

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 7 部門第 2 区分

【発行日】平成 25 年 5 月 23 日 (2013.5.23)

【公開番号】特開 2011-228475 (P2011-228475A)

【公開日】平成 23 年 11 月 10 日 (2011.11.10)

【年通号数】公開・登録公報 2011-045

【出願番号】特願 2010-96869 (P2010-96869)

【国際特許分類】

H 0 1 L 21/3065 (2006.01)

H 0 5 H 1/46 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 21/302 1 0 1 D

H 0 5 H 1/46 B

【手続補正書】

【提出日】平成 25 年 4 月 16 日 (2013.4.16)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 4 2

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 4 2】

本発明は、稠密スロット透過型電極体を採用することにより、上記課題を解決するものである。本発明の代表的な構成になるプラズマ処理装置は、処理室と、上記処理室内に処理ガスを導入する手段と、上記処理室内の少なくとも一部の領域に放電を発生させる手段と、試料を保持する試料保持手段とを少なくとも構成要素の一部とし、上記処理室内に試料を導入してプラズマ処理を行うプラズマ処理装置であって、

上記放電を発生させる手段の少なくとも一部として、放電用電界を上記処理室内に導入する手段と、上記放電用電界の少なくとも一部を、上記放電領域に導入する透過型電極体とを備え、上記透過型電極体の構成要素の少なくとも一部として透過型電極層を有し、上記透過型電極層は、電気的伝導性を有する材料である電気的導体あるいは電気的半導体で構成され、上記試料保持手段の試料載置面と、上記透過型電極体もしくは上記透過型電極層とが対向配置され、上記透過型電極層は電界透過領域を有し、上記電界透過領域には、細長形状を有した透過型電極層欠落領域からなるスロット開口領域が、複数個形成されており、

上記スロット開口領域は、上記透過型電極層において透過型電極層を構成する電気的伝導性を有する材料が欠落している領域であり、上記スロット開口領域の長辺に平行な方向を長辺方向とし、長辺方向と直角な方向を幅方向とし、スロット開口領域の長辺方向に沿った長さをスロット開口長 L_{ss} とし、スロット開口領域の幅方向に沿った長さをスロット開口幅 W_{ss} とし、かつ、 $A_s = L_{ss}/W_{ss}$ をスロット開口領域アスペクト比としたとき、上記スロット開口幅 W_{ss} が 0.1 mm ~ 10 mm、上記アスペクト比 A_s が 10 以上の上記スロット開口領域が、少なくとも 1 つ以上存在し、

上記スロット開口領域の長辺方向と概略平行な軸で当該スロット開口領域を概略等分する軸を短辺中心軸としたとき、互いに隣り合う上記短辺中心軸間の距離をスロット周期幅 W_{sp} とし、スロット周期幅 W_{sp} が 10 mm 以下となる、上記スロット開口領域の対が少なくとも 1 つ以上存在し、

上記電界透過領域の面積を S_{tt} とし、上記電界透過領域内に存在するスロット開口領域の面積の総和を S_{ss} とし、 $R_{st} = S_{ss}/S_{tt}$ をスロット開口率としたとき、上記スロット開口率 R_{st} が 0.01 以上であり、

h_d を放電領域高さの平均値とし、 a を許容アスペクト比、 d_s を試料の直径または等価直径、 Δh_d を放電領域高さの変動値、 b を許容変動比としたとき、 h_d 、 Δh_d が次式(A3 - 1)、(A3 - 2)の関係を満たす

$$\frac{h_d}{\Delta h_d} = \frac{ad_s}{bh_d} \quad \begin{matrix} \text{(A3 - 1)} \\ \text{(A3 - 2)} \end{matrix}$$

ことを特徴とする。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0106

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0106】

また、これまでに課題(A)～(D)の解決に関連して述べたごとく、下記の特性を実現する必要がある。すなわち、RF電流あるいはイオンプラズマ振動電磁波の電流が、透過型電極層312の非スロット開口領域3123を通して、透過型電極層の外部へあるいは透過型電極層の内部を流れる必要がある。このためには、非スロット開口領域3123が連結の構造になっている必要がある。ここで、「領域Aが連結の構造である」とは、「領域A内の任意の2点を領域A内の連続曲線で結ぶことができる」という意味である。事実、図3で示した透過型電極層の実施例において、非スロット開口領域3123が連結になっている。このことは、以降に説明する透過型電極層の他の実施例においても同様である。

【手続補正3】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

処理室と、

上記処理室内に処理ガスを導入する手段と、

上記処理室内の少なくとも一部の領域に放電を発生させる手段と、

試料を保持する試料保持手段とを少なくとも構成要素の一部とし、

上記処理室内に試料を導入してプラズマ処理を行うプラズマ処理装置であって、

上記放電が発生する領域を放電領域とし、

上記放電を発生させる手段の少なくとも一部として放電用電界を上記処理室内に導入する手段を有し、

上記放電用電界の少なくとも一部を上記放電領域に導入する透過型電極体を有し、

上記透過型電極体の構成要素の少なくとも一部として透過型電極層を有し、

上記透過型電極層は電氣的伝導性を有する材料である電氣的導体あるいは電氣的半導体で構成され、

上記透過型電極層は電界透過領域を有し、

上記電界透過領域には、細長形状を有した透過型電極層欠落領域からなるスロット開口領域が、複数個形成されており、

上記スロット開口領域は、上記透過型電極層において透過型電極層を構成する電氣的伝導性を有する材料が欠落している領域であり、

上記スロット開口領域の長辺に平行な方向を長辺方向とし、長辺方向と直角な方向を幅方向とし、スロット開口領域の長辺方向に沿った長さをスロット開口長 L_{ss} とし、スロット開口領域の幅方向に沿った長さをスロット開口幅 W_{ss} とし、かつ、

$As = L_{ss}/W_{ss}$ をスロット開口領域アスペクト比としたとき、

上記スロット開口幅 W_{ss} が0.1mm～10mm、上記スロット開口領域アスペクト比 As が10以上の上記スロット開口領域が、少なくとも1つ以上存在し、

上記スロット開口領域の長辺方向と概略平行な軸で当該スロット開口領域を概略等分する軸を短辺中心軸としたとき、

互いに隣り合う上記短辺中心軸間の距離をスロット周期幅 W_{sp} とし、スロット周期幅 W_{sp} が10mm以下となる、上記スロット開口領域の対が少なくとも1つ以上存在し、

上記電界透過領域の面積を Stt とし、上記電界透過領域内に存在するスロット開口領域の面積の総和を Sss とし、 $Rst = Sss/Stt$ をスロット開口率としたとき、上記スロット開口率 Rst が0.01以上であることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】

請求項1に記載のプラズマ処理装置において、

上記スロット開口領域の少なくとも一部の領域内に、電気的絶縁体あるいは電気的半導体が充填されていることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項3】

請求項1に記載のプラズマ処理装置において、

上記試料保持手段の試料載置面と、上記透過型電極体もしくは上記透過型電極層とが対向配置され、

hd を放電領域高さの平均値とし、 a を許容アスペクト比、 ds を試料の直径または等価直径、 Δhd を放電領域高さの変動値、 b を許容変動比としたとき、 hd 、 Δhd が次式(A3-1)、(A3-2)の関係を満たし

$$\frac{hd}{\Delta hd} \leq \frac{ads}{bhd} \quad (A3-1)$$

$$\frac{\Delta hd}{hd} \leq b \quad (A3-2)$$

前記許容アスペクト比 $a = 1$ 、前記許容変動比 $b = 1/2$ である

ことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項4】

請求項1に記載のプラズマ処理装置において、

上記スロット開口幅 W_{ss} が0.1mm～2mmである上記スロット開口領域が少なくとも1つ以上存在する

ことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項5】

請求項1に記載のプラズマ処理装置において、

上記スロット開口長 L_{ss} が次式(A6-1)の関係を満たし

$$L_{ss} \leq \frac{Apf_s \lambda_{pf}}{2} \quad (A6-1)$$

ただし、 λ_{pf} は上記放電用電界が真空中を伝播するときの波長であり、

$Apf_s = 0.7$ であるスロット開口領域が少なくとも1つ以上存在する

ことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項6】

請求項1～5のいずれかに記載のプラズマ処理装置において、

上記透過型電極体が円形導波管内に設置されており、

局所的に定義される上記スロット開口領域の幅方向が当該場所における上記円形導波管のTE₁₁モードの電界方向と平行になるように上記スロット開口領域が形成されていることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項7】

請求項1～5のいずれかに記載のプラズマ処理装置において、

上記透過型電極体が円形導波管内に設置されており、

上記円形導波管に間接あるいは直接に結合している結合矩形導波管を備えており、

上記放電用電界は、上記結合矩形導波管および上記円形導波管を順次伝播して上記透過型電極体に入射するように構成されており、

上記スロット開口領域の幅方向、あるいは上記透過型電極層における上記スロット開口領域の平均的な幅方向、あるいは上記透過型電極層の中心付近における上記スロット開口領域の局所的な幅方向が、上記結合矩形導波管の軸方向と平行になるように、上記透過型

電極体が設置されている

ことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 8】

請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載のプラズマ処理装置において、

上記透過型電極層において、上記スロット開口領域以外の領域である非スロット開口領域の少なくとも一部に、単一あるいは複数の透過型電極層欠落領域が形成されており、

上記非スロット開口領域の透過型電極層欠落領域である第 2 開口領域第 2 開口領域は、上記透過型電極層において透過型電極層を構成する電氣的伝導性を有する材料が欠落している任意の形状の領域である

ことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 9】

請求項 8 に記載のプラズマ処理装置において、

上記処理ガスの少なくとも一部が、上記第 2 開口領域を通して上記処理室内に導入される

ことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 10】

請求項 1 に記載のプラズマ処理装置において、

上記透過型電極層の厚さが $0.01\text{ mm} \sim 1\text{ mm}$ である

ことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 11】

請求項 1 に記載のプラズマ処理装置において、

上記プラズマ処理を行う試料が酸化膜を有するものであり、

放電領域高さの平均値 h_d が $10\text{ mm} \sim 20\text{ mm}$ である

ことを特徴とするプラズマ処理装置。