

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2011-181599

(P2011-181599A)

(43) 公開日 平成23年9月15日(2011.9.15)

(51) Int.Cl.

H01L 21/31 (2006.01)  
 H01L 21/312 (2006.01)  
 C23C 16/507 (2006.01)

F 1

H01L 21/31  
 H01L 21/312  
 C23C 16/507

C

A

テーマコード(参考)

4K030  
 5F045  
 5F058

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号  
 (22) 出願日

特願2010-42554 (P2010-42554)  
 平成22年2月26日 (2010.2.26)

(71) 出願人 000006208  
 三菱重工業株式会社  
 東京都港区港南二丁目16番5号  
 (71) 出願人 000004628  
 株式会社日本触媒  
 大阪府大阪市中央区高麗橋4丁目1番1号  
 (74) 代理人 100078499  
 弁理士 光石 俊郎  
 (74) 代理人 230111796  
 弁理士 光石 忠敬  
 (74) 代理人 100102945  
 弁理士 田中 康幸  
 (74) 代理人 100120673  
 弁理士 松元 洋

最終頁に続く

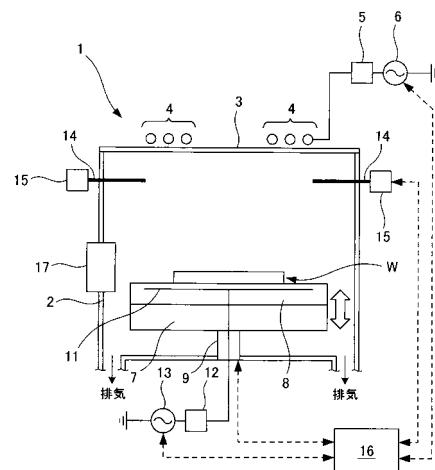
(54) 【発明の名称】 プラズマ成膜装置及び方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】膜厚の均一性を向上させることができるプラズマ成膜装置及び方法を提供する。

【解決手段】原料ガスをプラズマ状態にし、プラズマ状態の原料ガス同士を反応させて、基板W上に成膜を行う際、基板にバイアスを印加するプラズマ成膜装置1において、基板Wにバイアスを印加する電極11の半径R2を、基板の半径R1より大きくした。

【選択図】図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

原料ガスをプラズマ状態にし、プラズマ状態の前記原料ガス同士を反応させて、基板上に成膜を行う際、前記基板にバイアスを印加するプラズマ成膜装置において、

前記基板にバイアスを印加する電極の大きさを、前記基板より大きくしたことを特徴とするプラズマ成膜装置。

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載のプラズマ成膜装置において、

前記基板の半径を  $R_1$  、前記電極の大きさを  $R_2$  とするとき、

(  $R_2 - R_1$  ) を少なくとも 1 mm 以上とすることを特徴とするプラズマ成膜装置。 10

**【請求項 3】**

原料ガスをプラズマ状態にし、プラズマ状態の前記原料ガス同士を反応させて、基板上に成膜を行う際、前記基板にバイアスを印加するプラズマ成膜方法において、

前記基板の大きさより大きい電極を用いて、前記基板にバイアスを印加することを特徴とするプラズマ成膜方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、原料ガスをプラズマ状態にして、基板上に成膜を行うプラズマ成膜装置及び方法に関する。 20

**【背景技術】****【0002】**

プラズマ成膜装置、例えば、プラズマ CVD (Chemical Vapor Deposition) 装置は、原料ガスをプラズマ状態にし、プラズマ状態の原料ガス同士を反応させて、基板上に成膜を行っている。成膜の際には、成膜した膜質を向上させる目的等の理由から、基板にバイアスを印加することが多い。

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0003】**

【特許文献 1】特開平 5 - 82629 号公報

【発明の概要】

**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

基板にバイアスを印加して成膜を行う場合、基板外周部分の膜厚が高くなってしまい、所望の膜厚均一性を得ることができない場合があった。特に、絶縁系膜、例えば、窒化珪素膜、ポラジン膜等において、基板外周部分の膜厚が高くなる傾向があった。例えば、従来のプラズマ CVD 装置で成膜したポラジン膜の半径方向 ( X 軸位置 ) の膜厚を、バイアス ( LF ) の印加電圧を変えて、測定した結果を、図 5 に示す。図 5 からわかるように、LF : 0 W 、つまり、バイアス印加が 0 のときには、基板外周部分 ( 図 5 中の領域 A 参照 ) の膜厚が基板中心部分より若干低くなるのに対して、LF : 50 W 、 100 W 、 180 W のときには、つまり、バイアス印加があるときには、基板外周部分 ( 図 5 中の領域 A 参照 ) の膜厚が基板中心部分より高くなっている。所望の膜厚均一性を得ることができなかった。 40

**【0005】**

本発明は上記課題に鑑みなされたもので、膜厚の均一性を向上させることができるプラズマ成膜装置及び方法を提供することを目的とする。

**【課題を解決するための手段】****【0006】**

上記課題を解決する第 1 の発明に係るプラズマ成膜装置は、

原料ガスをプラズマ状態にし、プラズマ状態の前記原料ガス同士を反応させて、基板上

10

20

30

40

50

に成膜を行う際、前記基板にバイアスを印加するプラズマ成膜装置において、

前記基板にバイアスを印加する電極の大きさを、前記基板より大きくしたことを特徴とする。

【0007】

上記課題を解決する第2の発明に係るプラズマ成膜装置は、

上記第1の発明に記載のプラズマ成膜装置において、

前記基板の半径をR1、前記電極の大きさをR2とするとき、

(R2 - R1)を少なくとも1mm以上とすることを特徴とする。

【0008】

上記課題を解決する第3の発明に係るプラズマ成膜方法は、

原料ガスをプラズマ状態にし、プラズマ状態の前記原料ガス同士を反応させて、基板上に成膜を行う際、前記基板にバイアスを印加するプラズマ成膜方法において、

前記基板の大きさより大きい電極を用いて、前記基板にバイアスを印加することを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、基板にバイアスを印加する電極の大きさを基板の大きさより大きくしたので、基板外周部分の膜厚の増加を抑えることができ、膜厚の均一性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明に係るプラズマ処理装置の実施形態の一例を示す透視側面図である。

【図2】図1に示したプラズマ処理装置におけるバイアス印加用電極を示す概略構成図である。

【図3】基板外周部の膜厚の変化を、 $R = (R_2 - R_1)$ の条件を変えて測定したグラフである。

【図4】図3の結果に基づいて、基板外周部分の膜厚上昇率とRとの関係をグラフにしたものである。

【図5】従来のプラズマCVD装置で成膜したポラジン膜の半径方向(X軸位置)の膜厚を、バイアス(LF)の印加電圧を変えて、測定した結果を示すグラフである。

【図6】従来のバイアス印加用の電極の構成を示す概略構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明に係るプラズマ処理装置及び方法の実施形態について、図1～図4を用いて説明する。

【0012】

(実施例1)

図1は、本発明に係るプラズマ処理装置の実施形態の一例を示す透視側面図であり、図2は、図1に示したプラズマ処理装置におけるバイアス印加用電極を示す概略構成図である。

【0013】

最初に、本実施例のプラズマ処理装置について、図1を用いて説明をする。なお、図1では、一例として、ICP(Inductively Coupled Plasma)型のプラズマCVD装置1を示しているが、プラズマ発生機構を有するものであればよい。

【0014】

本実施例のプラズマCVD装置1は、円筒状の真空チャンバ2の内部が成膜室として構成されるものであり、真空チャンバ2の上部開口部には、セラミクス製の円板状の天井板3が、開口部を塞ぐように配設されている。

【0015】

又、天井板3の上部(直上)には、例えば、複数の円形リングからなる高周波アンテナ

10

20

30

40

50

4 が配置されており、高周波アンテナ 4 には整合器 5 を介して高周波電源 6 が接続されている。この高周波電源 6 は、後述する低周波電源 13 より高い発振周波数（例えば、13.56 MHz）を高周波アンテナ 4 に給電可能となっており、真空チャンバ 2 内でプラズマを生成する電磁波を、天井板 3 を透過して入射可能なものである。これは、所謂、ICP 型のプラズマ発生機構の構成である。ICP 型のプラズマ発生機構により、電子密度が高いプラズマが形成可能である。

【0016】

又、真空チャンバ 2 の下部には支持台 7 と、支持台 7 に取り付けられた静電チャック 8 が備えられており、この静電チャック 8 の上面に、Si（シリコン）等の半導体材料からなる円板状の基板 W が静電的に吸着保持されるようになっている。静電チャック 8 は、例えば、窒化アルミニウム（AlN）等のセラミクス材料を用いて、円板状に形成されている。又、支持台 7 は、昇降装置 9 により、その位置が上下に昇降可能となっており、成膜時に真空チャンバ 2 内に発生するプラズマと基板 W との距離を調整することができるようになっている。

10

【0017】

又、静電チャック 8 には、円板状の電極 11 が設けられており、電極 11 には整合器 12 を介して低周波電源 13 が接続されている。低周波電源 13 は、高周波電源 6 より低い発振周波数（例えば、4 MHz）を電極 11 に印加し、基板 W にバイアスを印加できるようになっている。なお、本実施例の電極 11 は円板状に形成されているが、例えば、基板 W にオリフラ（Orientation Flat）が有る場合には、その形状に相似するように形成すればよい。

20

【0018】

又、支持台 7 には、基板 W の温度を制御するヒータ、冷媒流路等の温度制御装置が設けられており、温度制御装置（図示省略）により、基板 W を所望の温度（例えば、150～700）に設定可能となっている。

【0019】

そして、基板 W は、真空チャンバ 2 の側壁に設けられたゲートドア 17 を開けて、静電チャック 8 上に搬送されるようになっており静電チャック 8 上に載置後、ゲートドア 17 を閉めて、真空チャンバ 2 内部で後述するプロセスが実施される。

30

【0020】

又、真空チャンバ 2 の側壁部分には、天井板 3 より低く、支持台 7 より高い位置に複数のガスノズル 14 が設けられており、ガス制御装置 15 により制御することにより、ガスノズル 14 から真空チャンバ 2 内部に所望の流量のガスを供給可能である。

【0021】

又、真空チャンバ 2 には、圧力制御装置（真空ポンプ、圧力制御弁、真空計等；図示省略）が設けられており、真空ポンプを用いて、底部側から真空チャンバ 2 内部を排気すると共に、真空計、圧力制御弁を用いて、真空チャンバ 2 内部を所望の圧力に調整している。

【0022】

そして、上記高周波電源 6、昇降装置 9、低周波電源 13、ガス制御装置 15、温度制御装置、圧力制御装置等は、主制御装置 16 により統合的に制御されており、予め設定した所望のプロセス工程、プロセス条件に従って制御されている。

40

【0023】

ここで、本実施例のプラズマ CVD 装置 1 における電極 11 の構成を、図 2 を参照して説明する。なお、比較のため、図 6 に従来のバイアス印加用の電極の構成を示す。

【0024】

従来のプラズマ CVD 装置では、図 6 に示すように、静電チャック 21 に設けたバイアス印加用の電極 22 の大きさを、基板 W より若干小さくしていた。例えば、基板 W の半径を R1、電極 22 の半径を R2 とすると、 $R2 = R1 - 1.0 \text{ mm}$  とすることにより、 $R1 > R2$  の関係となるようにしていた。

50

## 【0025】

これに対して、本実施例のプラズマCVD装置1では、図2に示すように、バイアス印加用の電極11の大きさを、基板Wより大きくしている。例えば、基板Wの半径をR1、電極11の半径をR2とすると、 $R1 < R2$ の関係となるようにしている。

## 【0026】

上記構成の電極11を用いた成膜結果について、図3、図4を用いて説明する。この図3は、基板外周部の膜厚の変化を、 $R = (R2 - R1)$ の条件を変えて測定したものであり、図4は、図3の結果に基づいて、基板外周部分の膜厚上昇率とRとの関係をグラフにしたものである。なお、図3、図4には、比較のため、従来の電極22を用いた成膜結果も併記している。又、プロセスの条件としては、基板Wの直径を300mm(半径R1=150mm)とし、薄膜として、LF=180Wで、ボラジン膜を成膜している。この条件は、従来の電極22を用いたときに、基板外周部の膜厚が高くなつたプロセスである。

10

## 【0027】

図3に示すグラフにおいて、 $R = -1\text{mm}$ は、従来の電極22を用いた成膜結果を示している。これからわかるように、 $R = -1\text{mm}$ の場合は、基板Wの外縁に近づくにつれて、成膜されたボラジン膜の膜厚がかなり厚くなつてゐる。これは、基板Wにバイアスを印加する場合、基板Wの外周部分の電界強度が強くなり、その結果、基板外周部分の成膜レートが高くなつたのが要因であると推測される。

20

## 【0028】

一方、本実施例の条件を満たす $R = +4\text{mm}$ の場合には、基板Wの外縁に近づくにつれて、成膜されたボラジン膜の膜厚が厚くなつてゐるといえ、その傾向はかなり改善されており、本実施例の条件を満たす $R = +9, +14, +19\text{mm}$ の場合には、その傾向が更に改善されている。これは、基板Wの大きさより、電極11の大きさが大きいため、基板Wにバイアスを印加する場合、基板Wの外縁より外側にある電極11の外周部分で電界強度が強くなるため、その結果、基板外周部分の成膜レートが従来の場合より抑制されるのが要因であると推測される。

20

## 【0029】

図3の結果に基づいて、基板中心から140mmの位置(基板エッジから10mmの位置)の膜厚をT1とし、基板中心から147mmの位置(基板エッジから3mmの位置)の膜厚をT2とし、条件毎に外周膜厚上昇率 $= (T2 - T1) / T1$ をグラフ化したものが図4である。一般的に、成膜された薄膜の均一性は、基板面内の最大値~最小値が6%以内であることが望ましいため、これを考慮すると、少なくとも、 $R = 1\text{mm}$ とすれば、所望の均一性を得ることができる。又、3%以内としたい場合には、少なくとも、 $R = 5\text{mm}$ とすればよい。そして、 $R = 9\text{mm}$ の場合には、外周膜厚上昇率が最も低くなるので、この場合に、均一性を最も向上させることができる。

30

## 【0030】

なお、ここでは、基板Wの直径が300mmの場合を示したが、基板Wの直径がより小さい(例えば、直径200mm、150mm等)場合には、その直径に合わせた大きさの静電チャックに交換しているため、 $R1 > R2$ の関係となつてしまい、やはり、基板外周部の膜厚が高くなる傾向が見られる。従って、基板Wの直径が300mmより小さい場合でも、 $R1 < R2$ の関係となるようにすれば、面内均一性を改善することができる。

40

## 【0031】

このように、バイアス印加用の電極の大きさを基板より大きくなるように構成することにより、基板上に成膜される薄膜の膜厚の均一性を向上させることができる。又、基板外周部分の膜厚の増加を抑えることは、この部分の膜ストレスを緩和することになり、その結果、薄膜が剥がれることを防止して、パーティクルの発生を抑制することにもなる。

## 【0032】

ここで、ボラジン膜の成膜プロセスについて、図1に示したプラズマCVD装置1を参照して説明を行う。なお、本発明は、ボラジン膜に限らず、窒化珪素膜等の他の絶縁系膜

50

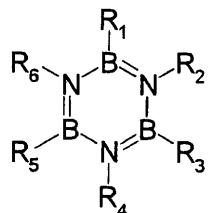
にも適用可能である。

【0033】

まず、ボラジン膜を成膜する際に用いる原料ガスについて説明する。ボラジン膜を成膜する場合には、供給される原料ガスとしては、以下の化学式1に示すアルキルボラジン化合物及びキャリアガスが使用される。

【0034】

【化1】



10

ここで、上記化学式1中の側鎖基R1～R6は、水素原子あるいは炭素数5以下のアルキル基であり、同一又は異なっていても良い。但し、R1～R6の全てが水素原子である場合を除く。中でも、R1、R3、R5の少なくとも1つが水素原子であるアルキルボラジン化合物が好ましい。

【0035】

上記アルキルボラジン化合物は、気化された後、不活性ガスをキャリアガスとして用いて、真空チャンバ2へ供給される。又、キャリアガスとしては、ヘリウム、アルゴン等の希ガスや窒素が一般に使用されるが、それらの混合ガスや、必要に応じて、水素、酸素、アンモニア、メタン等を添加した混合ガスを用いてもよい。なお、アルキルボラジン化合物は、好ましくは、常温常圧下で液体であるものがよいが、加熱等により気化（昇華）できれば、固体であってもよい。

20

【0036】

そして、プラズマCVD装置1において、上述した原料ガスを用い、以下の手順を実施することにより、ボラジン膜が成膜される。

【0037】

(ステップ1)

基板Wを、図示しない搬送装置を用いて、ゲートドア17から真空チャンバ2内に搬送し、静電チャック8上に載置すると共に吸着保持する。支持台7及び静電チャック8は、温度制御装置により、アルキルボラジン化合物が液化せず、かつ、ボラジン骨格系分子同士が縮合し始めない温度範囲である150～700のいずれかの温度に制御しておき、温度制御により基板Wの温度を所望の設定温度でプロセスできるようにしておく。又、基板Wの高さ位置は、天井板3から5cm～30cmの範囲のいずれかの位置に、昇降装置9により移動しておく。

30

【0038】

昇降装置9を用いて、天井板3から基板Wまでの距離を離すことにより、プラズマ密度の高いプラズマ発生領域との間に距離を取って、プラズマ発生領域からの電子が拡散して減少するプラズマ拡散領域に基板Wを配置している。従って、成膜の際には、プラズマによりアルキルボラジン化合物から解離されたアルキル基を、基板W表面へ輸送される前に、中性分子化することができる。中性分子化したアルキル基は、ボラジン骨格系分子と再び結合する確率は低く、そのまま排気されることになる。その結果、ボラジン骨格系分子同士が気相重合する際に、ボラジン膜中にアルキル基が取り込まれることが低減され、薄膜中の炭素量を低減することができ、気相重合されたボラジン骨格系分子を高分子量化して、特性のよい膜にすることができる。

40

【0039】

(ステップ2)

ガス制御装置15を用いて、真空チャンバ2内にガスノズル14からキャリアガス（例えば、Heガス）を供給し、真空チャンバ2内の真空度を真空制御装置により10～50

50

$m\text{Torr}$  程度に制御すると共に、整合器 5 を介して、高周波電源 6 から周波数 13.5 6 MHz の RF パワーを高周波アンテナ 4 に給電して、真空チャンバ 2 内に電磁波を入射し、供給したガスを電離させて、真空チャンバ 2 内にプラズマを生成する。高周波電源 6 が給電する RF パワーは、一連のプロセスが終了するまで、プラズマが安定して点火し、かつ、ボラジン骨格構造を壊すことなく、ボラジン骨格系分子の側鎖基を解離できる電力範囲である  $800\text{W/m}^2 \sim 5300\text{W/m}^2$  のいずれかの電力で制御される。なお、ガスノズル 14 から供給されるキャリアガスの流量は、一連のプロセスが終了するまで、適宜な流量に制御されるが、 $200\text{scm} \sim 1000\text{scm}$  程度がよい。

#### 【0040】

(ステップ 3)

10

プラズマの安定化後、整合器 12 を介して、低周波電源 13 から周波数 4 MHz の LF パワーを電極 11 に給電すると共に、真空チャンバ 2 内にガスノズル 14 から気化した化学式 1 に示したアルキルボラジン化合物を所定量まで漸増しながら供給して、真空チャンバ 2 内の真空中度を  $10 \sim 50\text{mTorr}$  程度に制御する。このとき、低周波電源 13 が給電する LF パワー（バイアスパワー）は、成膜プロセスにおいては、 $14500\text{W/m}^2$  以下の電力で制御される。LF パワーを印加すると、ボラジン骨格系分子同士の気相重合が促進されるため、その機械的強度が向上するだけではなく、耐水性・耐熱性・耐薬品性も改善されるという利点がある。

#### 【0041】

なお、アルキルボラジン化合物と共に、アンモニア及び炭素数 1 ~ 3 のアルキル基を含むアミン化合物（例えば、 $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ ）からなる群から選ばれる少なくとも 1 種も供給するようにしてもよく、例えば、 $200\text{scm}$  程度供給する。アルキルボラジン化合物から解離したアルキル基は、成膜するボラジン膜中に取り込まれないようにすることが望ましいが、アンモニア及び炭素数 1 ~ 3 のアルキル基を含むアミン化合物からなる群から選ばれる少なくとも 1 種を用いることにより、より効率的にアルキル基を中性分子化し、成膜するボラジン膜中に取り込まれないようにすることができる。例えば、炭素数 2 のアミン化合物として、エチルアミン（ $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ ）があるが、解離されたアルキル基とエチルアミンを解離したものとを反応させると、中性分子であるアルキルアミンとなり、これは、ボラジン骨格系分子と再び結合する確率は低いため、そのまま排気されることになる。

20

#### 【0042】

又、アンモニア、炭素数 1 ~ 3 のアルキル基を含むアミン化合物等の供給は、アルキル基のボラジン膜中への取り込みを低減することに加えて、ボラジン骨格構造同士の架橋の間に、アンモニア、炭素数 1 ~ 3 のアルキル基を含むアミン化合物等から解離された窒素がスペーサとして入った構造（B - N - B 結合）が形成されて、ボラジン骨格構造同士が縮合しにくくなるという効果もある。

30

#### 【0043】

以上のプロセス条件により、成膜工程における成膜反応が行われる。具体的には、プラズマにより、アルキルボラジン化合物中のボラジン骨格系分子（ボラジン環）と側鎖基とが解離され、プラズマ状態となったボラジン骨格系分子同士が気相重合されて、基板 W 上に吸着することにより所望のボラジン膜が形成されることになる。

40

#### 【0044】

(ステップ 4)

成膜工程が所定時間実施され、所望の膜厚のボラジン膜が基板 W 上に成膜されると、成膜工程は終了し、続いて、反応促進工程が実施される。具体的には、電極 11 に給電する低周波電源 13 からの LF パワーを、成膜工程における LF パワーより大きくすると共に、ガスノズル 14 から真空チャンバ 2 内に供給するアルキルボラジン化合物、アンモニア、炭素数 1 ~ 3 のアルキル基を含むアミン化合物等を徐々に漸減して、ボラジン膜自体との反応が無い希ガス（He、Ar 等）や  $\text{N}_2$  等の不活性ガスのみとし、真空チャンバ 2 内の真空中度を  $10 \sim 50\text{mTorr}$  程度に制御している。この反応促進工程において、低周

50

波電源 1 3 による [ L F パワー × 印加時間 ] は、 2 5 4 5 0 0 W / m<sup>2</sup> · 秒以上であり、かつ、その L F パワーが 1 2 7 4 0 0 W / m<sup>2</sup> 以下となる電力で制御される。これは、ボラジン骨格系分子同士の架橋反応は促進させるが、薄膜へのダメージは発生させないための条件である。そして、以上のプロセス条件により、反応促進工程における反応促進、即ち、ボラジン骨格系分子同士の架橋反応が促進されることになる。

#### 【 0 0 4 5 】

この反応促進工程では、成膜工程で形成されたボラジン膜中に残存する反応活性基を縮合させることにより架橋反応を促進すると共に、B - H 結合を除去している。従って、架橋反応の促進により、更に低誘電率化が促進されると共に、水分との反応の活性点となる B - H 結合の除去により経時変化が抑制され、安定性が向上することになる。又、架橋反応の促進により、更に高機械的強度が図られ（機械的強度ヤング率 1 0 G P a 以上）、その結果、耐薬品性の向上、加工性の向上、C M P (Chemical Mechanical Polish) 耐性が向上することになる。加えて、有機系高分子材料と比較して耐熱性に優れた無機高分子系材料を用いているため、耐熱化も達成できる。

10

#### 【 0 0 4 6 】

上記手順を実施することにより、低誘電率、低リーク電流、高機械的強度の特性を備えたボラジン膜を実現することに加えて、更に、これらの特性の経時変化が小さいボラジン膜を実現することができる。例えば、その具体的な特性として、低誘電率化（比誘電率 3 . 5 以下）、低リーク電流化（リーク電流 5 E - 8 A / cm<sup>2</sup> 以下）、高機械的強度（ヤング率 1 0 G P a 以上）を実現すると共に、特性の安定性として、比誘電率の安定性（比誘電率の経時変化 0 . 1 以下）を実現することができる。

20

#### 【 産業上の利用可能性 】

#### 【 0 0 4 7 】

本発明は、バイアスを印加して成膜する薄膜、例えば、ボラジン膜や窒化珪素膜などに好適なものである。

#### 【 符号の説明 】

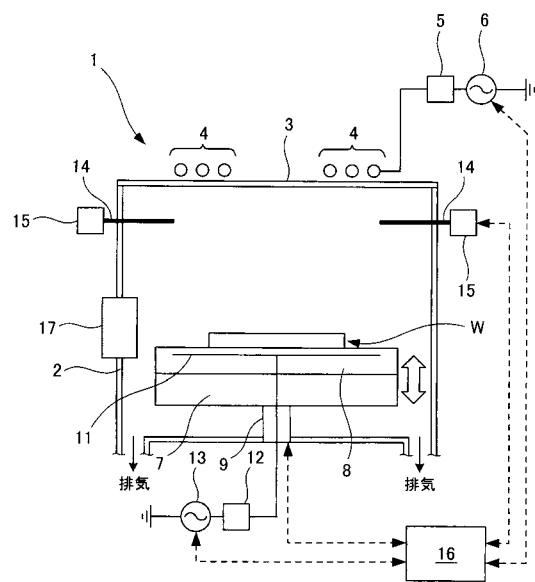
#### 【 0 0 4 8 】

- 1 プラズマ C V D 装置
- 2 真空チャンバ
- 3 天井板
- 4 高周波アンテナ
- 5 整合器
- 6 高周波電源
- 7 支持台
- 8 基板
- 9 昇降装置
- 1 1 電極
- 1 2 整合器
- 1 3 低周波電源
- 1 4 ガスノズル
- 1 5 ガス制御装置
- 1 6 主制御装置
- 1 7 ゲートドア

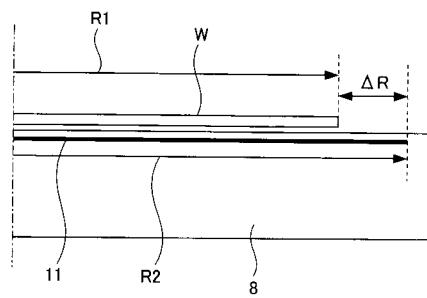
30

40

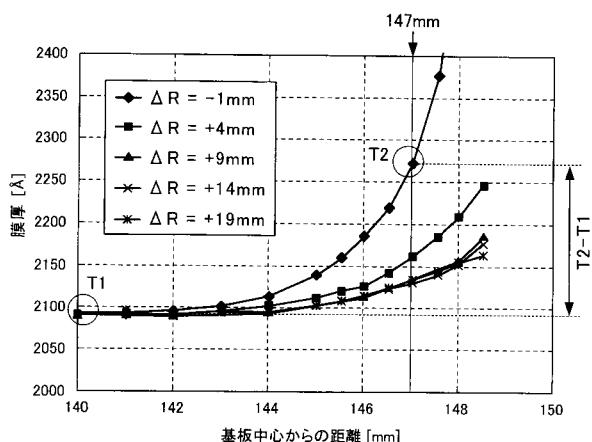
【図1】



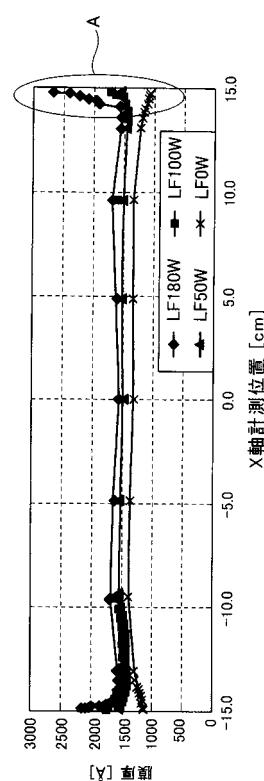
【図2】



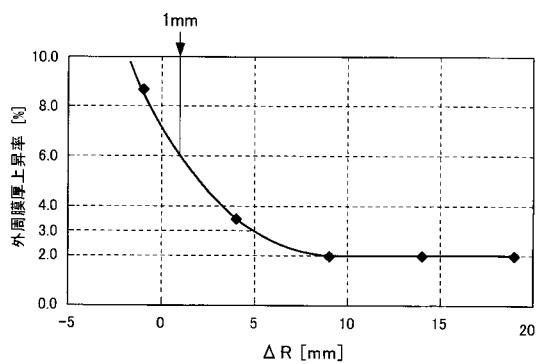
【図3】



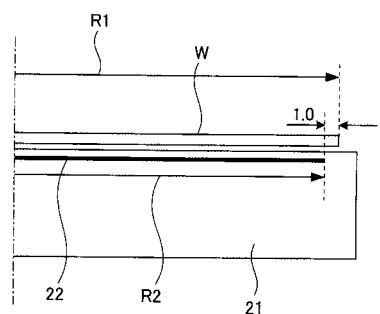
【図5】



【図4】



【図6】



---

フロントページの続き

(72)発明者 河野 雄一  
東京都港区港南二丁目 16 番 5 号 三菱重工業株式会社内

(72)発明者 藤原 敏人  
東京都港区港南二丁目 16 番 5 号 三菱重工業株式会社内

(72)発明者 松倉 明彦  
東京都港区港南二丁目 16 番 5 号 三菱重工業株式会社内

(72)発明者 神山 卓也  
大阪府吹田市西御旅町 5 番 8 号 株式会社日本触媒内

(72)発明者 山本 哲也  
大阪府吹田市西御旅町 5 番 8 号 株式会社日本触媒内

F ターム(参考) 4K030 AA07 AA10 BA35 FA04 KA20  
5F045 AA08 AB39 AC07 AE17 DP03 EH04 EH11  
5F058 AC10 AD09 AF02