

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5369733号  
(P5369733)

(45) 発行日 平成25年12月18日(2013.12.18)

(24) 登録日 平成25年9月27日(2013.9.27)

|                        |                  |
|------------------------|------------------|
| (51) Int.Cl.           | F 1              |
| H05H 1/46 (2006.01)    | H05H 1/46 B      |
| H01L 21/3065 (2006.01) | H01L 21/302 101D |
| H01L 21/205 (2006.01)  | H01L 21/205      |
| C23C 16/511 (2006.01)  | C23C 16/511      |

請求項の数 5 (全 15 頁)

|              |                               |           |  |
|--------------|-------------------------------|-----------|--|
| (21) 出願番号    | 特願2009-26423 (P2009-26423)    | (73) 特許権者 | 000219967<br>東京エレクトロン株式会社<br>東京都港区赤坂五丁目3番1号    |
| (22) 出願日     | 平成21年2月6日(2009.2.6)           | (74) 代理人  | 110001586<br>特許業務法人アイミー国際特許事務所                 |
| (65) 公開番号    | 特開2009-231271 (P2009-231271A) | (74) 代理人  | 100091409<br>弁理士 伊藤 英彦                         |
| (43) 公開日     | 平成21年10月8日(2009.10.8)         | (74) 代理人  | 100096792<br>弁理士 森下 八郎                         |
| 審査請求日        | 平成24年2月2日(2012.2.2)           | (74) 代理人  | 100091395<br>弁理士 吉田 博由                         |
| (31) 優先権主張番号 | 特願2008-45697 (P2008-45697)    | (72) 発明者  | 松本 直樹<br>東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂Bizタワー 東京エレクトロン株式会社内 |
| (32) 優先日     | 平成20年2月27日(2008.2.27)         |           |  |
| (33) 優先権主張国  | 日本国(JP)                       |           |  |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

上部開口を有する処理容器と、

下面に厚み寸法が連続的に変化するように傾斜する傾斜面を有し、前記処理容器の上部開口を閉鎖するように配置される誘電体と、

前記誘電体の上面に配置され、前記誘電体にマイクロ波を供給して前記誘電体の下面にプラズマを発生させるアンテナとを備え、

前記アンテナは、前記傾斜面の鉛直上方に位置する複数のスロットを有し、

前記誘電体の下面には、内周側壁面および外周側壁面が前記傾斜面であるリング形状の凹溝が形成されており、

前記複数のスロットは、前記内周側壁面および前記外周側壁面それぞれの鉛直上方に位置し、

前記複数のスロットは、中央部領域の鉛直上方に位置する第1のスロット群と、前記内周側壁面の鉛直上方に位置する第2のスロット群と、前記凹溝の底壁の鉛直上方に位置する第3のスロット群と、前記外周側壁面の鉛直上方に位置する第4のスロット群とに区分されており、

前記第1のスロット群と前記第2のスロット群とで内側スロット対をなし、前記第3のスロット群と前記第4のスロット群とで外側スロット対をなす、プラズマ処理装置。

## 【請求項 2】

前記第1のスロット群を構成するスロットおよび前記第3のスロット群を構成するスロッ

トはそれぞれ、前記アンテナの中心と各スロットとを結んだ直線に対して一方方向に同一角度傾くよう周方向に間隔を開けて設けられており、

前記第2のスロット群を構成するスロットおよび前記第4のスロット群を構成するスロットはそれぞれ、前記アンテナの中心と各スロットとを結んだ直線に対して他方方向に同一角度傾くよう周方向に間隔を開けて設けられている、請求項1に記載のプラズマ処理装置。

【請求項3】

前記複数のスロットは、前記内側スロット対と前記外側スロット対とで二重に構成されている、請求項1または2に記載のプラズマ処理装置。

【請求項4】

前記第2のスロット群は、7個のスロットから構成されている、請求項1～3のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【請求項5】

前記第4のスロット群は、26個のスロットから構成されている、請求項1～4のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、プラズマ処理装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来のプラズマ処理装置は、例えば、特開2005-100931号公報（特許文献1）に開示されている。同公報に開示されているプラズマ処理装置は、被処理基板を収納するプラズマ発生室と、マイクロ波によって駆動されて電磁界を発生するアンテナと、アンテナの下部に設けられ、プラズマ発生室の開口部を封止する天板と、天板の下面側に形成されたテープ状の凸部または凹部とを備える。

【0003】

上記構成のプラズマ処理装置は、天板の径方向の厚さを連続的に変化させることにより、どのような条件化においても最適な共振領域を形成することができる。その結果、安定したプラズマの発生が可能になると記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2005-100931号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記構成のプラズマ処理装置においては、アンテナに形成されたスロットから天板に向かってマイクロ波が放射される。したがって、安定したプラズマの発生を実現するためには、天板とスロットとの位置関係も重要であると考えられる。

【0006】

そこで、この発明の目的は、誘電体とスロットとの位置関係を規定することにより、よりプラズマ着火性および着火安定性に優れたプラズマ処理装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

この発明に係るプラズマ処理装置は、上部開口を有する処理容器と、下面に厚み寸法が連続的に変化するように傾斜する傾斜面を有し、処理容器の上部開口を閉鎖するように配置される誘電体と、誘電体の上面に配置され、誘電体にマイクロ波を供給して誘電体の下面にプラズマを発生させるアンテナとを備える。そして、アンテナは、傾斜面の鉛直上方に位置する複数のスロットを有する。

10

20

30

40

50

## 【0008】

上記構成とすることにより、マイクロ波はスロットを通過して傾斜面に放射される。傾斜面のいずれかの位置でマイクロ波の波長と誘電板の厚み寸法とが合致すれば、誘電体の下面の電界強度が増加する。その結果、プラズマ着火性および着火安定性が向上する。

## 【0009】

好ましくは、誘電体の下面には、内周側壁面および外周側壁面が傾斜面であるリング形状の凹溝が形成されている。そして、スロットは、内周側壁面および外周側壁面それぞれの鉛直上方に位置する。一実施形態として、傾斜面は円錐面である。

## 【0010】

好ましくは、複数のスロットは、アンテナの中心と各スロットとを結んだ直線に対して同一方向に同一角度傾いている。これにより、エッチングレート( E / R )分布が均一化される。

## 【発明の効果】

## 【0011】

この発明によれば、スロットを傾斜面の鉛直上方に配置することにより、よりプラズマ着火性および着火安定性に優れたプラズマ処理装置を得ることができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0012】

【図1】この発明の一実施形態に係るプラズマ処理装置を示す図である。

【図2】図1に示す誘電体の断面図である。

20

【図3】図1に示す誘電体とスロットアンテナとを重ね合わせた平面図である。

【図4】図2に示す誘電体の電界強度を示す図である。

【図5】溝幅を71mmとした場合の電界強度を示す図である。

【図6】溝幅を61mmとした場合の電界強度を示す図である。

【図7】溝幅を56mmとした場合の電界強度を示す図である。

【図8】溝幅を51mmとした場合の電界強度を示す図である。

【図9】溝幅を46mmとした場合の電界強度を示す図である。

【図10】溝幅を41mmとした場合の電界強度を示す図である。

【図11】溝幅を36mmとした場合の電界強度を示す図である。

【図12】比較例1としての誘電体の断面図である。

30

【図13】比較例2としての誘電体の断面図である。

【図14】比較例3としての誘電体の断面図である。

【図15】実施例1の電子数分布を示す図である。

【図16】比較例1の電子数分布を示す図である。

【図17】比較例2の電子数分布を示す図である。

【図18】比較例3の電子数分布を示す図である。

【図19】実施例1のE/R分布を示す図である。

【図20】比較例1のE/R分布を示す図である。

【図21】比較例2のE/R分布を示す図である。

【図22】比較例3のE/R分布を示す図である。

40

【図23】比較例4としての誘電体の断面図である。

【図24】比較例4としての誘電体とスロットアンテナとを重ね合わせた平面図である。

【図25】比較例5としてのスロットアンテナと誘電体とを重ね合わせた平面図である。

【図26】実施例1のE/R分布を示す図である。

【図27】比較例5のE/R分布を示す図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0013】

図1～図3を参照して、この発明の一実施形態に係るプラズマ処理装置11を説明する。なお、図1はプラズマ処理装置11を示す図、図2は誘電体15の断面図、図3は誘電体15とスロットアンテナ24とを重ね合わせた平面図である。まず、図1を参照して

50

、プラズマ処理装置11は、プラズマ処理空間Sを構成する処理容器12および誘電体15と、マイクロ波供給装置18と、排気装置26とを主に備える。

【 0 0 1 4 】

処理容器12は、上部開口を有する有底円筒体であって、内部に半導体ウェハWを保持する保持台としてのサセプタ13と、処理ガスを導入するガス導入部14とを備える。サセプタ13は、半導体ウェハWの表面温度の管理を行うと共に、バイアス用の高周波信号を発生させる交流電源13aに接続されている。処理ガス導入部14は、処理容器12の側壁面に設けられて、処理ガス供給源(図示省略)からの処理ガスを処理空間Sに供給する。処理ガスは、アルゴンガスやC<sub>4</sub>F<sub>8</sub>ガス等を処理内容によって使い分けている。

【 0 0 1 5 】

誘電体15は、石英によって形成される円盤形状の部材であって、処理容器12の上部開口を閉鎖するように配置される。また、処理容器12と誘電体15との当接面には、処理空間Sを密閉するためのシール材12aが設けられている。

【 0 0 1 6 】

次に、図2を参照して、誘電体15の構成を詳しく説明する。誘電体15の下面には、リング形状の凹溝16と、処理容器12をプラズマから保護するスカート17とが設かれている。

【 0 0 1 7 】

凹溝 16 の側壁面 16 a, 16 b は、誘電体 15 の厚み寸法が連続的に変化するよう傾斜する傾斜面となっている。この実施形態においては、内周側壁面 16 a および外周側壁面 16 b は、それぞれ円錐面（円錐の側壁面）、つまり断面形状が直線となっているが、これに限ることなく、断面形状が曲線形状（図 23 の傾斜部 34 c）であってもよい。

【 0 0 1 8 】

また、誘電体15の中心から $R/4$  ( $R$ は誘電体15の半径)の領域を中央部領域、中央部領域の外側を端部領域と定義すると、凹溝16は、誘電体15の端部領域に配置される。つまり、凹溝16の内径は、 $R/4$ より大きい。

【 0 0 1 9 】

なお、この実施形態においては、誘電体15の直径を458mm、凹溝16の内径を190mm、凹溝16の外径を381mm、凹溝16の溝幅w(底壁の幅)を66mm、中央部領域における誘電体15の肉厚を30mm、凹溝16の底壁における誘電体15の肉厚を15mm、中央部領域の下面と内周側壁面16aとのなす角を45°、中央部領域の下面と外周側壁面16bとのなす角を60°としている。

【 0 0 2 0 】

ここで、凹溝 16 の溝幅 (底壁の幅) の理論値  $w_0$  は、光速を  $c$ 、マイクロ波の周波数を  $f$ 、誘電体を構成する材料の比誘電率を  $r$  とすると、式 (1) によって算出される。

【 0 0 2 1 】

【数1】

【 0 0 2 2 】

この実施形態においては、光速  $c = 2.99792458 \times 10^{11}$  (mm/s)、マイクロ波の周波数  $f = 2.45 \times 10^9$  (Hz)、誘電体15を構成する石英の比誘電率  $\epsilon_r = 3.8$  であるので、 $W_0 = 63\text{mm}$ となる。

[ 0 0 2 3 ]

さらに、現実の溝幅  $w$  には理論値  $w_0$  の  $\pm 50\%$  のマージンが許容されるので、式(2)を満たす範囲内、この実施形態においては、 $33\text{mm} \leq w \leq 93\text{mm}$  の範囲内で溝幅  $w$  を設定することができる。

【 0 0 2 4 】

【数2】

【 0 0 2 5 】

なお、上記の実施形態においては、誘電体15を構成する材料として石英を採用した例を示したが、これに限ることなく、例えば、AlN等のセラミックス（比誘電率9.5～9.6）を採用してもよい。この場合、凹溝16の溝幅wは、20mm w 60mmとなる。

【 0 0 2 6 】

マイクロ波供給装置 18 は、誘電体 15 の下面にプラズマを発生させるために、誘電体 15 にマイクロ波を供給する装置であって、所定の周波数  $f$  のマイクロ波を発生させるマイクロ波発生源 19、負荷整合器 20、同軸導波管 21、遅波板 22、遅波板 22 を覆うアンテナカバー 23、およびスロットアンテナ 24 で構成されている。

【 0 0 2 7 】

同軸導波管21は、内側導体21aと、内側導体21aを覆う外管21bとで構成されている。内側導体21aは、その一方側端部が負荷整合器20を介してマイクロ波発生源19に、他方側端部がスロットアンテナ24に接続されており、マイクロ波発生源19で発生したマイクロ波をスロットアンテナ24に供給する。また、内側導体21aの他方側端部(スロットアンテナ24側)の形状は、スロットアンテナ24に向かって広がる円錐形状であって、スロットアンテナ24に対して効率よくマイクロ波を伝播することができる。

【 0 0 2 8 】

スロットアンテナ24は、導電性を有する材質、例えばAg, Au等がメッキされた銅の薄い円板であり、誘電体15の上面に配置される。また、スロットアンテナ24には、厚み方向に貫通する長孔形状の複数のスロット25が設けられている。マイクロ波発生源19で発生したマイクロ波は、このスロット25を通って誘電体15に放射される。

【 0 0 2 9 】

図3を参照して、誘電体15とスロットアンテナ24とを重ね合わせると、スロット25の少なくとも一部は、傾斜面である内周側壁面16aおよび外周側壁面16bの鉛直上方に位置している。この実施形態におけるスロット25は、中央部領域の鉛直上方に位置する第1のスロット群25aと、内周側壁面16aの鉛直上方に位置する第2のスロット群25bと、凹溝16の底壁の鉛直上方に位置する第3のスロット群25cと、外周側壁面16bの鉛直上方に位置する第4のスロット群25dとに区分される。

〔 0 0 3 0 〕

また、スロット25は、スロットアンテナ24の中心と各スロット25とを結んだ直線に対して一方方向（時計回り方向）に同一角度<sub>1</sub>だけ傾いたスロット（第1および第3のスロット群25a, 25c）と、他方方向（反時計回り方向）に同一角度<sub>2</sub>だけ傾いているスロット（第2および第4のスロット群25b, 25d）とが径方向に交互に配置されている（このような配置形態を「ラジアルラインスロット」という）。

〔 0 0 3 1 〕

排気装置 26 は、処理空間 S 内の処理ガスを外部に排出するための装置であって、処理容器 12 に接続される排気管 27 と、排気管 27 を介して処理空間 S 内から処理ガスを排出する真空ポンプ 28 とで構成される。

【 0 0 3 2 】

次に、上記構成のプラズマ処理装置 11 の動作を説明する。

【 0 0 3 3 】

まず、サセプタ13上に半導体ウェハWを載置する。プラズマ処理中は、サセプタ13によって半導体ウェハWの表面温度が管理されると共に、交流電源13aから半導体ウェハWにバイアス高周波が印加される。

## 【0034】

次に、ガス導入部14から処理ガスが処理空間S内に供給されると共に、余分な処理ガスを排気装置26によって排出する。これらによって、処理空間S内を所定の圧力にすることができる。

## 【0035】

そして、マイクロ波発生源19でマイクロ波を発生させて、負荷整合器20、同軸導波管21、遅波板22、およびスロットアンテナ24を介して誘電体15にマイクロ波を供給すると、誘電体15の下面に電界が発生する。これにより、処理空間S内の処理ガスが電離してプラズマ化され、処理ガスの種類等を選択することで、半導体ウェハWに対して所定のプラズマ処理、例えばエッチング処理、アッシング処理、成膜処理等の各種のプラズマ処理を実施できる。10

## 【0036】

次に、図4～図11を参照して、凹溝16の溝幅wを変更した場合の電界強度の変化について説明する。図4は、図2に示す実施形態、つまり溝幅w=66mmとした場合の電界強度を示す図である。図5～図11は、溝幅を71mm(図5)、61mm(図6)、56mm(図7)、51mm(図8)、46mm(図9)、41mm(図10)、36mm(図11)とした場合の電界強度を示す図である。なお、図4～図11は、電界強度が強い程明るく(色が薄く)、弱い程暗く(色が濃く)なっている。

## 【0037】

図4～図11を参照して、全ての誘電体15で所定値以上の電界強度が確認された。また、溝幅66mm(図4)の誘電体15の電界強度が最も高く、凹溝16の溝幅が大きく、または小さくなるにつれて電界強度が低くなっていることが確認された。20

## 【0038】

つまり、数式(2)の範囲内、この実施形態では33mm w 93mmの範囲内で溝幅wを規定することにより、凹溝16の幅方向でマイクロ波が共鳴して、誘電体15の下面の電界強度を増加させる。その結果、処理に必要なプラズマ着火性を確保することができる。

## 【0039】

特に、溝幅66mm(図4)、溝幅71mm(図5)、および溝幅61mm(図6)の誘電体15においては、所定の間隔を空けて電界強度が特に高い部分が存在することが確認された。すなわち、溝幅66mmの誘電体15を基準として±5mm(±7.5%)の範囲内で溝幅wを規定することにより、処理空間S内を低圧(例えば、50mT以下)とした場合でもプラズマ処理装置11のプラズマ着火性が大幅に向上する。30

## 【0040】

一方、溝幅56mm以下の誘電体15においては、凹溝16の位置でも電界強度があまり高くならなかった。これらの誘電体15を使用する場合、処理空間S内を高圧(例えば、100mT以上)とすれば十分にプラズマが着火すると考えられるが、低圧環境下ではプラズマ着火性が低下すると考えられる。

## 【0041】

また、マイクロ波を共鳴させるという観点からは、溝幅wを71mmより大きくすることも可能であるが、溝幅wの上限値は、誘電体15の直径によっても制限される。つまり、誘電体15の直径に対して溝幅wが大きくなりすぎると、誘電体15の強度が低下する等の問題を生じるおそれがある。40

## 【0042】

なお、全ての場合(図4～図11)において、凹溝16の位置で電界強度が高く、凹溝16から遠ざかるにつれて電界強度が低くなっていることが確認された。つまり、凹溝16位置によってプラズマの着火開始点を制御することができる。具体的には、凹溝16を誘電体15の中央部領域に配置すれば、中央部領域を起点としてプラズマが着火する(センタファースト)。一方、凹部16を誘電体15の端部領域に配置すれば、端部領域を起点としてプラズマが着火する(エッジファースト)。50

## 【0043】

次に、図2および図12～図22を参照して、凹溝16の位置や大きさを変更した場合のプラズマの均一性の変化について説明する。なお、図2および図12～図14は誘電体の形状を示す図（比較例1～3）、図15～図18は各誘電体を使用した場合の電子数Neの分布を示す図、図19～図22は各誘電体を使用した場合のエッチングレート（E/R）の分布を示す図である。

## 【0044】

まず、実施例1は、図2に示す誘電体15である。比較例1としての誘電体31（図12）は、中央部領域に位置する内周溝31aと、端部領域に位置する外周溝31bとを有する。比較例2としての誘電体32（図13）は、凹溝16より溝幅の狭い凹溝32aが外側に偏って（外径が凹溝16と一致）設けられている。比較例3としての誘電体33（図14）は、凹溝16より溝幅の狭い凹溝33aが内側に偏って（内径が凹溝16と一致）設けられている。

## 【0045】

なお、比較例1における内周溝は、この発明における溝の対象ではない。

## 【0046】

図15～図18を参照して、全ての誘電体において電子数Neは、中央部領域で多く、端部領域に向かって少なくなる傾向がある。特に、比較例1では、中央部領域と端部領域とで電子数Neの差が大きいことが確認された（図16）。したがって、凹溝は、誘電体の中央部領域ではなく端部領域にのみ設けるのが望ましい。

20

## 【0047】

また、比較例3では、凹溝33aの内側（±100mm）では電子数Neが均一であるが、その外側では急激に電子数Neが減少することが確認された（図18）。一方、実施例1および比較例2では、凹溝16, 32aの外径位置（±190mm）まで電子数Neが均一であった。したがって、凹溝は、誘電体のより外側に配置するのが望ましい。

## 【0048】

さらに、中央部領域の電子数Neは、実施例1が最も多くなることが確認された（図15）。具体的には、比較例2の中央部領域の電子数Neは実施例1の60%程度（図15, 17）、比較例3の中央部領域の電子数Neは実施例1の70%程度であった（図15, 18）。したがって、凹溝の溝幅は、ある程度以上大きい（図4～図11によれば61mm以上）のが望ましい。

30

## 【0049】

次に、図19～図22を参照して、E/Rは、実施例1が最も均一（図19）であり、比較例1が最も不均一（図20）であることが確認された。また、凹溝を中央部領域よりに配置（比較例1, 3）すると中央部領域のE/Rが端部領域より高くなり（図20, 22）、凹溝を端部領域よりに配置（比較例2）すると端部領域のE/Rが中央部領域より高くなる（図21）傾向が確認された。

## 【0050】

次に、図3、図23、図24、表1、および表2を参照して、スロット25と傾斜面16a, 16bとの位置関係に対するプラズマ着火性の変化を説明する。なお、図23は比較例4としての誘電体34を示す図、図24は誘電体34とスロットアンテナ24とを重ね合わせた平面図、表1および表2はマイクロ波の出力および処理空間S内の圧力を変更した場合のプラズマ着火性を示す表である。

40

## 【0051】

図23を参照して、比較例4としての誘電体34は、下面の中央部領域34aの肉厚が相対的に薄く、端部領域34bの肉厚が相対的に厚くなっている。また、中央部領域34aと端部領域34bとの間には、肉厚が連続的に変化する傾斜部34cが設けられている。次に、図24を参照して、全てのスロット25は、傾斜部34cの内側、すなわち平坦な中央部領域34aに配置されている。

## 【0052】

50

表1は、マイクロ波の出力(500W、1000W、1500W、2000W、2200W、3000W)と、処理空間S内の圧力(5mT、20mT、30mT、50mT、100mT)との組合せによる実施例1(図2,3)のプラズマ着火性を確認した結果である。表2は、上記と同様の実験を比較例4(図23,24)について行った結果である。なお、表中の○印は着火性が良好であることを、△印は着火するものの安定しないことを、×印は着火しないことを、-印は当該条件で試験を行っていないことを示す。

#### 【0053】

実施例1では、マイクロ波の出力および処理空間S内の圧力の全ての組合せでプラズマ着火性が良好であることが確認された(表1)。一方、比較例4では、マイクロ波の出力が大きく、かつ処理空間S内の圧力が高くなるにつれてプラズマ着火性が改善するもの、全体としてプラズマ着火性が低いことが確認された(表2)。

10

#### 【0054】

したがって、プラズマ着火性の観点からは、傾斜面、つまり内周側壁面16aおよび外周側壁面の鉛直上方にスロット25を設けるのが望ましい。傾斜面のいずれかの位置でマイクロ波の波長と誘電板の厚み寸法とが合致すれば、誘電体の下面の電界強度が増加する。その結果、プラズマ着火性および着火安定性が向上する。これは、マイクロ波の出力が小さく、かつ処理空間S内の圧力が低い場合に特に有利な効果を奏する。

#### 【0055】

##### 【表1】

|       | 5mT | 20mT | 30mT | 50mT | 100mT |
|-------|-----|------|------|------|-------|
| 500W  | -   | ○    | -    | -    | -     |
| 1000W | -   | ○    | -    | -    | -     |
| 1500W | -   | -    | ○    | -    | -     |
| 2000W | ○   | ○    | -    | ○    | ○     |
| 2200W | ○   | -    | ○    | ○    | ○     |
| 3000W | -   | -    | ○    | -    | -     |

20

#### 【0056】

##### 【表2】

|       | 5mT | 20mT | 30mT | 50mT | 100mT |
|-------|-----|------|------|------|-------|
| 500W  | -   | ×    | -    | -    | -     |
| 1000W | -   | ×    | -    | -    | -     |
| 1500W | -   | -    | ×    | -    | -     |
| 2000W | ×   | ×    | -    | △    | ○     |
| 2200W | ×   | -    | ×    | △    | ○     |
| 3000W | -   | -    | △    | -    | -     |

30

#### 【0057】

次に、図3、および図25～図27を参照して、スロット25の配置とE/Rとの関係について説明する。なお、図25は比較例5としてのスロットアンテナ35と誘電体15とを重ね合わせた平面図、図26および図27は実施例1および比較例5のE/Rの分布を示す図である。

40

#### 【0058】

まず、図25を参照して、比較例5としてのスロットアンテナ35は、図3に示す第1のスロット群25aと、第3のスロット群25cとを省略している。つまり、スロットアンテナ35に設けられた全てのスロット36は、傾斜面、すなわち内周側壁面16aおよび外周側壁面16bのいずれかの鉛直上方に位置する。また、全てのスロット36は、スロットアンテナ35の中心と各スロット36とを結んだ直線に対して同一方向に同一角度

50

だけ傾いている（このような配置形態を「パラレルスロット」という）。

【0059】

図26および図27を参照して、E/Rは、比較例5のほうが僅かに均一であることが確認された。したがって、E/Rの均一性の観点からは、スロットを傾斜面の鉛直上方にのみ設けるのが望ましい。

【0060】

以上、図面を参照してこの発明の実施形態を説明したが、この発明は、図示した実施形態のものに限定されない。図示した実施形態に対して、この発明と同一の範囲内において、あるいは均等の範囲内において、種々の修正や変形を加えることが可能である。

【産業上の利用可能性】

10

【0061】

この発明は、プラズマ処理装置に有利に利用される。

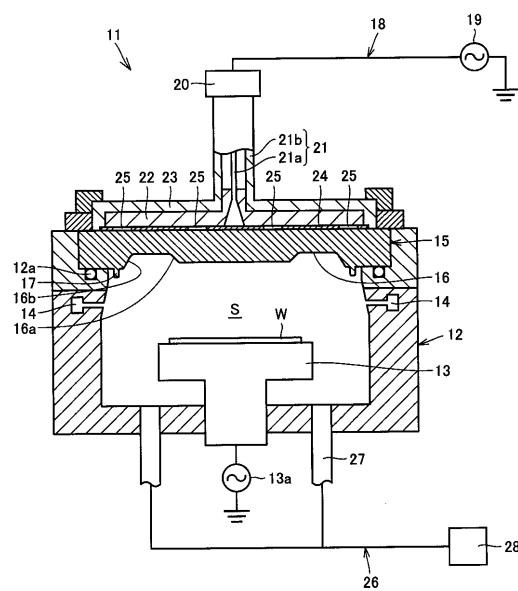
【符号の説明】

【0062】

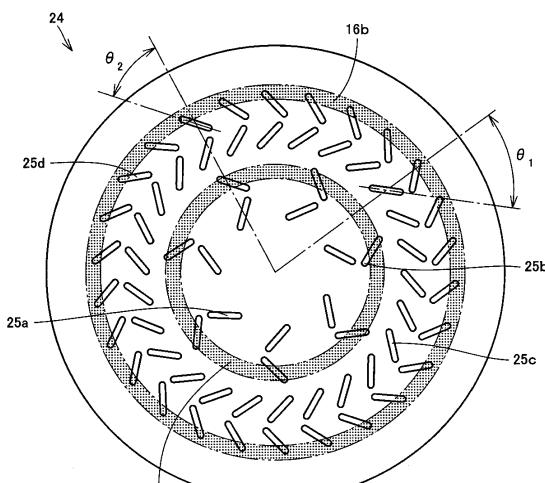
11 プラズマ処理装置、12 処理容器、12a シール材、13 サセプタ、13a 交流電源、14 ガス導入部、15, 31, 32, 33, 34 誘電体、16, 31a, 31b, 32a, 33a 凹溝、16a, 16b 側壁面、17 スカート、18 マイクロ波供給装置、19 マイクロ波発生源、20 負荷整合器、21 同軸導波管、21a 内側導体、21b 外管、22 遅波板、23 アンテナカバー、24, 35 スロットアンテナ、25, 36 スロット、25a, 25b, 25c, 25d スロット群、26 排気装置、27 排気管、28 真空ポンプ、34a 中央部領域、34b 端部領域、34c 傾斜部。

20

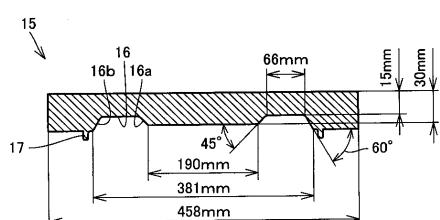
【図1】



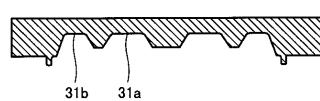
【図3】



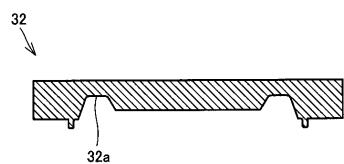
【図2】



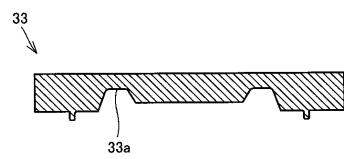
【図12】



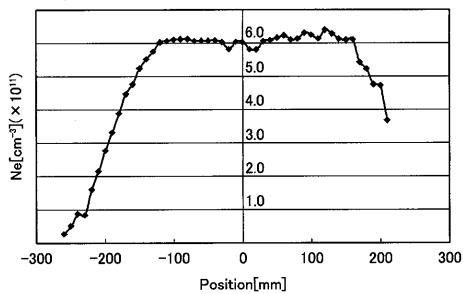
【図13】



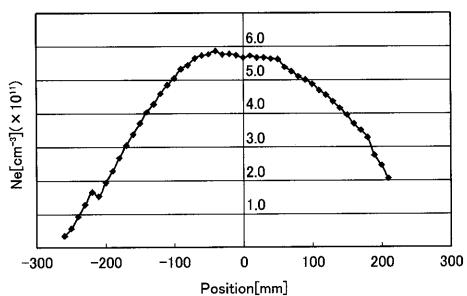
【図14】



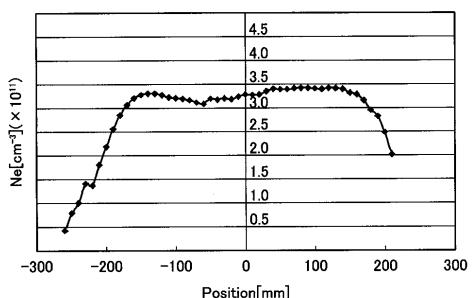
【図15】



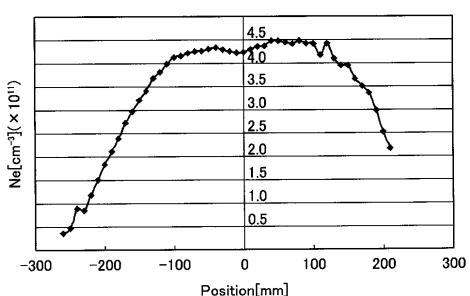
【図16】



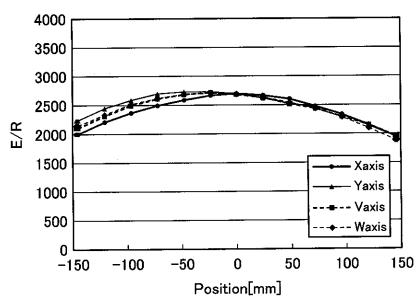
【図17】



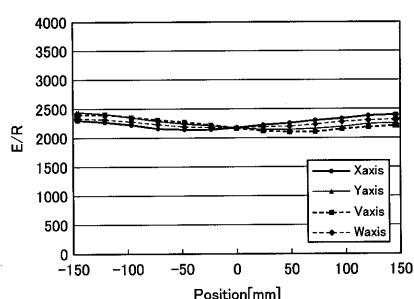
【図18】



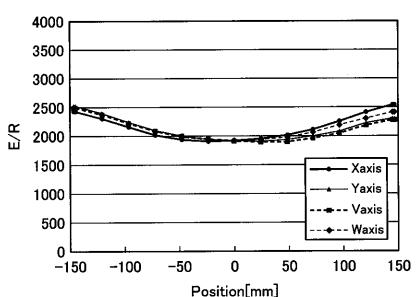
【図20】



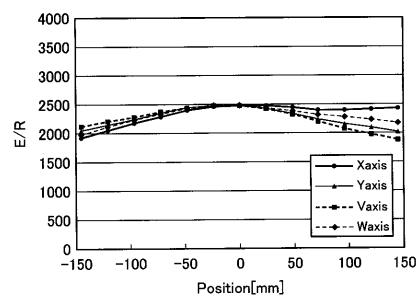
【図19】



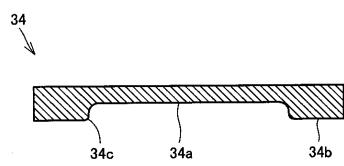
【図21】



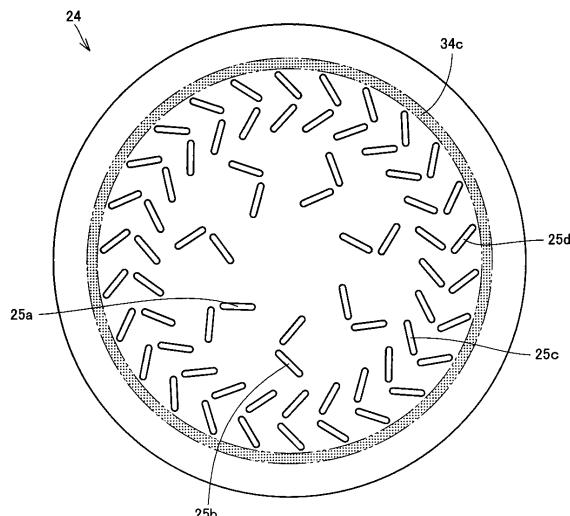
【図22】



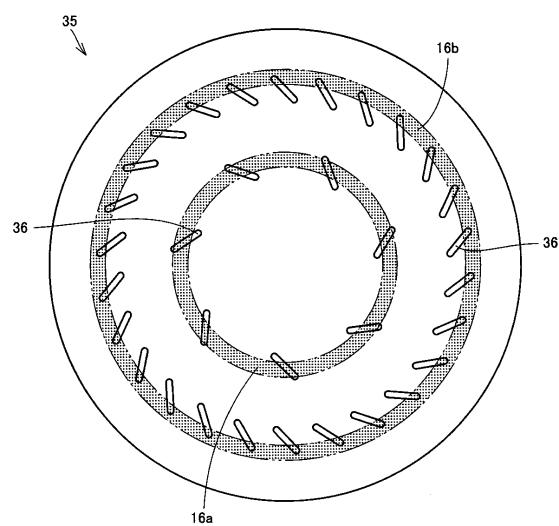
【図23】



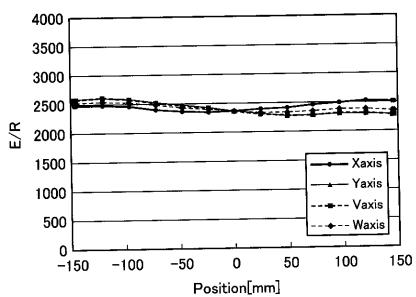
【図24】



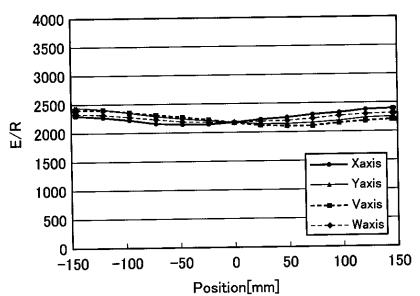
【図25】



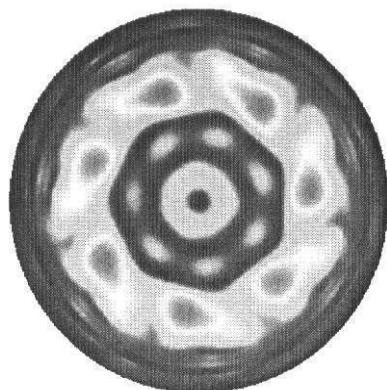
【図27】



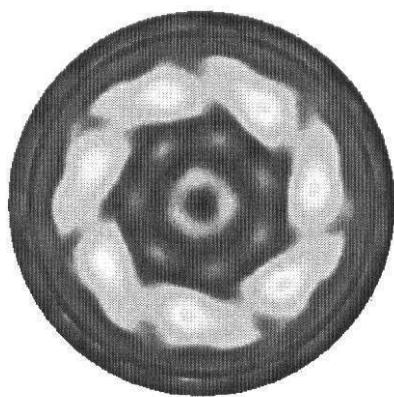
【図26】



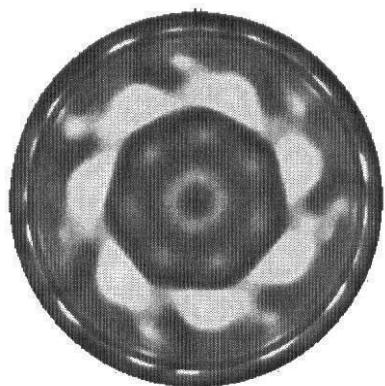
【図4】



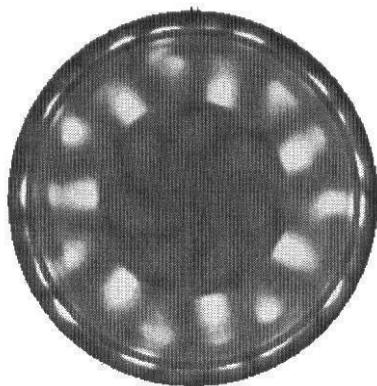
【図5】



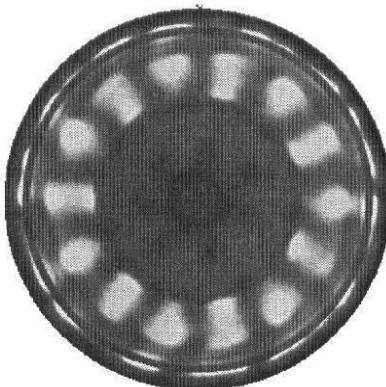
【図6】



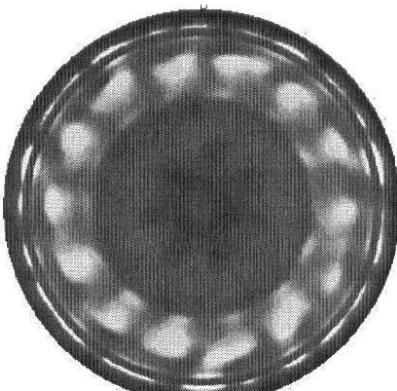
【図7】



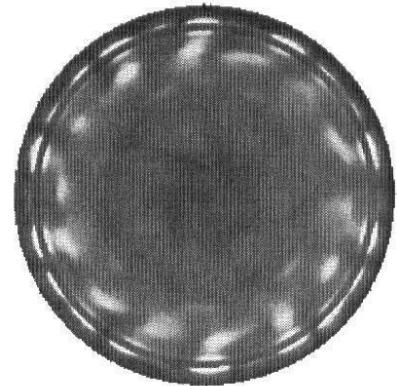
【図8】



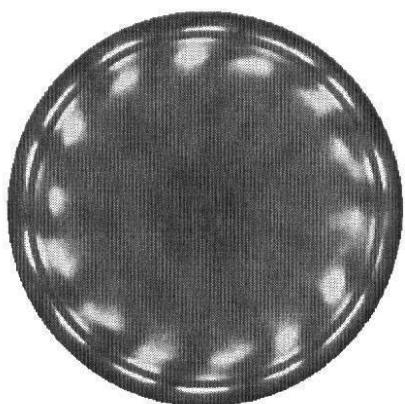
【図9】



【図10】



【図 1 1】



---

フロントページの続き

(72)発明者 加藤 和行

東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂Bizタワー 東京エレクトロン株式会社内

(72)発明者 四方 政史

東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂Bizタワー 東京エレクトロン株式会社内

(72)発明者 高橋 慎伍

東京都港区赤坂五丁目3番1号 赤坂Bizタワー 東京エレクトロン株式会社内

審査官 林 靖

(56)参考文献 特開2005-100931(JP, A)

特開2004-014262(JP, A)

特開2002-299240(JP, A)

特開2004-200307(JP, A)

特開2005-123406(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05H 1/00-1/54

C23C 14/00-14/58

C23C 16/00-16/56

H01L 21/302

H01L 21/304

H01L 21/461

H01L 21/3065

H01L 21/205

H01L 21/31

H01L 21/365

H01L 21/469

H01L 21/86