発明の第1の態様によれば、真空引き可能な処理容器の天井部に設けられて、並設される平面アンテナ部材のスロットから放射されるマイクロ波を処理容器内へ透過可能な天板であって、天板の処理容器内を臨む面側に放射状に設けられた複数の突起部を備える天板が提供される。

[0014] 本発明の第2の態様によれば、第1の態様の天板であって、天板の突起部が設けられた部分を伝播するマイクロ波と、天板の突起部が設けられていない部分を伝播するマイクロ波とでは、伝播するマイクロ波の伝播モードの種類数が異なるように、天板の突起部が設けられた部分の厚さと天板の突起部が設けられていない部分の厚さとがそれぞれ設定されている天板が提供される。

[0015] 本発明の第3の態様によれば、第1又は第2の態様の天板であって、突起部の幅は、天板中を伝播するマイクロ波の波長の $1/10 \sim 1/2$ の範囲内である天板が提供される。

[0016] 本発明の第4の態様によれば、第1から第3のいずれかの態様の天板であって、3個以上の突起部が、天板の中心部を中心として周方向に等角度で放射状に設けら

れる天板が提供される。

[0017] 本発明の第5の態様によれば、第1から第4のいずれかの態様の天板であって、天板の処理容器内を臨む面側に、1又は複数のリング状突起部が設けられている天板が提供される。

[0018] 本発明の第6の態様によれば、天井部が開口した真空引き可能な処理容器と、プラズマ発生用のマイクロ波を発生するマイクロ波発生部と、天井部の開口に設けられて処理容器内へマイクロ波発生部からのマイクロ波を導入する複数のスロットを有する平面アンテナ部材と、天井部の開口に気密に設けられて平面アンテナ部材のスロットから放射されるマイクロ波を処理容器内へ透過させて導入する天板とを備え、天板の処理容器内を臨む面側に複数の突起部が放射状に設けられるプラズマ処理装置が提供される。

[0019] 本発明の第7の態様によれば、第6の態様のプラズマ処理装置であって、天板の突起部が設けられた部分を伝播するマイクロ波と、天板の突起部が設けられていない部分を伝播するマイクロ波とでは、伝播するマイクロ波の伝播モードの種類数が異なるように、天板の突起部が設けられた部分の厚さと天板の突起部が設けられていない部分の厚さとがそれぞれ設定されているプラズマ処理装置が提供される。

[0020] 本発明の第8の態様によれば、第6又は第7の態様のプラズマ処理装置であって、突起部の幅が、天板中を伝播するマイクロ波の波長の $1/10 \sim 1/2$ の範囲内であるプラズマ処理装置が提供される。

[0021] 本発明の第9の態様によれば、第6から第8のいずれかの態様のプラズマ処理装置であって、3個以上の突起部が、天板の中心部を中心として周方向に等角度で放射状に設けられているプラズマ処理装置が提供される。

[0022] 本発明の第10の態様によれば、第6から第9のいずれかの態様のプラズマ処理装置であって、天板の処理容器内を臨む面側には、天板の中心部を中心とした1又は複数のリング状突起部が設けられているプラズマ処理装置が提供される。

[0023] 本発明の第11の態様によれば、第6から第10のいずれかの態様のプラズマ処理装置であって、天板の突起部は、平面アンテナ部材のスロットの位置に対応させて設けられているプラズマ処理装置が提供される。

- [0024] 本発明の第12の態様によれば、真空引き可能な処理容器の天井部に設けられて、並設される平面アンテナ部材のスロットから放射されるマイクロ波を処理容器内へ透過可能な天板であって、天板の処理容器内を臨む面側に形成された複数の凹部を備える天板が提供される。
- [0025] 本発明の第13の態様によれば、第12の態様の天板であって、天板の凹部が形成された部分を伝播するマイクロ波と、天板の凹部が形成されていない部分を伝播するマイクロ波とでは、伝播するマイクロ波の伝播モードの種類数が異なるように、天板の凹部が形成された部分の厚さと天板の凹部が形成されていない部分の厚さとがそれぞれ設定されている天板が提供される。
- [0026] 本発明の第14の態様によれば、第12又は第13の態様の天板であって、凹部の平面形状が円形である天板が提供される。
- [0027] 本発明の第15の態様によれば、第12から第14のいずれかの態様の天板であって、凹部の内の少なくとも最内周の凹部は、天板の中心部を中心とした同一の円周上に形成されている天板が提供される。
- [0028] 本発明の第16の態様によれば、天井部が開口した真空引き可能な処理容器と、プラズマ発生用のマイクロ波を発生するマイクロ波発生部と、天井部の開口に設けられて処理容器内へマイクロ波発生部からのマイクロ波を導入する複数のスロットを有する平面アンテナ部材と、天井部の開口に気密に設けられて平面アンテナ部材のスロットから放射されるマイクロ波を処理容器内へ透過させて導入する天板とを備え、天板の処理容器内を臨む面側に複数の凹部が形成されているプラズマ処理装置が提供される。
- [0029] 本発明の第17の態様によれば、第16の態様のプラズマ処理装置であって、天板の凹部が形成された部分を伝播するマイクロ波と、天板の凹部が形成されていない部分を伝播するマイクロ波とでは、伝播するマイクロ波の伝播モードの種類数が異なるように、天板の凹部が形成された部分の厚さと天板の凹部が形成されていない部分の厚さとがそれぞれ設定されているプラズマ処理装置が提供される。
- [0030] 本発明の第18の態様によれば、第16又は第17の態様のプラズマ処理装置であって、凹部の平面形状が円形であるプラズマ処理装置が提供される。

[0031] 本発明の第19の態様によれば、第16から第18のいずれかの態様のプラズマ処理装置であって、凹部の内の少なくとも最内周の凹部は、天板の中心部を中心とした同一の円周上に形成されているプラズマ処理装置が提供される。

[0032] 本発明の第20の態様によれば、第16から第19のいずれかの態様のプラズマ処理装置であって、最内周の凹部は、平面アンテナ部材のスロットから外れた位置に対応させて形成されているプラズマ処理装置が提供される。

発明の効果

[0033] 本発明の実施形態によれば、処理空間の水平面方向におけるプラズマ密度を均一化させることが可能なプラズマ処理装置及びこれに用いる天板が提供される。

図面の簡単な説明

[0034] [図1]従来の一般的なプラズマ処理装置を示す概略構成図である。

[図2]本発明の一実施形態に係るプラズマ処理装置を示す構成図である。

[図3]図2に示すプラズマ処理装置の平面アンテナ部材を示す平面図である。

[図4]本発明の一実施形態に係る天板の第1実施例を示す斜視図である。

[図5]図4の天板を示す平面図である。

[図6A]図5中のA-A線に沿った断面図である。

[図6B]図5中のB-B線の沿った断面図である。

[図7]天板と平面アンテナ部材のスロットとの位置関係を説明する図である。

[図8]天板と平面アンテナ部材のスロットとの他の位置関係を説明する図である。

[図9]マイクロ波の伝播形態をシミュレーションする時の天板のモデルを示す図である。

[図10]天板の厚さとマイクロ波の伝播係数がマイクロ波の伝播モードに与える影響を示すグラフである。

[図11A]本発明の一実施形態に係る天板による電界分布のシミュレーション結果を示す図である。

[図11B]本発明の一実施形態に係る天板による電界分布のシミュレーション結果を示す図である。

[図12]本発明の他の実施形態に係る天板を示す断面図である。

[図13]図12の天板を示す平面図である。

符号の説明

- [0035] 32 プラズマ処理装置
34 処理容器
36 載置台
40 ガス供給部
56 天板
60 マイクロ波伝播制御突起部
62 円形状突起部
64 平面アンテナ部材
78 マイクロ波発生器(マイクロ波発生部)
92 マイクロ波伝播制御凹部
W 半導体ウエハ(被処理体)

発明を実施するための最良の形態

[0036] 以下に、本発明に係るプラズマ処理装置及びこれに用いる天板の好適な一の実施形態を添付図面に基づいて詳述する。

[0037] 図2は本発明の一の実施形態に係るプラズマ処理装置を示す構成図、図3は図2に示すプラズマ処理装置の平面アンテナ部材を示す平面図、図4は本発明の一の実施形態に係る天板を示す斜視図、図5は図4の天板を示す平面図、図6Aは図5中のA-A線に沿った断面図、図6Bは図5中のB-B線に沿った断面図、図7は天板と平面アンテナ部材のスロットとの位置関係を説明する説明図である。

[0038] 図示するようにこのプラズマ処理装置32は、例えば側壁や底部がアルミニウム合金等の導体により構成されて、全体が筒体状、例えば円筒体状に成形された処理容器34を有しており、内部は密閉された処理空間Sとして構成されて、この処理空間Sにプラズマが形成される。この処理容器34自体は接地されている。

[0039] この処理容器34内には、上面に被処理体としての例えば半導体ウエハWを載置する載置台36が收容される。この載置台36は、例えばアルマイト処理したアルミニウム合金やセラミック材等により平坦になされた略円板状に形成されている。また、載置

台36は、容器底部より起立した支柱38に支持されており、支柱38は例えば絶縁性材料よりなる。

[0040] 載置台36の上面には、ここにウエハを保持するための静電チャック或いはクランプ機構(図示せず)が設けられる。尚、この載置台36を例えば13.56MHzのバイアス用高周波電源に接続する場合もある。また必要に応じてこの載置台36中に加熱用ヒータを設けてもよい。

[0041] 処理容器34の側壁には、ガス供給部40として、この処理容器34内にプラズマ用ガス、例えばアルゴンガスを供給する石英パイプ製のプラズマガス供給ノズル42と、処理ガス、例えばデポジションガスを導入するための例えば石英パイプ製の処理ガス供給ノズル44とが設けられている。これらのノズル42、44を通して、各ガスを流量を制御しつつ処理空間S内へ供給することができる。尚、ガス供給部40として例えば石英製のシャワーヘッド等を載置台36の上方に設けるようにしてもよい。

[0042] また、容器側壁には幅広の開口46が設けられ、この開口46に対して、処理空間S内にウエハを搬入・搬出する時に開閉するゲートバルブ48が取り付けられている。また、容器底部には排気口50が設けられ、この排気口50には図示されない真空ポンプや圧力調整弁が介接された排気系52が接続されている。この構成により、必要に応じて処理容器34内を所定の圧力まで排気できるようになっている。

[0043] そして、処理容器34は上部に開口を有し、この開口に天板56が設けられる。この天板56は、マイクロ波に対して透過性を有する例えば石英やセラミック材等より構成され、Oリング等のシール部材58を介して、処理容器34の上部の開口に気密に設けられる。この天板56の厚さは耐圧性を考慮して例えば20mm程度に設定される。そして、この天板56の下面であって処理容器34内に臨む面には、マイクロ波の伝播を制御する放射状のマイクロ波伝播制御突起部60及び円形状突起部62が設けられている。尚、この天板56については後述する。

[0044] そして、この天板56の上に円板状の平面アンテナ部材64が設けられ、平面アンテナ部材64に、高誘電率特性を有する遅波材66が設けられる。具体的には、この平面アンテナ部材64は、遅波材66の上方全面を覆う導電性の中空円筒状容器よりなる導波箱68の底板として構成され、天板56を介して処理容器34内の載置台36に対

向している。

[0045] この導波箱68及び平面アンテナ部材64は共に周辺部において接地される。また、導波箱68の上部の中心には、同軸導波管70の外管70Aが接続され、内側の内部導体70Bは、遅波材66の中心の貫通孔を通して平面アンテナ部材64の中心部に接続される。そして、この同軸導波管70は、モード変換器72と、マッチング74を途中に介設した矩形導波管76とを順次介して、例えば2.45GHzのマイクロ波発生器(マイクロ波発生部)78に接続されている。この構成により、マイクロ波発生器78から平面アンテナ部材64へマイクロ波が伝播される。モード変換器72は、矩形導波管76と同軸導波管70とよりなる導波管の途中に介設されることになる。

[0046] ここでマイクロ波発生器78からは例えばTEモードのマイクロ波が放出され、これがモード変換器72にて例えばTEMモードに変換されて同軸導波管70内を伝播されて行く。この周波数は2.45GHzに限定されず、他の周波数、例えば8.35GHzを用いてもよい。尚、導波箱68の上部に図示しない天井冷却ジャケットを設けるようにしてもよい。

[0047] 平面アンテナ部材64は、処理容器34内にて8インチサイズのウエハが処理される場合には、例えば直径が300～400mm、厚みが1～数mmの導電性材料よりなる、例えば表面が銀メッキされた銅板或いはアルミ板よりなる。平面アンテナ部材64には、図3にも示すように例えば長溝状の貫通孔よりなる多数のスロット80が形成されている。このスロット80の配置形態は、特に限定されず、例えば同心円状、渦巻状、或いは放射状に配置させてもよいし、アンテナ部材全面に均一になるように分布させてもよい。ここでは、例えば、図3に示すように、2つのスロット80が互いに僅かに離間し、ほぼLの字状に配置されて一対のスロット80を形成している。また、アンテナ部材64の内側部において6対のスロット80が内円(図示せず)に沿って配置され、アンテナ部材64の外側部において24対のスロット80が、上記の内円と同心円状の外円(図示せず)に沿って配置されている。なお、一対のスロット80はT字状を呈していても良い。

[0048] ここで平面アンテナ部材64の下に設けられる天板56について詳しく説明する。前述したように、この天板56の処理容器34内を臨む面側、すなわち下面側にはマイク

ロ波の伝播を制御する放射状のマイクロ波伝播制御突起部60と円形状突起部62とが下方方向へ突起させて設けられている。円形状突起部62は、主として天板56の半径方向へ放射状に伝播するマイクロ波を制御することができる。また、放射状のマイクロ波伝播制御突起部60は、天板56の周方向(半径方向と直交する方向)へ伝播するマイクロ波を制御することができる。これらの突起部62、60の相乗作用により、プラズマ密度の面内均一性の大幅な改善を期待することができる。

[0049] 図4乃至図6にも示すように、円形状突起部62として、天板56の中央部に位置する円形の円錐台状の円形状突起部62Aと、天板56の中周部に位置する断面が台形状になされたリング状の円形状突起部62Bと、天板56の周辺部に位置するリング状の円形状突起部62Cとが設けられている。円形状突起部62A～62Cはそれぞれ必要に応じて設ければよく、プラズマ密度が疎になる部分においてプラズマ密度を高める必要があるときに設けるようにすればよい。尚、上記リング状の円形状突起部は1つでもよいし、更に必要に応じて2以上設けてもよい。

[0050] この場合、図5のA-A線に沿った断面図である図6Aにおいて、円形状突起部62Bを設けた部分を伝播するマイクロ波と、これを設けていない部分を伝播するマイクロ波とでは、伝播するマイクロ波の電磁界の分布の形である伝播モードの種類数が異なるように、円形状突起部62Bを設けた部分の厚さH1と、これを設けていない部分の厚さ、すなわち天板56自体の厚さH2とが設定されている。平面アンテナ部材64の各スロット80(図3)から放射されたマイクロ波が天板56の半径方向へ伝播する際には、天板56内で反射を繰り返して定在波となる。尚、外周の円形状突起部62Cの厚さは、外周部のマイクロ波を強めるために、中周部の円形状突起部62Bの厚さよりも少し厚くなされている。

[0051] この際、例えば厚さH1の部分においてはTM0モードとTE1モードの2種類のモードのマイクロ波が伝播し、厚さH2の部分においてはTM0モードの1種類のモードのマイクロ波だけが伝播することができる。従って、TM0モードのマイクロ波のみが伝播する厚さH2の部分よりも、TM0モード及びTE1モードのマイクロ波が伝播する厚さH1の部分において、マイクロ波強度が大きくなり、この部分のプラズマ密度を増大させることができる。

[0052] この場合、円形状突起部62Bの幅M1(台形の上底の長さの下底の長さの平均値)は特に限定されないが、好ましくは天板56中を伝播するマイクロ波の波長を λ とすると、 $\lambda/10 \sim \lambda/2$ の範囲内がよい。ここで各スロット80から放射されたマイクロ波は、半径方向にも周方向にも伝播するが、半径方向への伝播が支配的となっている。換言すれば、マイクロ波の周方向への伝播強度よりも半径方向への伝播強度の方が大きい。このため主として半径方向へ伝播するマイクロ波を制御する円形状突起部62は、テーパ形状(台形)をしていた方が電界分布の急激な変化が防止され、プラズマ密度の面内均一性を向上させることができる。上記した円形状突起部62Bにおけるマイクロ波の伝播の態様(モード)は、他の円形状突起部62A、62Cにおいても同じである。

[0053] また、図5にも示すように、天板56の中心部を中心として放射状に複数本のマイクロ波伝播制御突起部60、図示の例では、6本のマイクロ波伝播制御突起部60が等角度間隔で設けられている。このマイクロ波伝播制御突起部60の数は、2本では効果が少ないが、3本以上なら何本でもよく、好ましくは4本以上等角度で設けるのがよい。各マイクロ波伝播制御突起部60は、図5中のB-B線に沿った断面図である図6Bに示すように、矩形状の断面を有している。尚、この断面形状を図6Aに示すような台形状としてもよい。

[0054] この場合、マイクロ波伝播制御突起部60を設けた部分の天板56の厚さは、図6Aに示す円形状突起部62Bを設けた部分の天板56の厚さと同じような考えに基づいて設定されている。

この場合、図6Bに示すように、マイクロ波伝播制御突起部60を設けた部分を伝播するマイクロ波と、これを設けていない部分を伝播するマイクロ波とでは、伝播するマイクロ波の電磁界の分布の形である伝播モードの種類数が異なるように、マイクロ波伝播制御突起部60を設けた部分の厚さH3と、これを設けていない部分の厚さ、すなわち天板56自体の厚さH2とがそれぞれ設定されている。平面アンテナ部材64の各スロット80から放射されたマイクロ波が天板56の周方向(半径方向と直交する方向)へ伝播する際には、天板56内で反射を繰り返して定在波となる。

[0055] この際、例えば厚さH3の部分においてはTM0モードとTE1モードの2種類のモー

ドのマイクロ波が伝播し、厚さH2の部分においてはTM0モードの1種類のモードのマイクロ波だけが伝播することができる。従って、TM0モードのみ伝播する厚さH2の部分よりも、TM0モードとTE1モードが伝播する厚さH3の部分において、マイクロ波強度を大きくでき、この部分のプラズマ密度を向上させることができるようになっている。この場合、マイクロ波伝播制御突起部60の幅M2(台形の場合は上底の長さの下底の長さの平均値)は天板56中を伝播するマイクロ波の波長を λ とすると、 $\lambda \cdot 1/10 \sim \lambda \cdot 1/2$ の範囲内がよい。幅M2が $\lambda \cdot 1/10$ よりも狭い場合には、このマイクロ波伝播制御突起部60を設けた作用効果を十分に発揮することができず、また $\lambda \cdot 1/2$ よりも広い場合にも、同様にこのマイクロ波伝播制御突起部60を設けた作用効果を十分に発揮することができない。

[0056] ここでマイクロ波伝播制御突起部60を設けた部分と、これを設けていない部分との伝播モード数の差は1又は2となるように設定するのがよく、このモード数が3以上になると、電界分布を調整する作用が小さくなって、このマイクロ波伝播制御突起部60を設けた作用効果が急激に低減してしまう。尚、本実施例の場合には厚さH1と厚さH3は同じ値に設定されている。本実施形態においては、例えば厚さH3は25mm程度に設定され、厚さH2は17mm程度に設定されている。

[0057] 更に、本実施形態においては、6本のマイクロ波伝播制御突起部60は、図7に示すように、この天板56上に設置される平面アンテナ部材64のスロット80の位置に対応させて設けられている。具体的には、前述したように平面アンテナ部材64には僅かに離間し互いにT字状に配置された複数の一対の2つのスロット80が同心円状に配列されており、マイクロ波伝播制御突起部60は、内側の同一円上に配列されたスロット80の対80Aの位置に対応している。この理由は、天板56を周方向に伝播するマイクロ波の電界強度はこの天板56の外周側よりも内周側の方が大きいので、内周側のスロット80の対80Aより放射されるマイクロ波をマイクロ波伝播制御突起部60により効率的に制御するためである。

[0058] ただし、他の実施形態においては、図8に示すように、6本のマイクロ波伝播制御突起部60がスロット80の対80Aの間に位置しても良い。具体的には、図8に示す構成は、図7に示す構成における6本のマイクロ波伝播制御突起部60を約 30° 周方向に

回転することにより得られる。このような場合であっても、マイクロ波伝播制御突起部60は、天板56の周方向へ伝播するマイクロ波を制御する効果を発揮することができる。

[0059] 次に、以上のように構成されたプラズマ処理装置32を用いて行なわれる処理方法について説明する。

[0060] まず、ゲートバルブ48を介して半導体ウエハを搬送アーム(図示せず)により処理容器34内に収容し、リフトピン(図示せず)を上下動させることによりウエハを載置台36の上面の載置面に載置する。

[0061] そして、処理容器34内を所定のプロセス圧力、例えば0.01~10Pa程度の範囲内に維持して、プラズマガス供給ノズル42から例えばアルゴンガスを流量制御しつつ供給すると共に処理ガス供給ノズル44から処理に応じて、例えば成膜処理であるならば成膜用ガスを、エッチング処理であるならばエッチングガスを流量制御しつつ供給する。

同時にマイクロ波発生器78にて発生したマイクロ波を、矩形導波管76及び同軸導波管70を介して平面アンテナ部材64に供給し、遅波材66によって波長が短くされたマイクロ波を処理空間Sに導入し、これによりアルゴンを解離して処理空間Sにプラズマを発生させて所定のプラズマ処理を行う。

[0062] ここで、マイクロ波発生器78にて発生した例えば2.45GHzのTEモードのマイクロ波は矩形導波管76を伝播した後に、モード変換器72にてTEMモードへ変換され、このTEMモードのマイクロ波は上記したように同軸導波管70内を伝播して導波箱68内の平面アンテナ部材64に到達する。次いで、このマイクロ波は、内部導体70Bが接続された円板状の平面アンテナ部材64の中心部から放射状に周辺部に伝播されるとともに、この平面アンテナ部材46に多数形成されたスロット80から天板56側へ伝播する。その後、このマイクロ波は、天板56内を半径方向へ放射状に伝播するとともに、周方向(半径方向と直交する方向)へも伝播し、この伝播途中で天板56を透過して下方の処理空間Sへ導入される。このマイクロ波により励起されたアルゴンガスがプラズマ化し、この下方に拡散してここで処理ガスを活性化して活性種を作り、この活性種の作用でウエハWの表面に所定のプラズマ処理が施されることになる。

- [0063] ここで従来装置のように天板8(図1参照)の表面形状が完全に平坦である場合には、天板8の平面方向において伝播するマイクロ波に定在波が生じていた。このためプラズマ密度に偏りが生じ、またマイクロ波同士が干渉し合って処理容器4(図1参照)内のプロセス条件の僅かな変動等によって処理容器4内のプラズマ密度の面内均一性がかなり変動し、この結果、プラズマ処理の面内均一性に悪影響を及ぼしていた。
- [0064] これに対して、天板56内を中心部より放射状に伝播するマイクロ波に関しては、本実施形態においては、円形状突起部62を設けた部分を伝播するマイクロ波と、円形状突起部62を設けていない部分を伝播するマイクロ波とで、伝播するマイクロ波の電磁界の分布の形、すなわち伝播モードの種類数が異なるように、天板56の円形状突起部62を設けた部分の厚さH1と、天板56の円形状突起部62を設けていない部分の厚さH2とがそれぞれ設定されている(図6A参照)。
- [0065] 換言すれば、円形状突起部62を設けた厚さH1の天板56の部分を伝播するマイクロ波と円形状突起部62を設けていない厚さH2の天板56の部分を伝播するマイクロ波とでは、その伝播モードの種類数が異なるように各厚さH1、H2がそれぞれ設定されている。例えば厚さH1の部分では、2種類のモードのマイクロ波(TM0モードのマイクロ波TM0とTE1モードのマイクロ波TE1)が伝播し、厚さH2の部分では、1種類のモードのマイクロ波(TM0モードのマイクロ波TM0)だけが伝播することができる。従って、TM0モードのマイクロ波のみ伝播する厚さH2の部分よりも、TM0モード及びTE1モードのマイクロ波が伝播する厚さH1の部分において、マイクロ波強度を大きくでき、この部分のプラズマ密度を向上させることができる。
- [0066] 図1に示すような一般的な平坦な天板8では、天板8の中周部や周辺部のプラズマ密度が低くなる傾向にあるが、ウエハ面内方向におけるプラズマ密度の均一性を目的として、本実施形態のように天板56の中周部や周辺部に円形状突起部62を設けることにより、この部分のマイクロ波の強度を上げてプラズマ密度を選択的に向上させることができる。したがって、ウエハ面内方向(処理空間Sの水平面方向)におけるプラズマ密度の均一性を向上させることができる。
- [0067] また、天板56内の周方向(半径方向と直交する方向)へ伝播するマイクロ波に関し

ては、放射状にマイクロ波伝播制御突起部60を設けた部分を伝播するマイクロ波とマイクロ波伝播制御突起部60を設けていない部分を伝播するマイクロ波とでは、伝播するマイクロ波の電磁界の分布の形、すなわち伝播モードの種類数が異なるように天板56のマイクロ波伝播制御突起部60を設けた部分の厚さH3及び天板56のマイクロ波伝播制御突起部60を設けていない部分の厚さH2がそれぞれ設定されている(図6B参照)。

[0068] 換言すれば、マイクロ波伝播制御突起部60を設けた厚さH3の天板56の部分を伝播するマイクロ波とマイクロ波伝播制御突起部60を設けていない厚さH2の天板56の部分を伝播するマイクロ波とでは、その伝播モードの種類数が異なるように厚さH3、H2がそれぞれ設定されている。

[0069] 例えば厚さH3の部分では、2種類のモードのマイクロ波(TM0モードのマイクロ波TM0とTE1モードのマイクロ波TE1)が伝播し、厚さH2の部分では、1種類のモードのマイクロ波(TM0モードのマイクロ波TM0)だけが伝播することができる。従って、TM0モードのマイクロ波のみが伝播する厚さH2の部分よりも、TM0モード及びTE1モードのマイクロ波が伝播する厚さH3の部分においてマイクロ波強度を大きくでき、この部分のプラズマ密度を向上させることができる。

[0070] 従って、天板56の周方向に伝播するマイクロ波の強度を制御することができ、プロセス圧力やガス種等のプロセス条件に依存することなくプラズマ密度の面内均一性を高めることができる。特に、マイクロ波パワーが低い場合にプラズマ密度の偏りを改善することができる。

[0071] このように、天板56の処理容器34内を臨む面側に、マイクロ波の伝播を制御するために放射状に複数本のマイクロ波伝播制御突起部60を設けるように構成することにより、天板56の周方向へ伝播するマイクロ波を制御することができ、処理空間Sの水平面方向におけるプラズマ密度を均一化させることができる。

[0072] また、円形状突起部62とマイクロ波伝播制御突起部60の双方を設けることにより、天板56の周方向へ伝播するマイクロ波のみならず、半径方向へ伝播するマイクロ波も制御することができ、両者の相乗作用により処理空間Sの水平面方向におけるプラズマ密度を一層均一化させることができる。

[0073] 尚、上記実施例において、円形状突起部62を設けなくて、放射状のマイクロ波伝播制御突起部60のみを設けるようにしてもよい。この場合であっても、天板56を周方向に伝播するマイクロ波を制御できるため、例えば従来装置における一様に平坦な平板8(図1)に比べ、プラズマ密度の面内均一性を改善することができる。

[0074] ここで、円形状突起部62やマイクロ波伝播制御突起部60におけるマイクロ波の伝播形態について、図9及び図10を参照して説明する。図9はマイクロ波の伝播形態をシミュレーションする場合の天板のモデルを示す図、図10は天板の厚さとマイクロ波の伝播定数がマイクロ波の伝播モードに与える影響を示すグラフである。

[0075] 図9を参照すると、このモデルでは、誘電体よりなる天板56上にスロット80を有するグラウンド板90が接合されている。ここでマイクロ波は天板56と真空との界面で表面波として伝播すると仮定しており、マイクロ波は誘電体表面から離れるに従って指数関数的に減衰する。また垂直方向(紙面垂直方向)へは天板56が無限に延びているものと仮定している。

[0076] 図中の各符号は次のように定義される。

Z:伝播方向

x:誘電体(天板)表面に対して垂直な方向

ϵ_r :誘電体(天板)の比誘電率

ϵ_0 :真空中の誘電率

d:誘電体の厚さ

本モデルよりTMモード及びTEモードの伝播のための厚さ限界を求める。求める厚さ限界は下記の数式群(1)で定義される。

[0077] [数1]

$$\left. \begin{aligned} \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \varepsilon_r k_0^2 - \beta^2\right) e_z(x, y) &= 0 \quad \text{for } 0 \leq x \leq d \\ \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} + k_0^2 - \beta^2\right) e_z(x, y) &= 0 \quad \text{for } d \leq x < \infty \end{aligned} \right\} (1)$$

Here,

$$E_z(x, y, z) = e_z(x, y) e^{-j\beta z}$$

β is the propagation constant

β : 伝播定数

ここで、TMモードの境界条件は下記の数式群(2)で表される。

[0078] [数2]

$$\left. \begin{aligned} E_z &= 0 & x &= 0 \\ E_z &< \infty & x &\rightarrow \infty \\ E_z &\text{continuous} & x &= d \\ H_y &\text{continuous} & x &= d \\ H_x = E_y = H_z &= 0 \end{aligned} \right\} (2)$$

また、TEモードの境界条件は下記の数式群(3)で表される。

[0079] [数3]

$$\left. \begin{array}{ll} E_y = 0 & x = 0 \\ E_y < \infty & x \rightarrow \infty \\ E_y \text{ continuous} & x = d \\ H_z \text{ continuous} & x = d \\ E_x = H_y = E_z = 0 \end{array} \right\} (3)$$

上記モデルを解析することによって図10に示すようなグラフが得られる。図10において横軸に“ d/λ_0 ”を取り、縦軸には“ β/k_0 ”を取っており、マイクロ波の伝播モードに関してはTM0～TM2及びTE1～TE3を検討対象としている。ここで、“ d ”は天板56の厚さを示し、“ λ_0 ”はマイクロ波の真空中の波長を示している。したがって、横軸の“ $d/\lambda_0 = 1$ ”は、天板56がマイクロ波の1波長に相当する厚さ d を有していることを示す。なお、2.45GHzのマイクロ波の場合、 $\lambda_0 = 122\text{mm}$ 程度である。

[0080] 図10は、天板56が石英(比誘電率 $\epsilon_r = 3.78$)で形成されているという前提の下に求めた計算結果を示すが、天板56が他の誘電体、例えばアルミナ等で形成される場合も、数値は異なるが、図10に示す特性と同様な特性を示す。

[0081] また“ β ”はマイクロ波の伝播定数であり、“ k_0 ”は波数である。ここで“ β/k_0 ”により伝播定数を規格化(標準化)している。また、縦軸上の値が大きい程、マイクロ波を効率良く伝播し、“ $\beta/k_0 \leq 1$ ”の領域では、マイクロ波は減衰し、もはや伝播することができなくなる。すなわち、各伝播モードの曲線と“ $\beta/k_0 = 1$ ”の交点で定まる“ d ”が、対応する伝播モードについてのカットオフ厚みとなる。

[0082] 例えばTM0モードの曲線は、“ $\beta/k_0 = 1$ ”との交点が“ $d/\lambda_0 = 0$ ”であるので、カットオフ天板厚み d は“0”($d=0$)である。すなわち、TM0モードのマイクロ波は、天板56がどんな厚みでも伝播することができる。

[0083] また、TE1モードの曲線は、“ $\beta/k_0 = 1$ ”との交点が“ $d/\lambda_0 \doteq 0.15$ ”なので、カットオフ天板厚み d は“18.3mm”($d=0.15 \times \lambda_0$)である。すなわち、天板56の厚

さ d を18.3mmよりも小さくすると、TM0モードのマイクロ波は伝播するが、TE1モードのマイクロ波は伝播しないことになる。

[0084] 従って、例えば“ $d/\lambda_0=0.5$ ”となるように天板厚さ $d(=61\text{mm})$ を設定すれば、TM0、TE1、TM1、TE2の4種類のモードのマイクロ波は伝播するが、TM2及びTE3の2種類の各モードのマイクロ波は伝播しない。従って、天板56の厚さ d を部分的に変化させれば、厚さ d に対応したモード数のマイクロ波を伝播できることになる。

[0085] ここで、図10中の各伝播モード(比誘電率“3.78”の石英を伝播するマイクロ波)の曲線と“ $\beta/k_0=1$ ”の横軸との交点の正確な値を示すと、TM0モードは“0”、TE1モードは“0.1499”、TM1モードは“0.2999”、TE2モードは“0.4498”、TM2モードは“0.5998”、TE3モードは“0.7497”である。

また、天板56を比誘電率が“9.8”のアルミナで形成する場合、各伝播モードの曲線と“ $\beta/k_0=1$ ”の横軸との交点の正確な値を示すと、TM0モードは“0”、TE1モードは“0.0843”、TM1モードは“0.1685”、TE2モードは“0.2528”、TM2モードは“0.3371”、TE3モードは“0.4214”である。

[0086] そして、本実施形態においては、天板56のマイクロ波伝播制御突起部60が放射状に設けられた部分の厚さ $H3$ (図6B)を、図10中の横軸とTE1モード曲線との交点である“0.15”から、横軸とTM1モード曲線との交点である“0.3”までの範囲にある点P1に等しくなるように定め、天板56自体の厚さ $H2$ (図6B)を、横軸とTM0モード曲線との交点である“0”から、横軸とTE1モード曲線との交点である“0.15”までの範囲にある点P2に等しくなるように定めている。これにより、先に説明したように、天板56の半径方向に放射状に伝播するマイクロ波に関しては、天板56における厚さ $H3$ (P1)を有する部分では2つのモード(TE1モードとTM0モード)のマイクロ波が伝播し、一方、天板56における厚さ $H2$ を有する部分では1つのモード(TM0モード)のマイクロ波が伝播することになる。すなわち、マイクロ波が伝播する場所に応じて、マイクロ波のモードの種類の数異なることになり、本実施形態では、その差は1つである。

[0087] この場合、図10中における点P1、P2は任意の点であって良く、その位置に応じて伝播できる伝播モードの種類を変えることができる。尚、平面アンテナ部材64に入力

される必要な種類の伝播モードのマイクロ波は、遅波材66や同軸導波管70を用いない場合には、モード変換器72にてモード変換により発生させてもよい。

[0088] ここで、本発明の実施形態による天板56を用いて行った、電界分布のシミュレーションの結果について説明する。図11A及び11Bは、本発明の実施形態による天板における電界分布のシミュレーション結果を示す図であり、色が濃い部分ほど高いプラズマ密度を有していることを示している。図11Aはマイクロ波伝播制御突起部60を設けずに円形状突起部62のみを設けた場合を示し、図11Bはマイクロ波伝播制御突起部60と円形状突起部62の両方を設けた場合を示す。マイクロ波の周波数は2.45GHz、処理容器34(図2)内の圧力は20mTorr(2.7Pa)、プラズマガスはArとした。また、天板56の厚さに関して、 $H1=25\text{mm}$ 、 $H2=17\text{mm}$ 、 $H3=25\text{mm}$ にそれぞれ設定した。

[0089] 図11Aに示すように、天板56に円形状突起部62のみを設けた場合には、プラズマ密度は平面方向へ略全域に広がって、プラズマ密度の良好な面内均一性が実現されているが、密度の高い部分と低い部分との差が比較的大きくなっており、プラズマ密度の面内均一性に改善の余地がある。

[0090] これに対して、図11Bに示すように、天板56に円形状突起部62に加えてマイクロ波伝播制御突起部60を設けた場合には、プラズマ密度の差が特に周方向において低減されており、プラズマ密度の面内均一性を大幅に向上できることが確認された。

[0091] 尚、本実施形態においては天板56に円形状(リング状を含む)や放射状の突起部60、62を形成するようにしたが、これに代えて、他の実施形態では、図12及び図13に示すように天板56にマイクロ波伝播制御凹部を形成してもよい。図12は、本発明の他の実施形態による天板を示す断面図、図13はこの天板の平面図である。

[0092] 図示するように、例えば石英等よりなる天板56の下面(処理容器内を臨む面)に複数のマイクロ波伝播制御凹部92が設けられている。マイクロ波伝播制御凹部92は円形の平面形状を有している。また、複数のマイクロ波伝播制御凹部92は、一の円に沿って配列された内側マイクロ波伝播制御凹部92Aと、当該一の円に対して外側で同心円となる他の円に沿って配列された外側マイクロ波伝播制御凹部92Bとを含む。ここでは内側マイクロ波伝播制御凹部92Aの直径は外側マイクロ波伝播制御凹部

92Bの直径よりも大きく設定しているが、この大きさを同じにしてもよく、特に限定されない。

[0093] そして、6個の内側マイクロ波伝播制御凹部92Aが等角度間隔で一の円に沿って配列されている。この場合、この内側マイクロ波伝播制御凹部92Aは平面アンテナ部材64のスロット80(図3、図7参照)から偏れて配置されている。また、18個の外側マイクロ波伝播制御凹部92Bが、上記の他の円に沿って配列されている。また、隣り合う3つの外側マイクロ波伝播制御凹部92Bが互いに近接して一つの群96が構成され、天板56には全体で6個の群96がある。この群96同士は、ある程度の距離H5だけ離間して配列されている。

[0094] このように構成される天板56では、隣り合う2つの内側マイクロ波伝播制御凹部92A間の部分と、群96の間の部分とにおいて、図5で説明した放射状のマイクロ波伝播制御突起部60(図5参照)に相当する凸状部94が擬似的に形成されることになる。すなわち、凸状部94は、放射状のマイクロ波伝播制御突起部60(図5参照)と同様に、天板56の周方向へ伝播するマイクロ波を制御することができる。

[0095] また、天板56の中心の部分は、図5中の円形状突起部62Aに擬似的に対応し、内側マイクロ波伝播制御凹部92Aと外側マイクロ波伝播制御凹部92Bとの間のリング状の部分は図5中の中周部に位置する円形状突起部62Bに擬似的に対応し、外側マイクロ波伝播制御凹部92Bの外側のリング状の部分は図5中の外周部に位置する円形状突起部62Cに擬似的に対応することになる。したがって、図13の天板56においても、天板56の半径方向へ放射状に伝播するマイクロ波を制御する効果を発揮することができる。

[0096] この場合、図12に示すように、内側マイクロ波伝播制御凹部92Aや外側マイクロ波伝播制御凹部92Bの底部に相当する部分の天板56の厚さは、図6に示す厚さH2と同じになるように設定され、また、それ以外の部分、すなわち擬似的に凸部と見なされる部分の厚さは図6に示す厚さH1或いはH3と同じになるように設定される。

[0097] したがって、この実施形態の場合にも、天板56に、先の実施形態で説明したマイクロ波伝播制御突起部60や円形状突起部62(図5参照)が擬似的に形成されることになるので、前述と同様な作用効果を発揮することができる。この実施形態の場合には

、円板状の石英板を削り加工して円形状の凹部を形成するだけで天板56を製造することができるので、先の実施形態の場合と比較して容易に製造することができる。

[0098] 尚、この実施形態ではマイクロ波伝播制御凹部92は2重のリング状に配列したが、これに限定されず、3重以上のリング状に配列してもよい。

[0099] 更に、この実施形態の場合には、マイクロ波の強度が大きくなる最内周側のマイクロ波伝播制御凹部92Aは同一の円周上にリング状に配列するのが好ましいが、それよりも外側のマイクロ波搬送制御凹部92Bはリング状ではなく、ランダムに配置するようにしてもよい。

[0100] 先行する実施形態においては、マイクロ波伝播制御突起部60及び円形状突起部62、又はマイクロ波伝播制御凹部92を天板56に設けて、天板56の厚さ(マイクロ波の伝播断面の高さ)を変えることにより、天板56を伝播するマイクロ波のモードの種類数を厚さに応じて変更し、これにより、平面アンテナ部材64から天板56を通して処理容器34内に導入されるマイクロ波の密度を水平面において均一化している。しかし、天板56を伝播するマイクロ波のモードの種類数を、異なる誘電率を有する2以上の誘電材料で天板56を作製することにより、変更することも可能である。例えば、一の誘電率を有する一の材料から構成される円板に所定の平面形状を有する溝(凹部)を形成し、この溝(凹部)を他の誘電率を有する他の材料で埋め込むことにより、天板56を作製することができる。この場合、適切なマイクロ波の強度分布を得るため、用いる材料、並びに溝(凹部)の平面形状及び深さは、上述のモデルを参照することにより決定することが可能である。また、この溝(凹部)は、この天板56の下面(処理容器34内を臨む面)及び上面(下面に対向する面)のいずれか又は双方に形成して良い。

[0101] また、天板56に設けられたマイクロ波伝播制御突起部60及び円形状突起部62(図4、図5)を、天板56自体の材料と異なる材料で形成しても良い。さらに、マイクロ波伝播制御突起部60及び円形状突起部62が互いに異なる誘電率を有して良く、天板56、マイクロ波伝播制御突起部60、及び円形状突起部62が互いに異なる誘電率を有しても良い。これらによれば、例えば図11Bに示した結果と同様の結果を得つつ、天板56、マイクロ波伝播制御突起部60、及び円形状突起部62を同じ材料で形成す

る場合に比べ、厚さH1 (図6A) 及び厚さH3 (図6B) を小さくすることができ、プラズマ装置の設計自由度を向上することが可能となる。

[0102] なお、天板56、マイクロ波伝播制御突起部60、及び円形状突起部62の好適な材料の例としては、これらには限定されないが、石英、アルミナ、窒化アルミニウム、窒化シリコンがある。

[0103] また、ここでは被処理体として半導体ウエハを例にとって説明したが、これに限定されず、ガラス基板、LCD基板、セラミック基板等にも本発明を適用することができる。

[0104] 本国際出願は2007年8月28日に出願された日本国特許出願2007-221524号に基づく優先権を主張するものであり、2007-221524号の全内容をここに援用する。

請求の範囲

- [1] 真空引き可能な処理容器の天井部に設けられて、並設される平面アンテナ部材のスロットから放射されるマイクロ波を前記処理容器内へ透過可能な天板であって、
前記天板の前記処理容器内を臨む面側に放射状に設けられた複数の突起部を備える天板。
- [2] 前記天板の突起部が設けられた部分を伝播するマイクロ波と、前記天板の突起部が設けられていない部分を伝播するマイクロ波とでは、伝播するマイクロ波の伝播モードの種類数が異なるように、前記天板の突起部が設けられた部分の厚さと前記天板の突起部が設けられていない部分の厚さとがそれぞれ設定されている、請求項1記載の天板。
- [3] 前記突起部の幅は、前記天板中を伝播するマイクロ波の波長の $1/10 \sim 1/2$ の範囲内である、請求項1記載の天板。
- [4] 3個以上の前記突起部が、前記天板の中心部を中心として周方向に等角度で放射状に設けられる、請求項1記載の天板。
- [5] 前記天板の前記処理容器内を臨む面側に、1又は複数のリング状突起部が設けられている、請求項1記載の天板。
- [6] 天井部が開口した真空引き可能な処理容器と、
プラズマ発生用のマイクロ波を発生するマイクロ波発生部と、
前記天井部の開口に設けられて前記処理容器内へ前記マイクロ波発生部からのマイクロ波を導入する複数のスロットを有する平面アンテナ部材と、
前記天井部の開口に気密に設けられて前記平面アンテナ部材のスロットから放射されるマイクロ波を前記処理容器内へ透過させて導入する天板と
を備え、
前記天板の前記処理容器内を臨む面側に複数の突起部が放射状に設けられる、プラズマ処理装置。
- [7] 前記天板の突起部が設けられた部分を伝播するマイクロ波と、前記天板の突起部が設けられていない部分を伝播するマイクロ波とでは、伝播するマイクロ波の伝播モードの種類数が異なるように、前記天板の突起部が設けられた部分の厚さと前記

天板の突起部が設けられていない部分の厚さとがそれぞれ設定されている、請求項6記載のプラズマ処理装置。

[8] 前記突起部の幅が、前記天板中を伝播するマイクロ波の波長の $1/10 \sim 1/2$ の範囲内である、請求項6記載のプラズマ処理装置。

[9] 3個以上の前記突起部が、前記天板の中心部を中心として周方向に等角度で放射状に設けられている、請求項6記載のプラズマ処理装置。

[10] 前記天板の前記処理容器内を臨む面側には、前記天板の中心部を中心とした1又は複数のリング状突起部が設けられている、請求項6記載のプラズマ処理装置。

[11] 前記天板の突起部は、前記平面アンテナ部材のスロットの位置に対応させて設けられている、請求項6に記載のプラズマ処理装置。

[12] 真空引き可能な処理容器の天井部に設けられて、並設される平面アンテナ部材のスロットから放射されるマイクロ波を前記処理容器内へ透過可能な天板であって、
前記天板の前記処理容器内を臨む面側に形成された複数の凹部を備える天板。

[13] 前記天板の凹部が形成された部分を伝播するマイクロ波と、前記天板の凹部が形成されていない部分を伝播するマイクロ波とでは、伝播するマイクロ波の伝播モードの種類数が異なるように、前記天板の凹部が形成された部分の厚さと前記天板の凹部が形成されていない部分の厚さとがそれぞれ設定されている、請求項12記載の天板。

[14] 前記凹部の平面形状が円形である、請求項12記載の天板。

[15] 前記凹部の内の少なくとも最内周の凹部は、前記天板の中心部を中心とした同一の円周上に形成されている、請求項12に記載の天板。

[16] 天井部が開口した真空引き可能な処理容器と、
プラズマ発生用のマイクロ波を発生するマイクロ波発生部と、
前記天井部の開口に設けられて前記処理容器内へ前記マイクロ波発生部からのマイクロ波を導入する複数のスロットを有する平面アンテナ部材と、
前記天井部の開口に気密に設けられて前記平面アンテナ部材のスロットから放射されるマイクロ波を前記処理容器内へ透過させて導入する天板と
を備え、

前記天板の前記処理容器内を臨む面側に複数の凹部が形成されている、プラズマ処理装置。

- [17] 前記天板の凹部が形成された部分を伝播するマイクロ波と、前記天板の凹部が形成されていない部分を伝播するマイクロ波とでは、伝播するマイクロ波の伝播モードの種類数が異なるように、前記天板の凹部が形成された部分の厚さと前記天板の凹部が形成されていない部分の厚さとがそれぞれ設定されている、請求項16記載のプラズマ処理装置。
- [18] 前記凹部の平面形状が円形である、請求項16記載のプラズマ処理装置。
- [19] 前記凹部の内の少なくとも最内周の凹部は、前記天板の中心部を中心とした同一の円周上に形成されている、請求項16に記載のプラズマ処理装置。
- [20] 前記最内周の凹部は、前記平面アンテナ部材のスロットから外れた位置に対応させて形成されている、請求項19に記載のプラズマ処理装置。

補正された請求の範囲

[2008年11月25日 (25. 11. 2008) 国際事務局受理]

- 【1】(補正後) 真空引き可能な処理容器の天井部に設けられて、並設される平面アンテナ部材のスロットから放射されるマイクロ波を前記処理容器内へ透過可能な天板であって、

前記天板の前記処理容器内を臨む面側に放射状に設けられた複数の突起部を備え、

前記天板の突起部が設けられた部分を伝播するマイクロ波と、前記天板の突起部が設けられていない部分を伝播するマイクロ波とでは、伝播するマイクロ波の伝播モードの種類数が異なるように、前記天板の突起部が設けられた部分の厚さと前記天板の突起部が設けられていない部分の厚さがそれぞれ設定されている天板。

- 【2】(削除)

- 【3】 前記突起部の幅は、前記天板中を伝播するマイクロ波の波長の $1/10 \sim 1/2$ の範囲内である、請求項1記載の天板。

- 【4】 3個以上の前記突起部が、前記天板の中心部を中心として周方向に等角度で放射状に設けられる、請求項1記載の天板。

- 【5】 前記天板の前記処理容器内を臨む面側に、1又は複数のリング状突起部が設けられている、請求項1記載の天板。

- 【6】(補正後) 天井部が開口した真空引き可能な処理容器と、

プラズマ発生用のマイクロ波を発生するマイクロ波発生部と、

前記天井部の開口に設けられて前記処理容器内へ前記マイクロ波発生部からのマイクロ波を導入する複数のスロットを有する平面アンテナ部材と、

前記天井部の開口に気密に設けられて前記平面アンテナ部材のスロットから放射されるマイクロ波を前記処理容器内へ透過させて導入する天板と

を備え、

前記天板の前記処理容器内を臨む面側に複数の突起部が放射状に設けられ、

前記天板の突起部が設けられた部分を伝播するマイクロ波と、前記天板の突起部が設けられていない部分を伝播するマイクロ波とでは、伝播するマイクロ波の伝播モードの種類数が異なるように、前記天板の突起部が設けられた部分の厚さと前記

天板の突起部が設けられていない部分の厚さとがそれぞれ設定されているプラズマ処理装置。

【7】(削除)

【8】 前記突起部の幅が、前記天板中を伝播するマイクロ波の波長の $1/10 \sim 1/2$ の範囲内である、請求項6記載のプラズマ処理装置。

【9】 3個以上の前記突起部が、前記天板の中心部を中心として周方向に等角度で放射状に設けられている、請求項6記載のプラズマ処理装置。

【10】 前記天板の前記処理容器内を臨む面側には、前記天板の中心部を中心とした1又は複数のリング状突起部が設けられている、請求項6記載のプラズマ処理装置。

【11】 前記天板の突起部は、前記平面アンテナ部材のスロットの位置に対応させて設けられている、請求項6に記載のプラズマ処理装置。

【12】(補正後) 真空引き可能な処理容器の天井部に設けられて、並設される平面アンテナ部材のスロットから放射されるマイクロ波を前記処理容器内へ透過可能な天板であって、

前記天板の前記処理容器内を臨む面側に形成された複数の凹部を備え、

前記天板の凹部が形成された部分を伝播するマイクロ波と、前記天板の凹部が形成されていない部分を伝播するマイクロ波とでは、伝播するマイクロ波の伝播モードの種類数が異なるように、前記天板の凹部が形成された部分の厚さと前記天板の凹部が形成されていない部分の厚さとがそれぞれ設定されている天板。

【13】(削除)

【14】 前記凹部の平面形状が円形である、請求項12記載の天板。

【15】 前記凹部の内の少なくとも最内周の凹部は、前記天板の中心部を中心とした同一の円周上に形成されている、請求項12に記載の天板。

【16】(補正後) 天井部が開口した真空引き可能な処理容器と、

プラズマ発生用のマイクロ波を発生するマイクロ波発生部と、

前記天井部の開口に設けられて前記処理容器内へ前記マイクロ波発生部からのマイクロ波を導入する複数のスロットを有する平面アンテナ部材と、

前記天井部の開口に気密に設けられて前記平面アンテナ部材のスロットから放射されるマイクロ波を前記処理容器内へ透過させて導入する天板と

を備え、

前記天板の前記処理容器内を臨む面側に複数の凹部が形成され、
前記天板の凹部が形成された部分を伝播するマイクロ波と、前記天板の凹部が形成されていない部分を伝播するマイクロ波とでは、伝播するマイクロ波の伝播モードの種類数が異なるように、前記天板の凹部が形成された部分の厚さと前記天板の凹部が形成されていない部分の厚さとがそれぞれ設定されているプラズマ処理装置。

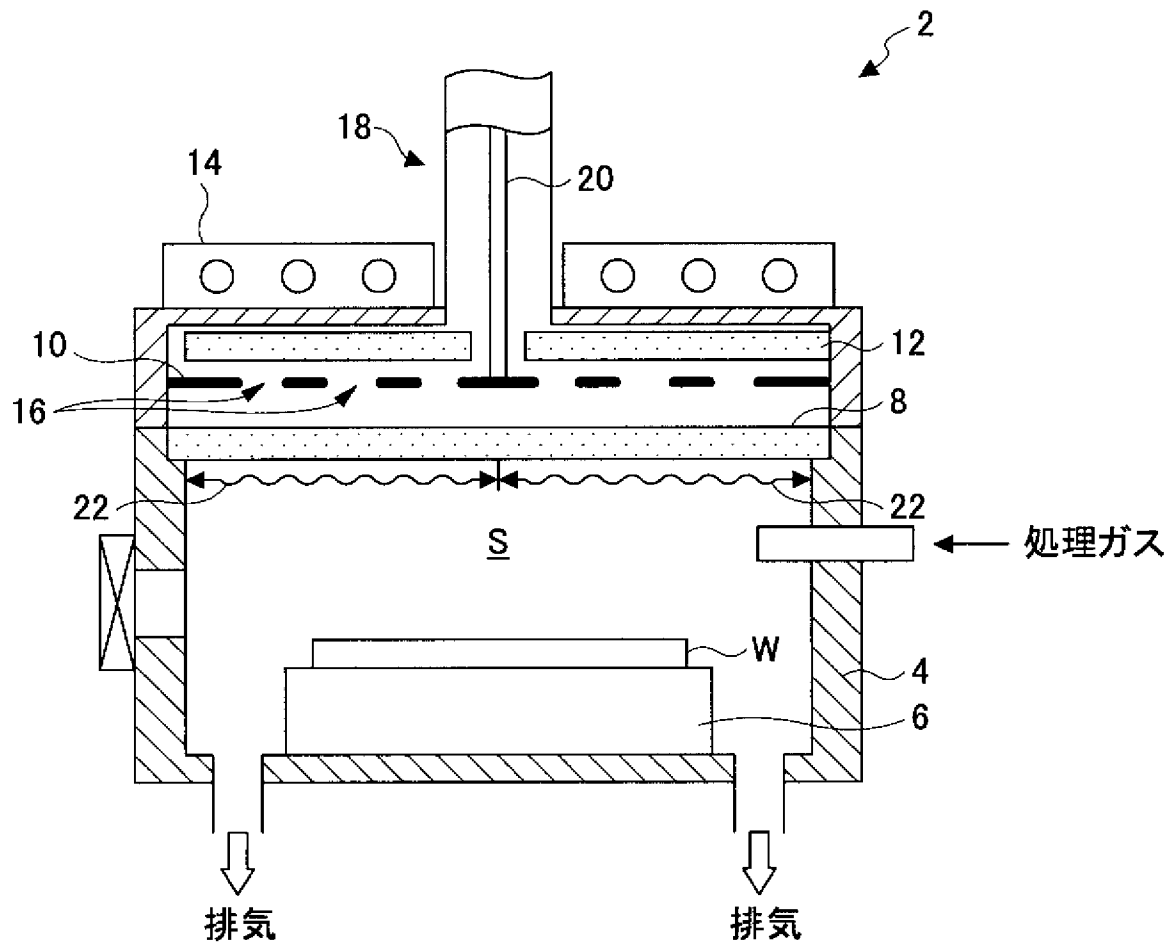
【17】(削除)

【18】 前記凹部の平面形状が円形である、請求項16記載のプラズマ処理装置。

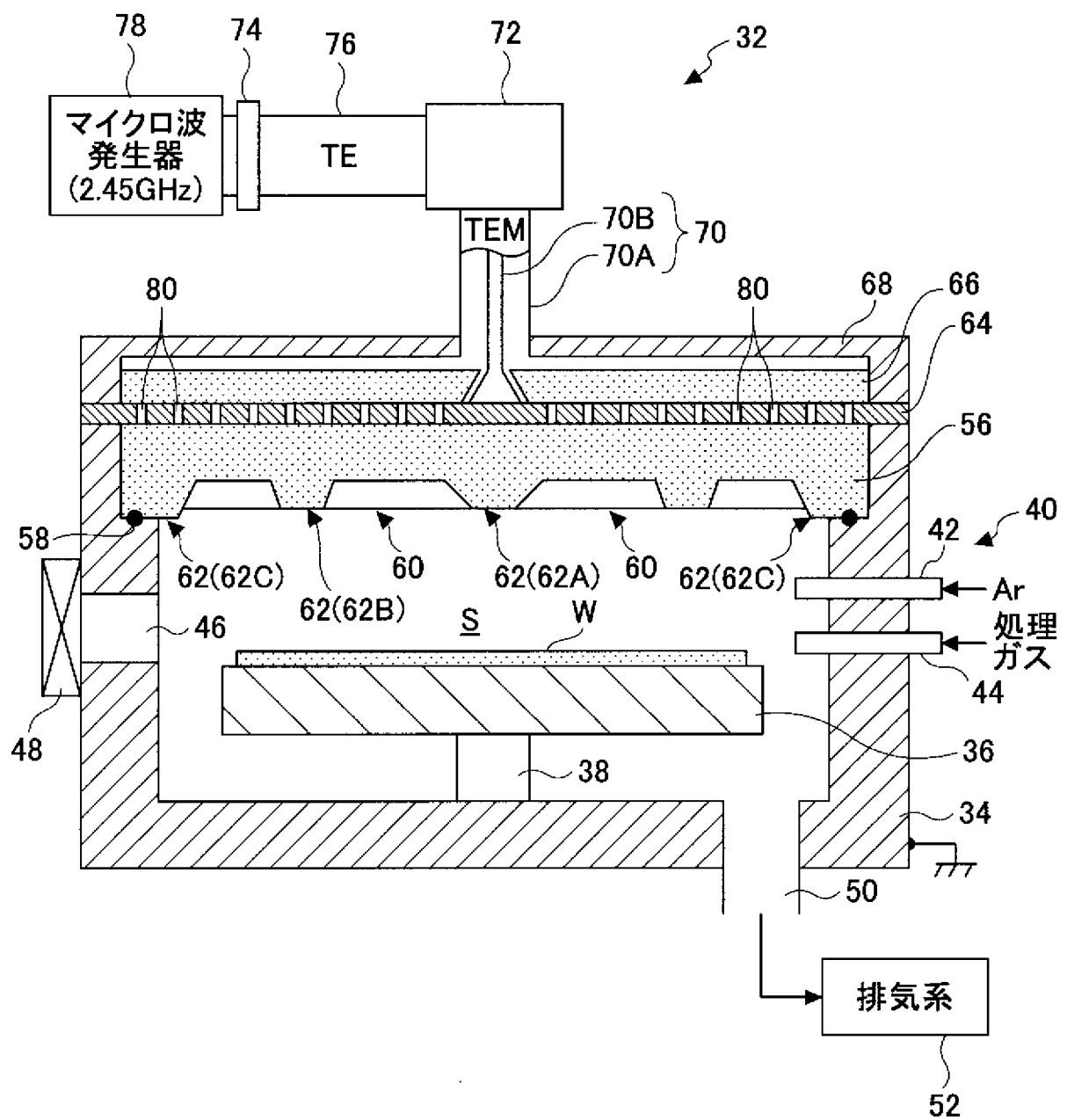
【19】 前記凹部の内の少なくとも最内周の凹部は、前記天板の中心部を中心とした同一の円周上に形成されている、請求項16に記載のプラズマ処理装置。

【20】 前記最内周の凹部は、前記平面アンテナ部材のスロットから外れた位置に対応させて形成されている、請求項19に記載のプラズマ処理装置。

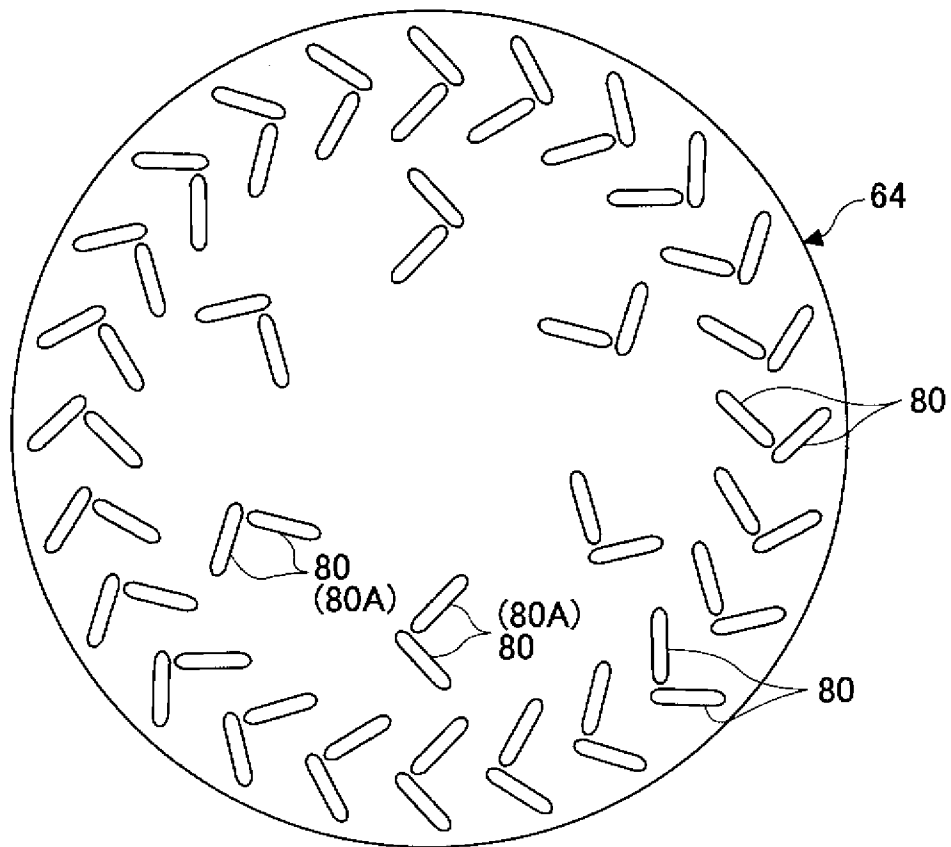
[図1]



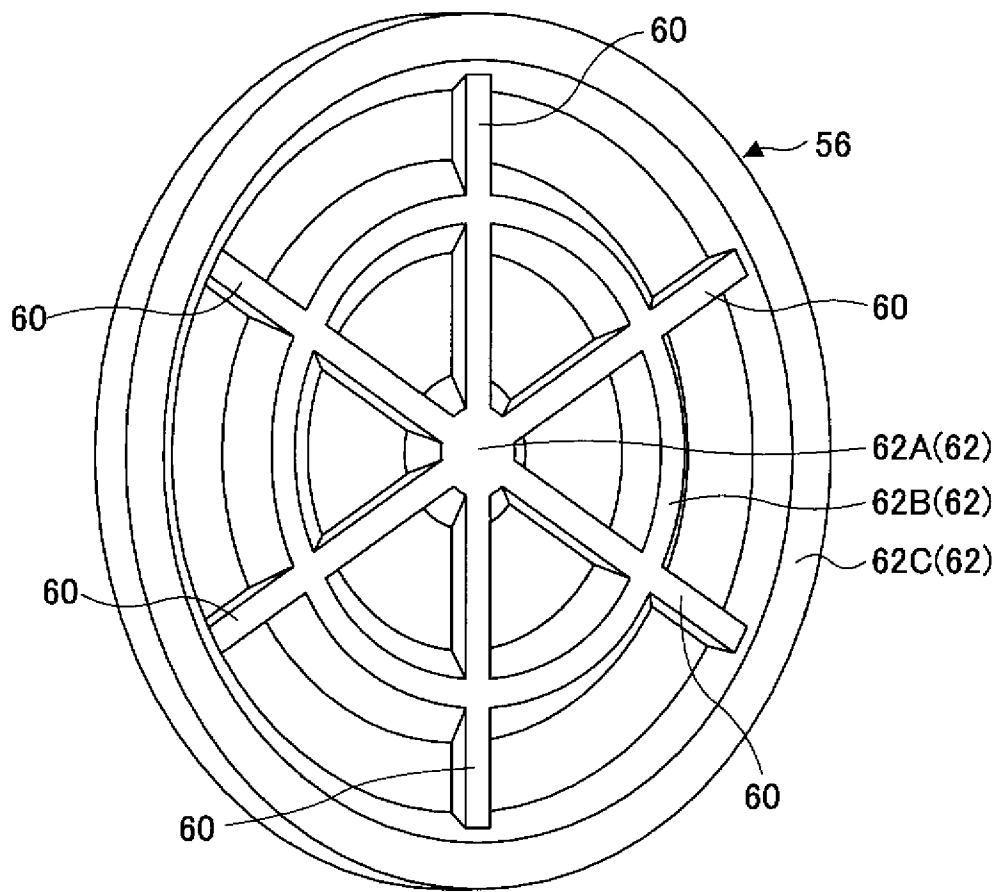
[図2]



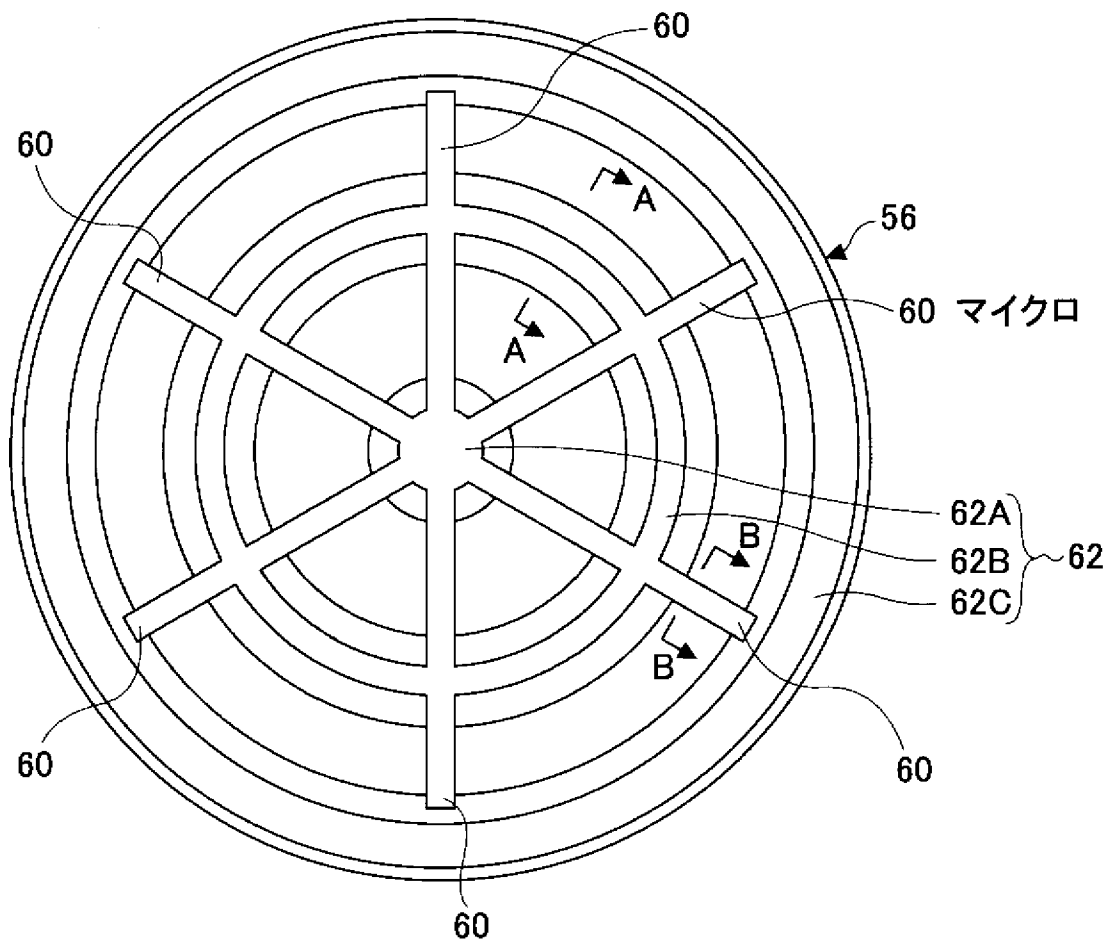
[図3]



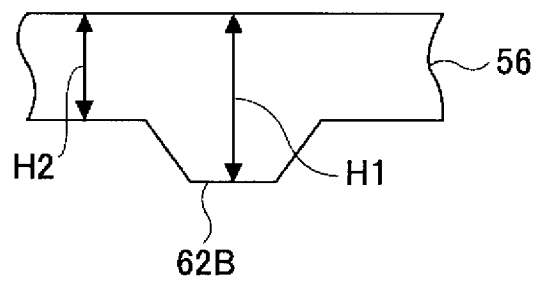
[図4]



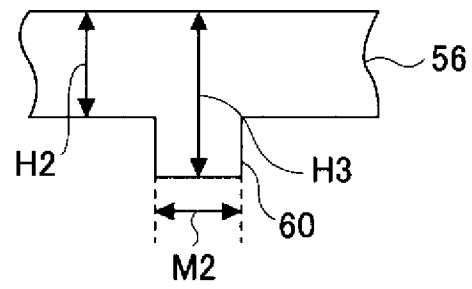
[図5]



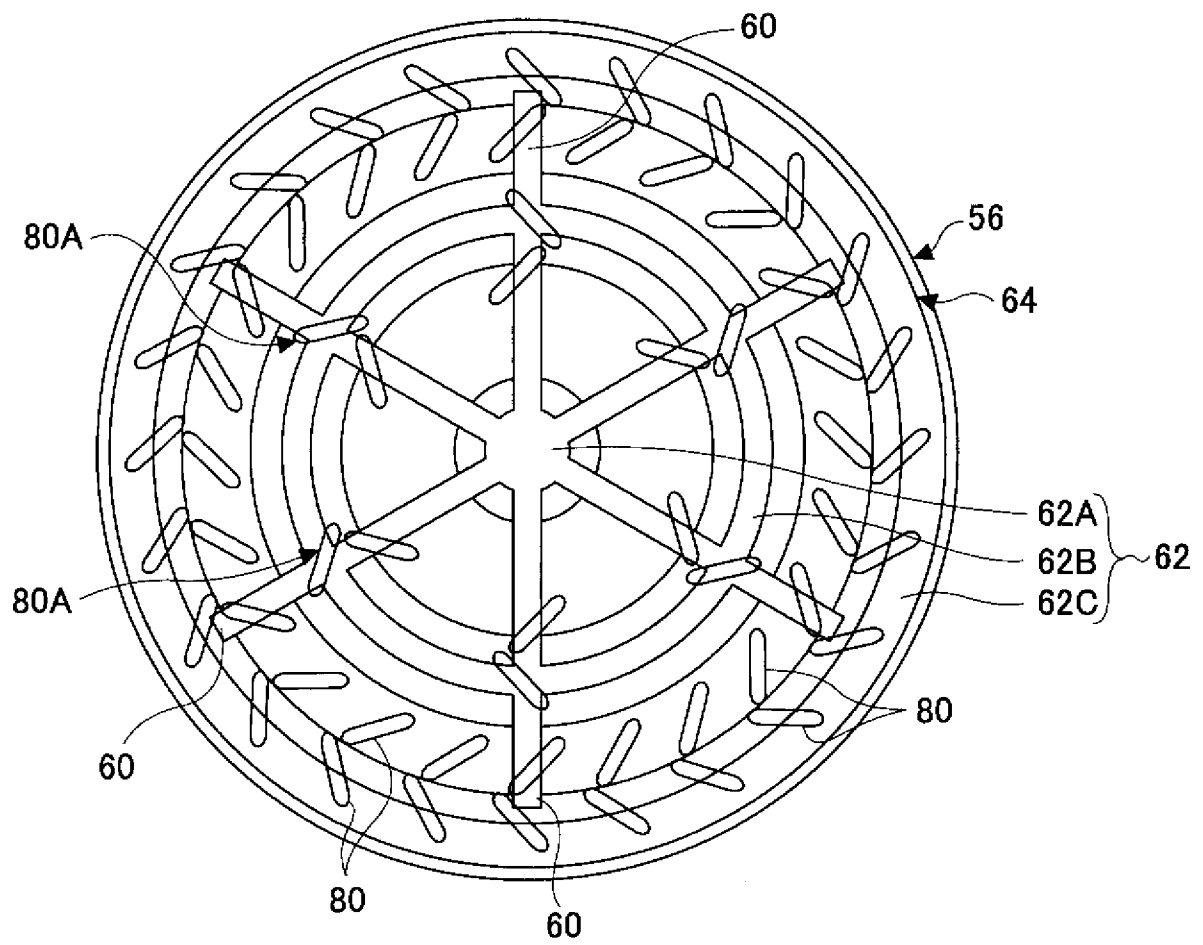
[図6A]



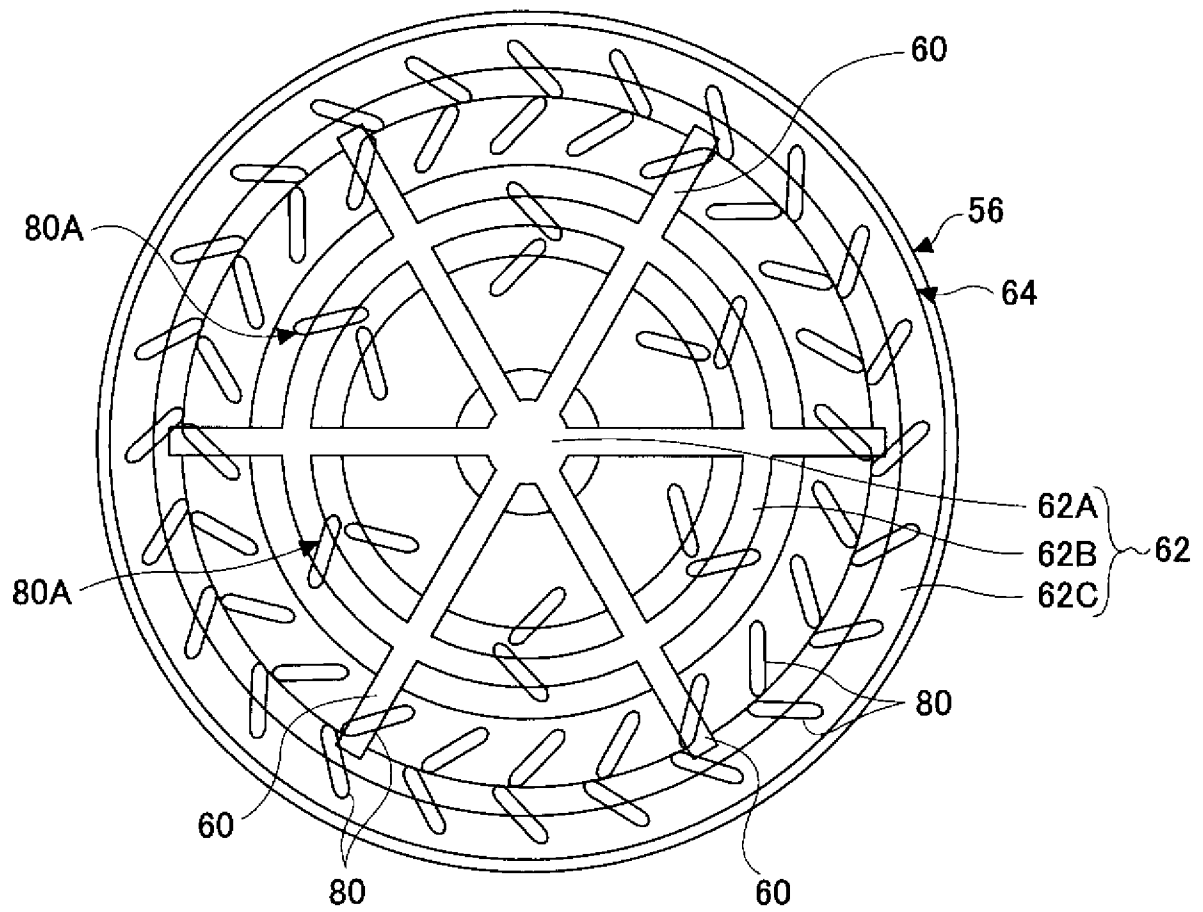
[図6B]



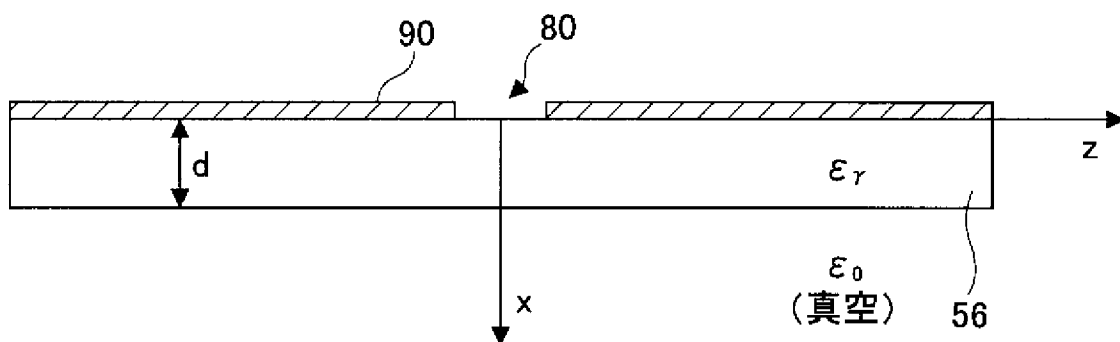
[図7]



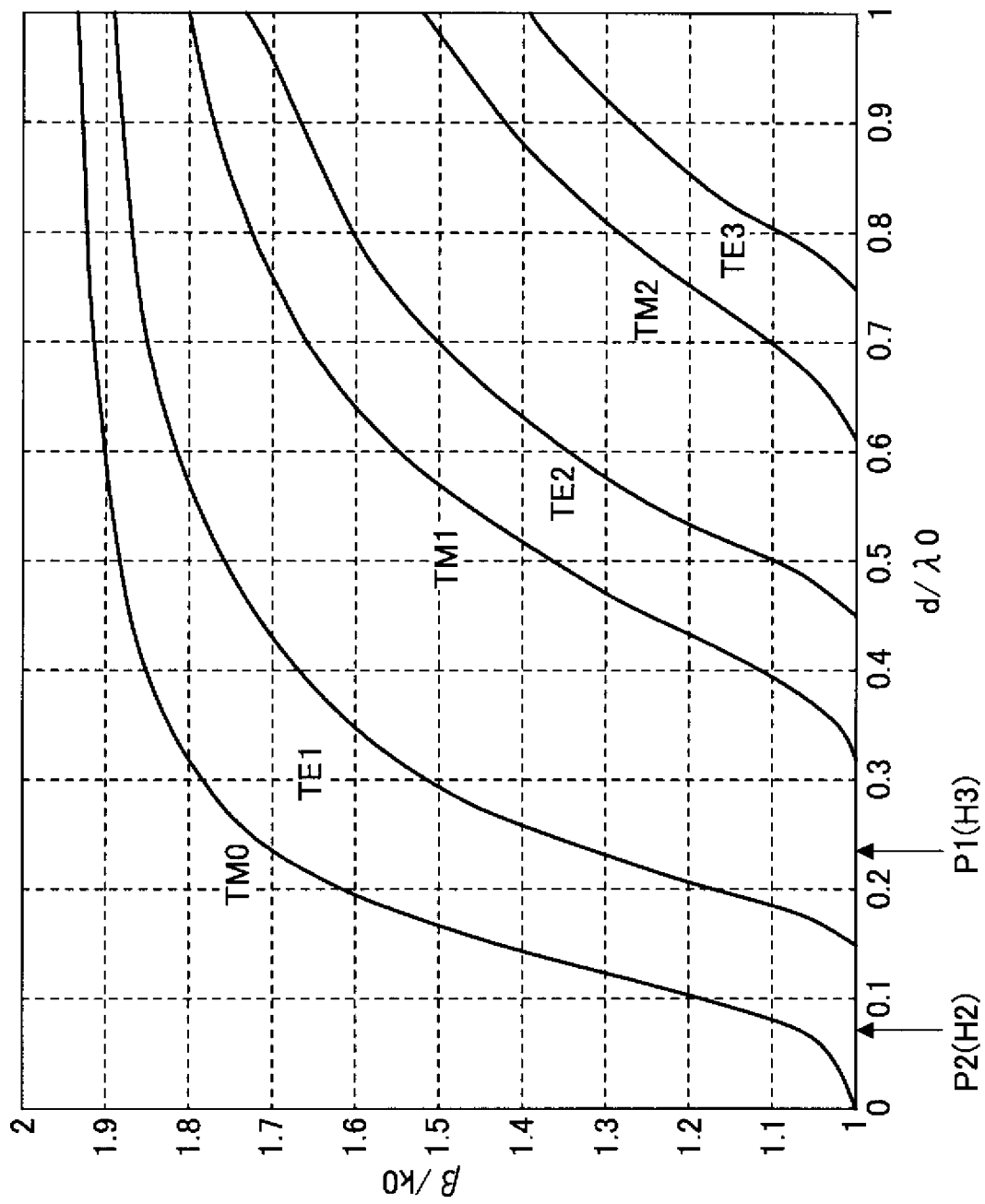
[図8]



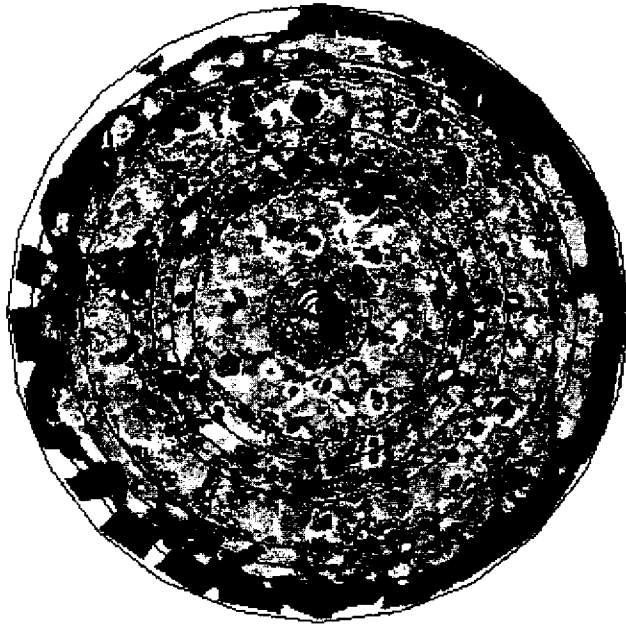
[図9]



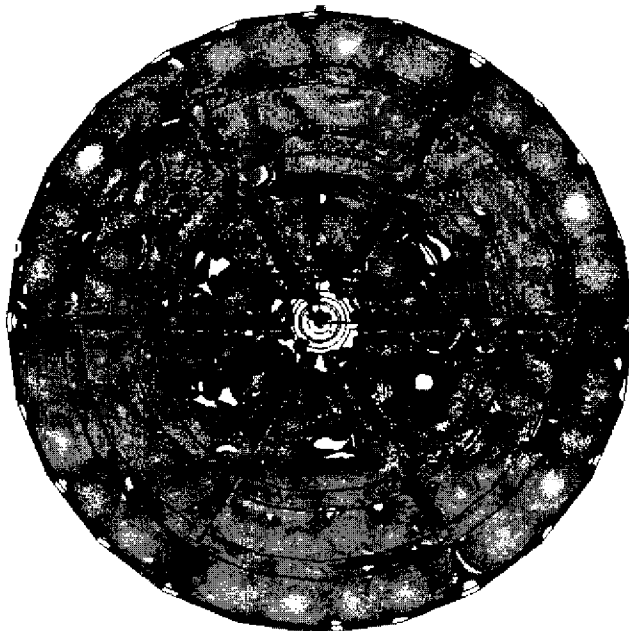
[図10]



[図11A]



[図11B]



A cross-sectional view of a semiconductor device 56. The device consists of a substrate 94 and a patterned layer 92. The layer 92 has regions 92A(92) and 92B(92). The height of the layer 92 is indicated by H1(H3) and H2.

FIG. 1 is a top view of a circular substrate 56. The substrate has a central circular region 92. Within this central region, there are nine circular elements arranged in a 3x3 grid. The outer ring of the substrate contains twelve circular elements. Six of these outer elements are labeled 92A(92) and the other six are labeled 92B(92). Dashed lines 94 divide the central region into four quadrants. A dimension line H5 is shown at the bottom left, indicating a thickness or distance. Two curved lines 96 are located at the bottom of the substrate.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/064854

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/205(2006.01) i, C23C16/511(2006.01) i, H01L21/3065(2006.01) i,
H05H1/46(2006.01) i

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)

H01L21/205, C23C16/511, H01L21/3065, H05H1/46

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2008	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2008

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.
X Y	JP 2004-200307 A (Tokyo Electron Ltd.), 15 July, 2004 (15.07.04), Par. Nos. [0016] to [0086]; Figs. 1 to 11 & US 2004/0149741 A1	1-13, 16-17 1-20
Y	JP 2000-273646 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 03 October, 2000 (03.10.00), Par. Nos. [0048] to [0054], [0073] to [0078]; Figs. 8 to 11 (Family: none)	1-20
Y	JP 9-232099 A (Hitachi, Ltd.), 05 September, 1997 (05.09.97), Par. Nos. [0009] to [0014]; Figs. 4 to 7 (Family: none)	14, 18



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 application or patent 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
16 September, 2008 (16.09.08)

Date of mailing of the international search report
22 September, 2008 (22.09.08)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/064854

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-168681 A (Ulvac, Inc.), 13 June, 2003 (13.06.03), Par. Nos. [0021] to [0047]; Figs. 1 to 10 (Family: none)	20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/064854

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
See extra sheet.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest
the

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/064854

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

There must exist a special technical feature that links a group of inventions to form a single general inventive concept to have the group of inventions in claims 1-20 satisfy the requirement of unity of invention. The group of inventions in claims 1-20 are linked only by a feature of "a top panel which is arranged on the ceiling section of a processing container that can be brought into a vacuum state, transmits microwaves radiated from slots of a planar antenna member arranged in parallel with the top panel into the processing container, and has a plurality of protruding sections radially arranged on the top panel surface facing inside the processing container".

The feature, however, is not a special technical feature, since it is disclosed in prior art documents, for instance, JP 2004-200307 A (Tokyo Electron Ltd.), 15 July, 2004 (15.07.04) in paragraphs [0016]-[0086], Fig. 1-Fig. 11, and US 2004/0149741 A1.

There is no special technical feature among the group of inventions so as to link them to form a single general inventive concept.

Consequently, it is obvious that the group of inventions in claims 1-20 do not satisfy the requirement of unity of invention.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L21/205 (2006.01) i, C23C16/511 (2006.01) i, H01L21/3065 (2006.01) i, H05H1/46 (2006.01) i

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 (I P C))

Int.Cl. H01L21/205, C23C16/511, H01L21/3065, H05H1/46

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 8 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 8 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 8 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
X Y	JP 2004-200307 A (東京エレクトロン株式会社) 2004.07.15, 段落【0016】 - 【0086】, 第1図-第11図 & US 2004/0149741 A1	1-13, 16-17 1-20
Y	JP 2000-273646 A (住友金属工業株式会社) 2000.10.03, 段落【0048】 - 【0054】, 【0073】 - 【0078】, 第8図-第11図 (ファミリーなし)	1-20
Y	JP 9-232099 A (株式会社日立製作所) 1997.09.05, 段落【0009】 - 【0014】, 第4図-第7図 (ファミリーなし)	14, 18

☒ 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

1 6 . 0 9 . 2 0 0 8

国際調査報告の発送日

2 2 . 0 9 . 2 0 0 8

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

山本 雄一

4 R

3 1 2 3

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 7 1

C (続き) . 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
Y	JP 2003-168681 A (株式会社アルバック) 2003.06.13, 段落【0021】 - 【0047】, 第1図-第10図 (ファミリーなし)	20

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（P C T 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってP C T 規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

特別ページ参照

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

請求の範囲 1 ～ 2 0 に記載されている一群の発明が単一性の要件を満たすためには、その一群の発明を単一の一般的発明概念を形成するように連関させるための、特別な技術的特徴の存在が必要であるところ、請求の範囲 1 ～ 2 0 に記載されている一群の発明は、「真空引き可能な処理容器の天井部に設けられて、並設される平面アンテナ部材のスロットから放射されるマイクロ波を前記処理容器内へ透過可能な天板であって、前記天板の前記処理容器内を臨む面側に複数の突起部又は凹部を備える天板」からなる事項でのみ連関していると認める。

しかしながら、この事項は先行技術文献、例えば、JP 2004-200307 A (東京エレクトロン株式会社) 2004.07.15, 段落【0016】 - 【0086】, 第 1 図-第 11 図 & US 2004/0149741 A1 に記載されているため、特別な技術的特徴とはなり得ない。

そうすると、請求の範囲 1 ～ 2 0 に記載されている一群の発明の間には、単一の一般的発明概念を形成するように連関させるための、特別な技術的特徴は存在しないこととなる。

そのため、請求の範囲 1 ～ 2 0 に記載されている一群の発明が発明の単一性を満たしていないことは明らかである。