

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5211332号  
(P5211332)

(45) 発行日 平成25年6月12日(2013.6.12)

(24) 登録日 平成25年3月8日(2013.3.8)

(51) Int.Cl.

C23C 16/509 (2006.01)  
H01L 21/205 (2006.01)

F 1

C23C 16/509  
H01L 21/205

請求項の数 10 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2008-172490 (P2008-172490)  
 (22) 出願日 平成20年7月1日 (2008.7.1)  
 (65) 公開番号 特開2010-13676 (P2010-13676A)  
 (43) 公開日 平成22年1月21日 (2010.1.21)  
 審査請求日 平成22年9月28日 (2010.9.28)

(73) 特許権者 595152438  
 株式会社ユーテック  
 千葉県流山市西平井956番地の1  
 (74) 代理人 100110858  
 弁理士 柳瀬 瞳  
 (74) 代理人 100100413  
 弁理士 渡部 温  
 (72) 発明者 本多 祐二  
 千葉県流山市西平井956番地の1 株式  
 会社ユーテック内  
 (72) 発明者 川邊 丈晴  
 千葉県流山市西平井956番地の1 株式  
 会社ユーテック内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマCVD装置、DLC膜及び薄膜の製造方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

チャンバーと、

前記チャンバー内に配置され、被成膜基板が保持される保持電極と、

前記保持電極に電気的に接続される高周波電源と、

前記保持電極に保持された前記被成膜基板に対向して配置され、アース電源又はフロート電源に接続される対向電極と、

前記対向電極と前記保持電極との間の空間に原料ガスを供給する原料ガス供給機構と、

前記チャンバー内を真空排気する排気機構と、

を具備し、

前記対向電極は、前記保持電極に保持された前記被成膜基板の成膜面を覆うように形成されており、

前記対向電極の内側の空間が前記対向電極の外側の空間に繋がる開口部における前記対向電極と前記保持電極との最大間隔が5mm以下であり、

前記保持電極の表面積をaとし、前記対向電極の表面積をbとした場合に下記式を満たすことを特徴とするプラズマCVD装置。

b / a &lt; 2

## 【請求項 2】

請求項1において、前記高周波電源の周波数は100kHz~300MHzであることを特徴とするプラズマCVD装置。

10

20

**【請求項 3】**

請求項 1 又は 2 において、前記対向電極に付着した CVD 膜を除去する際に、前記対向電極に高周波電力を印加するための高周波電源と、前記保持電極にアース電位を印加するためのアース電源とをさらに具備することを特徴とするプラズマ CVD 装置。

**【請求項 4】**

請求項 3 において、前記対向電極に前記高周波電力を印加する際に、前記対向電極の外側に配置されたアースシールドをさらに具備することを特徴とするプラズマ CVD 装置。

**【請求項 5】**

チャンバーと、

前記チャンバー内に配置され、被成膜基板が保持される保持電極と、  
前記保持電極に第 1 のスイッチを介して電気的に接続された第 1 のアース電源と、  
前記保持電極に第 2 のスイッチを介して電気的に接続された高周波電源と、  
前記保持電極に保持された前記被成膜基板に対向して配置され、前記高周波電源に前記第 2 のスイッチを介して電気的に接続された対向電極と、  
前記対向電極と前記保持電極との間に空間に原料ガスを供給する原料ガス供給機構と、  
前記チャンバー内を真空排気する排気機構と、  
前記対向電極に第 3 のスイッチを介して電気的に接続された第 2 のアース電源と、  
を具備し、

前記保持電極の表面積を a とし、前記対向電極の表面積を b とした場合に下記式を満たすことを特徴とするプラズマ CVD 装置。

$$b / a \leq 2$$

**【請求項 6】**

請求項 5 において、前記対向電極に前記第 3 のスイッチを介して電気的に接続されたフロート電源をさらに具備することを特徴とするプラズマ CVD 装置。

**【請求項 7】**

請求項 5 又は 6 において、前記対向電極は、前記保持電極に保持された前記被成膜基板の成膜面を覆うように形成されていることを特徴とするプラズマ CVD 装置。

**【請求項 8】**

請求項 7 において、前記対向電極の内側の空間が前記対向電極の外側の空間に繋がる開口部における前記対向電極と前記保持電極との最大間隔が 5 mm 以下であることを特徴とするプラズマ CVD 装置。

**【請求項 9】**

請求項 1、2、5 乃至 8 のいずれか一項に記載のプラズマ CVD 装置を用いた薄膜の製造方法において、

前記保持電極に被成膜基板を保持し、

前記チャンバー内の前記被成膜基板と前記対向電極との間の放電によって前記原料ガスをプラズマ状態とすることにより、前記被成膜基板の表面に薄膜を形成することを特徴とする薄膜の製造方法。

**【請求項 10】**

請求項 9 において、前記薄膜は炭素又は珪素が主成分であることを特徴とする薄膜の製造方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、プラズマ CVD (chemical vapor deposition) 装置、 DLC 膜及び薄膜の製造方法に関する。

**【背景技術】****【0002】**

図 2 は、従来のプラズマ CVD 装置を概略的に示す構成図である。

プラズマ CVD 装置は成膜チャンバー 101 を有しており、この成膜チャンバー 101

10

20

30

40

50

の上部には蓋 102 が配置されている。成膜チャンバー 101 に蓋 102 をすることにより、成膜チャンバー 101 内には成膜室 103 が形成される。

#### 【0003】

この成膜室 103 内の下方には被成膜基板（図示せず）を載置固定するステージ電極 104 が配置されており、このステージ電極 104 は高周波電源 106 に電気的に接続されており、ステージ電極 104 は R F 印加電極としても作用する。ステージ電極 104 の周囲及び下部はアースシールド 105 によってシールドされている。

#### 【0004】

成膜室 103 内の上方には、ステージ電極 104 に対向して平行の位置にガスシャワー電極 107 が配置されている。これらは一対の平行平板型電極である。ガスシャワー電極 107 の周囲及び上部はアースシールド 108 によってシールドされている。また、ガスシャワー電極 107 は接地電位に接続されている。

#### 【0005】

ガスシャワー電極 107 の下方（ステージ電極上面側）には、被成膜基板の表面側にシャワー状の原料ガスを導入する複数の導入口（図示せず）が形成されている。ガスシャワー電極 107 の内部にはガス導入経路（図示せず）が設けられている。このガス導入経路の一方側は上記導入口に繋げられており、ガス導入経路の他方側は原料ガスの供給機構（図示せず）に接続されている。また、成膜チャンバー 101 には、成膜室 103 の内部を真空排気する排気口 110 が設けられている。この排気口 110 は排気ポンプ（図示せず）に接続されている。

#### 【0006】

次に、上記プラズマ C V D 装置を用いた成膜方法について説明する。

被成膜基板をプラズマ C V D 装置の成膜室 103 内に挿入し、この成膜室内のステージ電極 104 上に被成膜基板を載置する。

#### 【0007】

次いで、この被成膜基板をステージ電極 104 上に固定し、成膜チャンバー 101 を蓋 102 で閉じ、排気ポンプで真空排気する。次いで、ガスシャワー電極 107 の導入口からシャワー状の原料ガスを成膜室 103 の被成膜基板の表面側に導入する。そして、所定の圧力、原料ガス流量などに制御することにより成膜室内を所望の雰囲気とし、高周波電源 106 により高周波（R F）を印加し、プラズマを発生させることにより被成膜基板に成膜処理を行う。

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0008】

ところで、上記従来のプラズマ C V D 装置では、ガスシャワー電極 107 の表面積をステージ電極 104 と略同じ表面積としているため、C V D 成膜時の高周波放電中に電極に発生する D C 成分である電圧  $V_{DC}$  を大きくすることができないという課題がある。

#### 【0009】

また、上記従来のプラズマ C V D 装置では、ステージ電極 104 とガスシャワー電極 107 からなる平行平板型電極を用いているため、ステージ電極 104 とガスシャワー電極 107 との間の空間に発生したプラズマ 111 が横方向に広がってしまう。その結果、プラズマ 111 の密度が低くなるという課題がある。

#### 【0010】

また、プラズマ 111 が広がることにより、成膜チャンバー 101 の内壁に C V D 膜が付着しやすくなり、その付着した C V D 膜を成膜チャンバー 101 の内壁から除去する作業の負担が大きくなるという課題がある。

#### 【0011】

本発明は上述した課題の少なくとも一つを解決することを目的とする。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0012】

10

20

30

40

50

上記課題を解決するため、本発明に係るプラズマ CVD 装置は、チャンバーと、前記チャンバー内に配置され、被成膜基板が保持される保持電極と、前記保持電極に電気的に接続される高周波電源と、前記保持電極に保持された前記被成膜基板に対向して配置され、アース電源又はフロート電源に接続される対向電極と、前記対向電極と前記保持電極との間に原料ガスを供給する原料ガス供給機構と、前記チャンバー内を真空排気する排気機構と、  
を具備し、

前記保持電極の表面積を  $a$  とし、前記対向電極の表面積を  $b$  とした場合に下記式を満たすことを特徴とする。

$$b / a \leq 2$$

#### 【0013】

上記プラズマ CVD 装置によれば、アース電極又はフロート電源に接続される対向電極の表面積を保持電極のそれの 2 倍以上とすることにより、CVD 成膜時の高周波放電中に電極に発生する DC ( 直流 ) 成分である電圧  $V_{DC}$  を大きくすることができます。

#### 【0014】

また、本発明に係るプラズマ CVD 装置において、前記対向電極は、前記保持電極に保持された前記被成膜基板の成膜面を覆うように形成されていることが好ましい。これにより、対向電極と保持電極との間に発生したプラズマが横方向に広がることを防止でき、それにより、プラズマの密度が低くなることを抑制できる。

#### 【0015】

また、本発明に係るプラズマ CVD 装置において、前記対向電極の内側の空間が前記対向電極の外側の空間に繋がる開口部における前記対向電極と前記保持電極との最大間隔が 5 mm 以下であることが好ましい。これにより、CVD 成膜時の原料ガスが前記開口部を通過した際に異常放電の発生を抑制することができる。このため、対向電極の内側の空間にプラズマを閉じ込めることができ、その結果、チャンバーの内壁及び排気機構に CVD 膜が付着するのを抑制できる。

#### 【0016】

また、本発明に係るプラズマ CVD 装置において、前記高周波電源の周波数は 100 kHz ~ 300 MHz であることが好ましく、より好ましくは 100 kHz ~ 60 MHz である。周波数が 100 kHz 未満であると誘導加熱が起きやすいので、好ましくない。

#### 【0017】

また、本発明に係るプラズマ CVD 装置において、前記対向電極に付着した CVD 膜を除去する際に、前記対向電極に高周波電力を印加するための高周波電源と、前記保持電極にアース電位を印加するためのアース電源とをさらに具備することも可能である。なお、前記対向電極に高周波電力を印加する高周波電源と前記保持電極に高周波電力を印加する高周波電源は、共通の電源を用いても良い。

また、本発明に係るプラズマ CVD 装置において、前記対向電極に前記高周波電力を印加する際に、前記対向電極の外側に配置されたアースシールドをさらに具備することが好ましい。これにより、対向電極に高周波電力を印加することにより、対向電極と保持電極の間に発生させたプラズマの密度を高めることができる。

#### 【0018】

本発明に係るプラズマ CVD 装置は、チャンバーと、前記チャンバー内に配置され、被成膜基板が保持される保持電極と、前記保持電極に第 1 のスイッチを介して電気的に接続された第 1 のアース電源と、前記保持電極に第 2 のスイッチを介して電気的に接続された高周波電源と、前記保持電極に保持された前記被成膜基板に対向して配置され、前記高周波電源に前記第 2 のスイッチを介して電気的に接続された対向電極と、前記対向電極と前記保持電極との間に原料ガスを供給する原料ガス供給機構と、前記チャンバー内を真空排気する排気機構と、

10

20

30

40

50

前記対向電極に第3のスイッチを介して電気的に接続された第2のアース電源と、  
を具備し、

前記保持電極の表面積をaとし、前記対向電極の表面積をbとした場合に下記式を満たすことを特徴とする。

$$b / a \leq 2$$

**【0019】**

また、本発明に係るプラズマCVD装置において、前記対向電極に前記第3のスイッチを介して電気的に接続されたフロート電源をさらに具備することも可能である。

また、本発明に係るプラズマCVD装置において、前記対向電極は、前記保持電極に保持された前記被成膜基板の成膜面を覆うように形成されていることが好ましい。 10

**【0020】**

また、本発明に係るプラズマCVD装置において、前記対向電極の内側の空間が前記対向電極の外側の空間に繋がる開口部における前記対向電極と前記保持電極との最大間隔が5mm以下であることが好ましい。

また、本発明に係るDLC膜は、前述したプラズマCVD装置を用いて成膜されたことを特徴とする。

**【0021】**

本発明に係る薄膜の製造方法は、前述したいずれかのプラズマCVD装置を用いた薄膜の製造方法において、

前記保持電極に被成膜基板を保持し、 20

前記チャンバー内の前記被成膜基板と前記対向電極との間の放電によって前記原料ガスをプラズマ状態とすることにより、前記被成膜基板の表面に薄膜を形成することを特徴とする。

**【0022】**

また、本発明に係る薄膜の製造方法において、前記薄膜は炭素又は珪素が主成分であることも可能である。

**【発明を実施するための最良の形態】**

**【0023】**

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

図1は、本発明の実施の形態によるプラズマCVD装置を模式的に示す断面図である。 30

**【0024】**

このプラズマCVD装置は成膜チャンバー1を有しており、この成膜チャンバー1内には被成膜基板(図示せず)を保持する保持電極2が配置されている。この保持電極2はCVD成膜時にカソードとして作用する。保持電極2の周囲及び下部はアースシールド9, 10によってシールドされている。

**【0025】**

また、成膜チャンバー1内には、保持電極2に対向するように対向電極12が配置されている。この対向電極12は、保持電極2に保持された被成膜基板の成膜面を覆うように形成されている。詳細には、保持電極2の平面形状は例えば円形であり、対向電極12の内側の形状は円柱の外形のような形状を有している。これにより、対向電極12と保持電極2との間の空間13、即ち対向電極12の内側の空間13の形状が略円柱形状とされる。なお、本実施の形態では、前記空間13の形状を略円柱形状としているが、前記空間の形状を他の形状とすることも可能である。 40

**【0026】**

また、対向電極12はCVD成膜時にアース電極となり、アノードとして作用する。対向電極12の外側はアースシールド11によってシールドされている。

**【0027】**

また、対向電極12は、その表面積が保持電極2の表面積より大きく形成されている。ここでいう対向電極12の表面積は、対向電極12の内側の表面積であり、保持電極2の表面積は、被成膜基板を保持する面の表面積である。保持電極2の表面積をaとし、対向

電極 1 2 の表面積を b とした場合に下記式(1)を満たすことが好ましく、より好ましくは下記式(2)を満たすことである。

$$b / a \leq 2 \cdots (1)$$

$$b / a \leq 5 \cdots (2)$$

#### 【0028】

対向電極 1 2 の内側の空間 1 3 が対向電極 1 2 の外側の空間に繋がる開口部はリング形状を有しており、この開口部における対向電極 1 2 と保持電極 2 との最大間隔が 5 mm 以下（好ましくは 3 mm 以下、より好ましくは 2 mm 以下）であることが好ましい。本実施の形態では、前記開口部における対向電極 1 2 と保持電極 2 との間にアースシールド 9 が配置されているため、前述した対向電極 1 2 と保持電極 2 との最大間隔は対向電極 1 2 とアースシールド 9 との最大間隔 1 4 に相当し、この最大間隔 1 4 が 5 mm 以下（好ましくは 3 mm 以下、より好ましくは 2 mm 以下）であることが好ましい。このように 5 mm 以下とすることによる効果については後述する。10

#### 【0029】

保持電極 2 は第 1 のスイッチ 3 を介してアース電源に電気的に接続されている。また、保持電極 2 は第 1 のマッチングボックス (M - BOX) 6 に電気的に接続されており、第 1 のマッチングボックス 6 は第 2 のスイッチ 4 を介して高周波電源 8 に電気的に接続されている。つまり、保持電極 2 が高周波電源 8 に電気的に接続されるか、アース電源に電気的に接続されるかを、第 1 及び第 2 のスイッチ 3, 4 によって切り替えられるようになっている。20

#### 【0030】

対向電極 1 2 は第 2 のマッチングボックス (M - BOX) 7 に電気的に接続されており、第 2 のマッチングボックス 7 は第 2 のスイッチ 4 を介して高周波電源 8 に電気的に接続されている。また、対向電極 1 2 は第 3 のスイッチ 5 を介してアース電源又はフロート電源に電気的に接続されている。つまり、対向電極 1 2 が高周波電源 8 に電気的に接続されるか、アース電源に電気的に接続されるか、フロート電源に電気的に接続されるかを、第 2 及び第 3 のスイッチ 4, 5 によって切り替えられるようになっている。

#### 【0031】

高周波電源 8 の周波数は 100 kHz ~ 300 MHz (好ましくは 100 kHz ~ 60 MHz) であるが、本実施の形態では、13.56 MHz、3 kW の高周波電源 8 を用いている。30

また、プラズマ CVD 装置は、成膜チャンバー 1 内を真空排気する排気機構を有している。

#### 【0032】

また、プラズマ CVD 装置は、対向電極 1 2 と保持電極 2 との間の空間 1 3 に原料ガスを供給する原料ガス供給機構を有している。原料ガス供給機構は、例えば C<sub>7</sub>H<sub>8</sub> などの原料ガスを供給する供給源 1 5 を有しており、この供給源 1 5 はバルブ 1 6 を介してマスフローコントローラー (MFC) 1 8 の一方端に接続されており、マスフローコントローラー 1 8 の他方端はバルブ 1 7 を介して対向電極 1 2 に接続されている。対向電極 1 2 は、原料ガスを前記空間 1 3 にシャワー状に導入するガスシャワー電極となっている。40

#### 【0033】

次に、上記プラズマ CVD 装置を用いて CVD 成膜処理を行う方法について説明する。

#### 【0034】

まず、被成膜基板を保持電極 2 上に保持させる。被成膜基板としては、例えば Si ウエハ、プラスチック基板、各種電子デバイスなどを用いることが可能である。プラスチック基板を用いることができる原因是、本装置が低温（例えば 150 以下の温度）で成膜できるからである。

#### 【0035】

次いで、成膜チャンバー 1 内を排気機構で真空排気する。次いで、供給源 1 5 から原料ガスをバルブ 1 6、マスフローコントローラー 1 8、バルブ 1 7 を通して対向電極 1 2 内50

に供給し、この対向電極12の内側から原料ガスをシャワー状に保持電極2上の空間13に向けて導入する。この導入された原料ガスは、前述した最大間隔14を有する開口部から対向電極12の外側へ流れ、前記排気機構によって排気される。そして、原料ガスの供給量と排気のバランスにより、所定の圧力、原料ガスの所定流量などの所望の条件とされる。

#### 【0036】

なお、原料ガスとしては、種々の原料ガスを用いることが可能であり、例えば、炭化水素系ガス、珪素化合物ガス及び酸素などを用いることが可能である。珪素化合物ガスとしては、取り扱いの容易で低温での成膜が可能なヘキサメチルジシラザンやヘキサメチルジシロキサン（これらを総称してHMD<sub>S</sub>ともいう）を用いることが好ましい。

10

#### 【0037】

次いで、アース電源を第3のスイッチ5により対向電極12に接続することにより対向電極12をアース電極として機能させる。次いで、高周波電源8を第2のスイッチ4により第1のマッチングボックス6に接続し、第1のスイッチ3により保持電極2にアース電源を接続しない状態において、高周波電源8により第2のスイッチ4及び第1のマッチングボックス6を介して高周波(RF)を保持電極2に印加する。これにより、被成膜基板と対向電極12との間の放電によって被成膜基板の表面にプラズマを発生させ、被成膜基板上にプラズマCVD法により薄膜を成膜する。その後、被成膜基板を成膜チャンバー1から取り出す。

#### 【0038】

このようにして成膜される薄膜は、例えば炭素又は珪素が主成分である膜であり、炭素が主成分である膜の一例としては DLC 膜が挙げられ、珪素が主成分である膜の一例としては SiO<sub>2</sub> 膜が挙げられる。SiO<sub>2</sub> 膜を成膜する場合の原料ガスは HMD<sub>S</sub> 及び酸素を有する。

20

#### 【0039】

なお、上記CVD成膜処理方法では、対向電極12にアース電位を印加し、保持電極2に高周波を印加することにより被成膜基板上に薄膜を成膜する方法を用いているが、対向電極12にフロート電位を印加し、保持電極2に高周波を印加することにより被成膜基板上に薄膜を成膜する方法を用いることも可能である。対向電極12にアース電位を印加する方法では、比較的硬い薄膜を成膜することができるのに対し、対向電極12にフロート電位を印加する方法では、比較的軟らかい薄膜を成膜することができる。対向電極12にフロート電位を印加する場合は、第3のスイッチ5によりフロート電源を対向電極12に接続すればよい。

30

#### 【0040】

次に、上記CVD成膜処理を繰り返し行つたことで対向電極12の内側に付着したCVD膜を除去するO<sub>2</sub>クリーニング方法について説明する。

#### 【0041】

まず、第1のスイッチ3によりアース電源を保持電極2に接続することによって保持電極2をアース電極として機能させる。次いで、第2のスイッチ4により高周波電源8を第2のマッチングボックス7に接続し、第3のスイッチ5により対向電極12にアース電源及びフロート電源を接続しない状態にする。

40

#### 【0042】

次いで、成膜チャンバー1内を排気機構で真空排気し、対向電極12の内側からO<sub>2</sub>ガスをシャワー状に保持電極2上の空間13に向けて導入する。この導入されたO<sub>2</sub>ガスは、前述した最大間隔14を有する開口部から対向電極12の外側へ流れ、前記排気機構によって排気される。

#### 【0043】

次いで、高周波電源8により第2のスイッチ4及び第2のマッチングボックス7を介して高周波(RF)を対向電極12に印加する。これにより、対向電極12の内側の空間13にO<sub>2</sub>によるプラズマを発生させ、その結果、対向電極12の内側がO<sub>2</sub>クリーニング

50

され、対向電極 1 2 の内側に付着している CVD 膜が除去される。

**【 0 0 4 4 】**

上記実施の形態によれば、対向電極 1 2 の表面積を保持電極 2 のそれの 2 倍以上とすることにより、CVD 成膜時の高周波放電中に電極に発生する DC 成分である電圧  $V_{DC}$  を大きくすることができ、その結果、イオンの加速度を大きくすることができます。このようにイオンの加速度を大きくすることにより例えば SiO<sub>2</sub> が生成され易くなる。

**【 0 0 4 5 】**

また、本実施の形態では、対向電極 1 2 を、保持電極 2 に保持された被成膜基板の成膜面を覆うように形成しているため、対向電極 1 2 と保持電極 2 との間の空間 1 3 に発生したプラズマが横方向に広がることがない。これにより、プラズマの密度が低くなることを抑制できる。10

**【 0 0 4 6 】**

また、本実施の形態では、対向電極 1 2 の外側をアースシールド 1 1 によってシールドすることにより、O<sub>2</sub> クリーニングを行う際に対向電極 1 2 内の空間 1 3 に O<sub>2</sub> プラズマを閉じ込めることができる。従って、アースシールド 1 1 を配置しない場合に比べてプラズマ密度を高くすることができ、CVD 膜のアッシングレートを高くすることができます。よって、クリーニング効果を高めることができます。

**【 0 0 4 7 】**

また、本実施の形態では、対向電極 1 2 の内側の空間 1 3 が対向電極 1 2 の外側の空間に繋がる開口部における対向電極 1 2 と保持電極 2 との最大間隔を 5 mm 以下（好ましくは 3 mm 以下、より好ましくは 2 mm 以下）としている。このように前記開口部の隙間を小さくすることにより、CVD 成膜時の原料ガスが通過した際に異常放電の発生を抑制することができる。このため、対向電極 1 2 の内側の空間 1 3 にプラズマを閉じ込めることができ、その結果、対向電極 1 2 の外側に位置する排気機構の配管やバルブ、成膜チャンバー 1 の内壁などに CVD 膜が付着するのを抑制できる。20

**【 0 0 4 8 】**

また、上述したように対向電極 1 2 の外側の成膜チャンバー 1 の内壁に CVD 膜が付着するのを抑制するため、対向電極 1 2 の内壁に付着した CVD 膜を除去できれば良く、この除去方法は前述した O<sub>2</sub> クリーニングを実行すれば良い。従って、本実施の形態では、成膜チャンバー 1 の真空を破らずにクリーニングが可能であり、従来のプラズマ CVD 装置のような、成膜チャンバーの内壁に付着した CVD 膜を除去する作業の負担を大幅に軽減することができる。30

**【 0 0 4 9 】**

尚、本発明は上記実施の形態に限定されず、本発明の主旨を逸脱しない範囲内で種々変更して実施することが可能である。例えば、高周波電源 8 を他のプラズマ電源に変更することも可能であり、他のプラズマ電源の例としては、マイクロ波用電源、DC 放電用電源、及びそれぞれパルス変調された高周波電源、マイクロ波用電源、DC 放電用電源などが挙げられる。

**【 0 0 5 0 】**

また、上記実施の形態では、対向電極 1 2 の内側の形状を円柱の外形のような形状を有するようにしているが、対向電極 1 2 の内側の形状を平面形状とすることも可能である。この場合でも前記式(1)を満足することにより本発明の効果を得ることができます。40

**【 0 0 5 1 】**

また、上記実施の形態では、図 1 に示すように保持電極 2 を下に配置し、対向電極 1 2 を上に配置する構成としているが、これ以外の配置構成とすることも可能であり、例えば、保持電極 2 を上に配置し、対向電極 1 2 を下に配置する上下逆の配置構成としても良い。

**【 実施例 】**

**【 0 0 5 2 】**

（実施例 1 ）

図1に示すプラズマCVD装置を用い、実施の形態と同様の方法で被成膜基板にCVD膜を成膜する実施例について説明する。

### 【0053】

#### (成膜条件)

被成膜基板 : 6インチのSiウエハ

原料ガス : トルエン( $C_7H_8$ )

原料ガスの流量 : 4cc/分

成膜チャンバー内の圧力 : 0.13Pa

R F周波数 : 13.56MHz

R F出力 : 900W

対向電極の表面積b / 保持電極の表面積a :  $b/a = 5.3$

ただし、 $a = 38013\text{mm}^2$ 、 $b = 202274\text{mm}^2$ である。

10

### 【0054】

#### (成膜結果)

成膜されたCVD膜 : DLC(Diamond Like Carbon)膜

CVD膜の膜厚 : 100nm

DLC膜の硬度 : 2695(5点の平均値)

#### (ヌープ硬度計測方法)

装置 : 松沢精機製 微小硬度計 DMH-2型

圧子 : 対稜角 172.5°, 130° 菱形ダイアモンド四角錐圧子

20

加重 : 5g

加重時間 : 15秒

計測ポイント : サンプル上任意5点

### 【0055】

実施例1によれば、非常に硬質で密度の高いDLC膜を成膜することができた。また、プラズマCVD装置の排気機構の配管やバルブ、成膜チャンバー1の内壁などにDLC膜がほとんど付着しなかった。

### 【0056】

#### (実施例2)

図1に示すプラズマCVD装置を用い、実施の形態と同様のO<sub>2</sub>クリーニング方法で保持電極2の電極面に付着したDLC膜を除去する実施例について説明する。

30

### 【0057】

#### (クリーニング条件)

クリーニングガス : O<sub>2</sub>ガス

クリーニングガスの流量 : 300cc/分

成膜チャンバー内の圧力 : 6.3Pa

R F周波数 : 13.56MHz

R F出力 : 1200W

対向電極の表面積b / 保持電極の表面積a :  $b/a = 5.3$

ただし、 $a = 38013\text{mm}^2$ 、 $b = 202274\text{mm}^2$ である。

40

### 【0058】

#### (クリーニング結果)

DLC膜の除去レート : 1.125nm/秒

実施例2によれば、O<sub>2</sub>クリーニングを800秒間行うことにより、保持電極2の電極面に付着した厚さ900nmのDLC膜をきれいに除去することができ、除去レートも速かった。従って、メンテナンス時間を大幅に短縮することができた。

### 【0059】

#### (実施例3)

図1に示すプラズマCVD装置を用い、実施の形態と同様のO<sub>2</sub>クリーニング方法で対向電極12の内壁に付着したDLC膜を除去する実施例について説明する。

50

## 【0060】

(クリーニング条件)

クリーニングガス : O<sub>2</sub> ガス

クリーニングガスの流量 : 300 c c / 分

成膜チャンバー内の圧力 : 6.3 Pa

R F 周波数 : 13.56 MHz

R F 出力 : 1200 W

対向電極の表面積 b / 保持電極の表面積 a : b / a = 5.3

ただし、a = 38013 mm<sup>2</sup>、b = 202274 mm<sup>2</sup> である。

## 【0061】

10

(クリーニング結果)

実施例3によれば、O<sub>2</sub>クリーニングを700秒間行うことにより、対向電極12内に付着したDLC膜をきれいに除去することができ、除去レートも速かった。従って、メンテナンス時間を大幅に短縮することができた。

## 【0062】

(実施例4)

図1に示すプラズマCVD装置を用い、実施の形態と同様の方法で被成膜基板にCVD膜を成膜する実施例について説明する。

## 【0063】

20

(成膜条件)

被成膜基板 : Siウエハ

原料ガス : HMDS-O<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>HMDS-O<sub>2</sub>の流量 : 10 c c / 分O<sub>2</sub>の流量 : 100 c c / 分

成膜チャンバー内の圧力 : 2 Pa

R F 周波数 : 13.56 MHz

R F 出力 : 900 W

対向電極の表面積 b / 保持電極の表面積 a : b / a = 5.3

ただし、a = 75476 mm<sup>2</sup>、b = 403776 mm<sup>2</sup> である。

## 【0064】

30

(成膜結果)

成膜されたCVD膜 : SiO<sub>2</sub>膜

CVD膜の膜厚 : 1500 nm

SiO<sub>2</sub>膜のヌープ硬度(Hk) : 1100

(ヌープ硬度計測方法)

装置 : 松沢精機製 微小硬度計 DMH-2型

圧子 : 対稜角 172.5°, 130° 菱形ダイアモンド四角錐圧子

加重 : 10 g

加重時間 : 15 秒

計測ポイント : サンプル上任意5点

40

実施例4によれば、SiO<sub>2</sub>膜のヌープ硬度が1100なので、かなり緻密な膜ができることが分かった。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0065】

【図1】本発明の実施の形態によるプラズマCVD装置を模式的に示す断面図である。

【図2】従来のプラズマCVD装置を概略的に示す構成図である。

## 【符号の説明】

## 【0066】

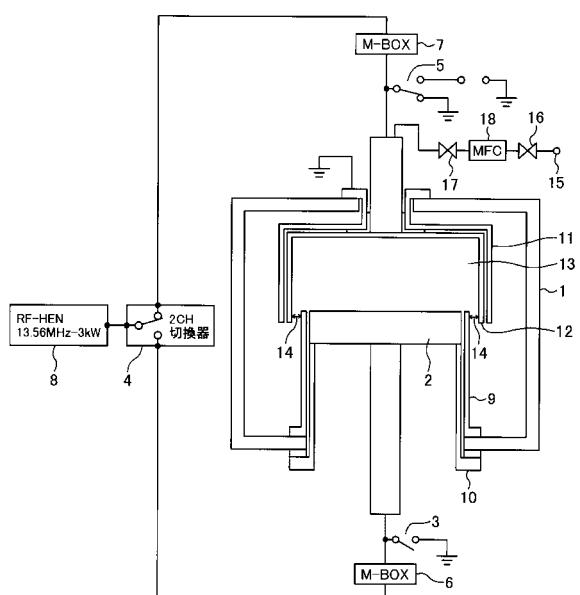
1, 101...成膜チャンバー

2 ... 保持電極

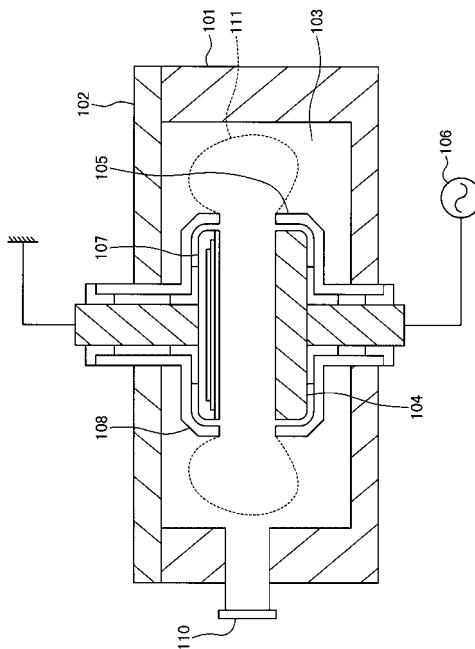
50

- 3 ~ 5 ... 第 1 ~ 第 3 のスイッチ  
 6 , 7 ... 第 1 、第 2 のマッチングボックス  
 8 , 106 ... 高周波電源  
 9 , 10 , 11 , 105 , 108 ... アースシールド  
 12 ... 対向電極  
 13 ... 空間  
 14 ... 対向電極とアースシールドとの最大間隔  
 15 ... 供給源  
 16 , 17 ... バルブ  
 18 ... マスフローコントローラー 10  
 102 ... 蓋  
 103 ... 成膜室  
 104 ... ステージ電極  
 107 ... ガスシャワー電極  
 110 ... 排気口  
 111 ... プラズマ

【図 1】



【図 2】



---

フロントページの続き

(72)発明者 早川 晴仁  
千葉県流山市西平井956番地の1 株式会社ユーテック内

(72)発明者 阿部 浩二  
千葉県流山市西平井956番地の1 株式会社ユーテック内

審査官 伊藤 光貴

(56)参考文献 特開平03-274276(JP,A)  
特開平06-158331(JP,A)  
特開平02-217399(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C23C 16/00 - 16/56  
H01L 21/205