

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3722733号  
(P3722733)

(45) 発行日 平成17年11月30日(2005.11.30)

(24) 登録日 平成17年9月22日(2005.9.22)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F I

H05H 1/24  
B01J 19/08  
C23C 16/505  
C23C 16/515  
C23C 16/517

H05H 1/24  
B01J 19/08  
C23C 16/505  
C23C 16/515  
C23C 16/517

H

請求項の数 6 (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-298025 (P2001-298025)  
(22) 出願日 平成13年9月27日(2001.9.27)  
(65) 公開番号 特開2003-100733 (P2003-100733A)  
(43) 公開日 平成15年4月4日(2003.4.4)  
審査請求日 平成17年1月17日(2005.1.17)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000002174  
積水化学工業株式会社  
大阪府大阪市北区西天満2丁目4番4号  
(74) 代理人 100085556  
弁理士 渡辺 昇  
(72) 発明者 下西 弘二  
大阪府三島郡島本町百山2-1 積水化学  
工業株式会社内  
(72) 発明者 屋良 卓也  
大阪府三島郡島本町百山2-1 積水化学  
工業株式会社内  
(72) 発明者 上原 剛  
大阪府三島郡島本町百山2-1 積水化学  
工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放電プラズマ処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電圧印加電極と接地電極からなる平行平板型の対向電極を有し、前記対向電極の少なくとも一方の電極対向面が固体誘電体で被覆されており、大気圧近傍の圧力下において前記対向電極間に電界を印加して該対向電極間の空間を放電空間にするとともに処理ガスを該放電空間に導入してプラズマ化し該放電空間の外に配置された基材に導いて処理を行う処理装置であって、

前記電圧印加電極と前記接地電極が、これら電極間の放電空間から基材へのガス流れ方向と直交する方向に互いに向かい合うとともに、

前記接地電極は、前記電圧印加電極より前記基材の方向へ延び出る部分を更に有していることを特徴とする放電プラズマ処理装置。

10

【請求項2】

前記接地電極の延び出る部分の長さが、前記放電空間の厚さよりも大きいことを特徴とする請求項1に記載の放電プラズマ処理装置。

【請求項3】

前記接地電極の延び出る部分の長さが、前記放電空間の厚さの1.25倍以上、2.0m以下であることを特徴とする請求項1又は2に記載の放電プラズマ処理装置。

【請求項4】

前記接地電極の延び出る部分の長さが、2.5~10mmであることを特徴とする請求項1又は2に記載の放電プラズマ処理装置。

20

## 【請求項 5】

1の電圧印加電極の両側に接地電極(1)(2)がそれぞれ位置され、接地電極(1)と電圧印加電極との間の空間、接地電極(2)と電圧印加電極との間の空間が共に放電空間となされ、前記接地電極(1)と接地電極(2)が、それぞれ前記電圧印加電極より前記基材の方向へ延び出る部分を有していることを特徴とする請求項1～4の何れか1項に記載の放電プラズマ処理装置。

## 【請求項 6】

放電空間の幅方向に垂直に基材を運搬する機構を備えた請求項1～5のいずれか1項に記載の放電プラズマ処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

10

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、放電プラズマ処理装置に関し、特に、電圧印加電極と基材との間の異状放電を抑制し、プラズマ発生空間外にある基材を処理する放電プラズマ処理装置に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

従来から、低圧条件下でグロー放電プラズマを発生させて被処理体の表面改質、又は被処理体上に薄膜形成を行う方法が実用化されている。しかし、これらの低圧条件下における処理装置は、真空チャンバー、真空排気装置等が必要であり、表面処理装置は高価なものとなり、大面積基板等を処理する際にはほとんど用いられていなかった。このため、特開平6-2149号公報、特開平7-85997号公報等に記載されているような大気圧近傍の圧力下で放電プラズマを発生させる常圧プラズマ処理装置が提案されてきている。

20

## 【0003】

しかしながら、常圧プラズマ処理方法においても、固体誘電体等で被覆した平行平板型等の電極間に被処理体を設置し、電極間に電圧を印加し、発生したプラズマで被処理体を処理する装置では、被処理体全体を放電空間に置くこととなり、被処理体にダメージを与えることになりやすいという問題があった。

## 【0004】

このような問題を解決するものとして、被処理体を放電空間中に配置するのではなく、その近傍に配置し、放電空間から被処理体にプラズマを吹き付けるリモート型の装置が提案されている。特開平11-251304号公報及び特開平11-260597号公報には外側電極を備えた筒状の反応管及び反応管の内部に内側電極を具備し、両電極に冷却手段を設け、反応管内部でグロー放電を発生させ、反応管からプラズマジェットを吹き出して被処理体に吹きつけるプラズマ処理装置が、特開平11-335868号公報には平行平板型の電極を用い、さらに被処理体近傍の排気手段によって、プラズマを被処理体に接触させるプラズマ処理装置が開発されてきている。

30

## 【0005】

しかしながら、これらの装置は、放電空間から被処理体までの距離が遠く、このため、精製したプラズマを効率的に被処理体に接触させることができない。一方、電極を被処理体に近付けると、電極間のみでなく、印加電極と被処理体との間でも放電が起こりやすくなり、放電が安定しにくく、基材上に形成される薄膜にスジ状の模様が入って、膜質不良となるという問題を生じていた。

40

## 【0006】

## 【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上記問題に鑑み、高速処理及び大面積処理に対応可能でかつ、基材にダメージを与えず、異常放電を抑制し、基材上に形成される薄膜等に影響を与えない放電プラズマ処理装置を提供することを目的とする。

## 【0007】

## 【課題を解決するための手段】

本発明者らは、上記課題を解決すべく鋭意研究した結果、電圧印加電極と基材との間隔を

50

接地電極と基材との間隔より大きくなるように、電極をずらして設置し、対向電極間でグロー放電プラズマを発生させ、放電空間外に配置した被処理基材に接触させることにより、均一で、高速処理が可能で、かつ基材にダメージを与えず、良質な薄膜等を形成する処理を行うことができることを見出し、本発明を完成させた。

【0008】

すなわち、本発明の第1の発明は、電圧印加電極と接地電極からなる対向電極を有し、前記対向電極の少なくとも一方の電極対向面が固体誘電体で被覆され、前記対向電極間に電界を印加することにより前記対向電極間に発生するグロー放電プラズマを、プラズマ発生空間外に配置された基材に導いて処理を行う処理装置であって、前記電圧印加電極と基材との間隔が、接地電極と基材との間隔よりも大きくなるように配置されることを特徴とする放電プラズマ処理装置である。

10

【0009】

また、本発明の第2の発明は、電圧印加電極と基材との間隔と接地電極と基材との間隔の差が、電極間距離よりも大きいことを特徴とする第1の発明に記載の放電プラズマ処理装置である。

【0010】

また、本発明の第3の発明は、電圧印加電極と基材との間隔と接地電極と基材との間隔の差が、 $2.5 \sim 10$  mmであることを特徴とする第1又は2の発明に記載の放電プラズマ処理装置である。

【0011】

また、本発明の第4の発明は、電圧印加電極と接地電極からなる対向電極が、3枚以上の電極により2つ以上の放電空間を形成する対向電極であることを特徴とする第1～3のいずれかの発明に記載の放電プラズマ処理装置である。

20

【0012】

また、本発明の第5の発明は、接地電極(1)、電圧印加電極、接地電極(2)からなり、接地電極(1)と電圧印加電極との間の空間、接地電極(2)と電圧印加電極との間の空間が共に放電空間となされ、前記電圧印加電極と基材との間隔が、接地電極(1)と基材との間隔及び接地電極(2)と基材の間隔より大きくなるように配置されることを特徴とする第4の発明に記載の放電プラズマ処理装置である。

【0013】

また、本発明の第6の発明は、放電空間の幅方向に垂直に機材を運搬する機構を備えた第1～5のいずれかの発明に記載の放電プラズマ処理装置である。

30

【0014】

また、本発明の第7の発明は、電界が、パルス立ち上がり及び/又は立ち下がり時間が $10 \mu s$ 以下、電界強度が $10 \sim 1000$  kV/cmのパルス電界であることを特徴とする第1～6のいずれかの発明に記載の放電プラズマ処理装置である。

【0015】

【発明の実施の形態】

本発明は、対向する電極の少なくとも一方の対向面を固体誘電体で被覆した電圧印加電極と接地電極からなる対向電極間に電界を印加し、当該電極間に処理ガスを導入して発生するグロー放電プラズマを放電空間から離れた位置に配置された被処理基材に誘導して接触させて処理する放電プラズマ処理装置において、電極と基材間のアーク放電等を阻止するために、電圧印加電極をガス流れ方向にずらしてと配置し、電圧印加電極と基材との間隔を接地電極と基材との間隔より大きくした放電プラズマ処理装置である。以下に詳細に本発明を説明する。

40

【0016】

本発明の装置の一例を図で説明する。図1は、本発明のプラズマ放電装置の電圧印加電極2と接地電極3と基材10の位置を説明するための模式的装置図である。図1において、電圧印加電極2は、電圧印加電極2と基材10との間隔 $H_1$ が、接地電極3と基材10との間隔 $H_2$ より大きくなるようにずらして設置されている。処理ガスは、矢印方向に導入

50

され、電圧印加電極 2 と接地電極 3 間に形成される放電空間 4 でプラズマ化され、基材 10 に向かって吹き出される。H<sub>1</sub>がH<sub>2</sub>より大きいため、電圧印加電極 2 からの基材 10 に向けてのアーカ放電が起きにくい。基材からみた電圧印加電極と接地電極の距離の差である H (H<sub>1</sub> - H<sub>2</sub>) は、放電空間を形成する電極間距離 (ギャップ) G より大きいのが好ましく、より好ましくは 1.25 G mm ~ 20 mm であり、特に好ましくは 2.5 ~ 10 mm である。H をこの範囲にすることにより、電圧印加電極 2 からの基材 10 に向けてのアーカ放電をより起きにくくする。すなわち、電圧印加電極に発生した小ストリーマは先に接地電極に落ち、基材表面は避雷し、その結果、基材上に形成される薄膜等に及ぼす影響がなくなる利点を有する。

#### 【0017】

図 2 は、3 枚以上の電極により 2 つ以上の放電空間を形成する対向電極からなる本発明のプラズマ処理装置を説明するための模式的装置図である。図 2 において、接地電極 3、電圧印加電極 2、接地電極 3' は、それぞれ対向するように設置され、接地電極 3 と電圧印加電極 2 との間の空間を放電空間 4 とし、接地電極 3' と電圧印加電極 2 との間の空間を放電空間 4' とし、電圧印加電極 2 と基材 10 との間隔 H<sub>1</sub> が、接地電極 3 と基材 10 との間隔 H<sub>2</sub> 及び接地電極 3' と基材 10 の間隔 H<sub>2</sub>' より大きくなるように配置されている。処理ガスは、矢印方向に放電空間 4 及び 4' にそれぞれ導入され、放電空間内 4 及び 4' でプラズマ化され、基材 10 に向かって吹き出される。本装置においては、3 枚の電極を対向させ、真ん中に電圧印加電極 2 を配置し、両側に接地電極 3 及び 3' を配置することにより、1 台の電源で 2ヶ所にプラズマを発生させることができ、より高速に基材 10 を処理することができる。また、図 2 においても、H<sub>1</sub> は、H<sub>2</sub> 及び H<sub>3</sub>' より大きいため、電圧印加電極 2 からの基材 10 に向けてのアーカ放電が起きにくい。基材からみた電圧印加電極と接地電極の距離の差である H (H<sub>1</sub> - H<sub>2</sub> 又は H<sub>1</sub> - H<sub>2</sub>') は、放電空間を形成する電極間距離 (ギャップ) G 又は G' より大きいのが好ましく、より好ましくは 1.25 G mm 又は 1.25 G' mm ~ 20 mm であり、特に好ましくは 2.5 ~ 10 mm である。H をこの範囲にすることにより、電圧印加電極 2 からの基材 10 に向けてのアーカ放電をより起きにくくする。すなわち、電圧印加電極に発生した小ストリーマは先に接地電極 3 及び 3' に落ち、基材表面 10 は避雷し、その結果、基材上に形成される薄膜等に及ぼす影響がなくなる利点を有する。さらに、本装置においては、プラズマ化したガスの流れを接地電極 3 及び 3' と電圧印加電極 2、基材 10 とで囲まれる空間に導くことにより、プラズマ化したガスを効率よく基材に接触させる効果を有する。

#### 【0018】

また、本発明のプラズマ処理装置は、主として平行平板型電極間で発生する処理ガスのグロー放電プラズマを放電空間から離れた位置に配置された被処理基材に誘導して接触させて処理する装置であって、電極間にずれを有する装置であるので、放電空間のプラズマ吹き出し口からプラズマを基材に向かって垂直に吹き出させるようにすると、より効果的に基材を処理できる。したがって、放電空間の幅方向に垂直に基材を運搬させる機構を併設することが好ましい。

#### 【0019】

上記電極の材質としては、銅、アルミニウム等の金属単体、ステンレス、真鍮等の合金、金属間化合物等からなるものが挙げられる。電極の形状としては、プラズマ放電が安定にできれば、特に限定されないが、電界集中によるアーカ放電の発生を避けるために、対向電極間の距離が一定となる構造であることが好ましく、より好ましくは電圧印加電極と接地電極間の間が平行平坦部分を有する形状であり、特に好ましくは、両電極が略平面形状であるのが好ましい。

#### 【0020】

上記固体誘電体は、電極の対向面の一方又は双方に設置される。この際、固体誘電体と設置される側の電極が密着し、かつ、接する電極の対向面を完全に覆うようにする。固体誘電体によって覆われずに電極同士が直接対向する部位があると、そこからアーカ放電が生じやすい。

10

20

30

40

50

## 【0021】

上記固体誘電体の形状は、シート状でもフィルム状でもよく、厚みが0.01～4mmであることが好ましい。厚すぎると放電プラズマを発生するのに高電圧を要することがあり、薄すぎると電圧印加時に絶縁破壊が起こり、アーク放電が発生することがある。また、固体誘電体の形状として、容器型のものも用いることもできる。

## 【0022】

固体誘電体の材質としては、例えば、ポリテトラフルオロエチレン、ポリエチレンテレフタレート等のプラスチック、ガラス、二酸化珪素、酸化アルミニウム、二酸化ジルコニウム、二酸化チタン等の金属酸化物、チタン酸バリウム等の複酸化物等が挙げられる。

## 【0023】

特に、25 環境下における比誘電率が10以上のものである固体誘電体を用いれば、低電圧で高密度の放電プラズマを発生させることができ、処理効率が向上する。比誘電率の上限は特に限定されるものではないが、現実の材料では18,500程度のものが入手可能であり、本発明に使用出来る。特に好ましくは比誘電率が10～100の固体誘電体である。上記比誘電率が10以上である固体誘電体の具体例としては、二酸化ジルコニウム、二酸化チタン等の金属酸化物、チタン酸バリウム等の複酸化物を挙げることが出来る。

## 【0024】

上記電極間の距離は、固体誘電体の厚さ、印加電圧の大きさ、プラズマを利用する目的等を考慮して適宜決定されるが、0.1～50mmであることが好ましく、より好ましくは0.1～5mmである。0.1mm未満では、電極間の間隔を置いて設置するのに充分でないことがあり、一方、50mmを超えると、均一な放電プラズマを発生させにくい。

## 【0025】

本発明では、上記電極間に、高周波電界やパルス電界等の電界が印加され、プラズマを発生させるが、パルス電界を印加することが好ましく、特に、電界の立ち上がり及び/又は立ち下がり時間が、10 $\mu$ s以下である電界が好ましい。10 $\mu$ sを超えると放電状態がアークに移行しやすく不安定なものとなり、パルス電界による高密度プラズマ状態を保持しにくくなる。また、立ち上がり時間及び立ち下がり時間が短いほどプラズマ発生の際のガスの電離が効率よく行われるが、40ns未満の立ち上がり時間のパルス電界を実現することは、実際には困難である。より好ましくは50ns～5 $\mu$ sである。なお、ここでいう立ち上がり時間とは、電圧(絶対値)が連続して増加する時間、立ち下がり時間とは、電圧(絶対値)が連続して減少する時間を指すものとする。

## 【0026】

上記パルス電界の電界強度は、10～1000kV/cmとなるようにするのが好ましく、より好ましくは20～1000kV/cmである。電界強度が10kV/cm未満であると処理に時間がかかりすぎ、1000kV/cmを超えるとアーク放電が発生しやすくなる。

## 【0027】

上記パルス電界の周波数は、0.5kHz以上であることが好ましい。0.5kHz未満であるとプラズマ密度が低いため処理に時間がかかりすぎる。上限は特に限定されないが、常用されている13.56MHz、試験的に使用されている500MHzといった高周波帯でも構わない。負荷との整合のとり易さや取り扱い性を考慮すると、500kHz以下が好ましい。このようなパルス電界を印加することにより、処理速度を大きく向上させることができる。

## 【0028】

また、上記パルス電界におけるひとつのパルス継続時間は、200 $\mu$ s以下であることが好ましい。200 $\mu$ sを超えるとアーク放電に移行しやすくなる。ここで、ひとつのパルス継続時間とは、ON、OFFの繰り返しからなるパルス電界における、ひとつのパルスの連続するON時間を言う。

## 【0029】

本発明の放電プラズマ処理装置は、どのような圧力下でも用いることができるが、常圧放

10

20

30

40

50

電プラズマ処理に用いるとその効果を十分に発揮でき、特に、大気圧近傍下の圧力下で用いるとその効果が十分に発揮される。

【0030】

上記大気圧近傍の圧力下とは、 $1.333 \times 10^4 \sim 10.664 \times 10^4$  Paの圧力下を指す。中でも、圧力調整が容易で、装置が簡便になる $9.331 \times 10^4 \sim 10.397 \times 10^4$  Paの範囲が好ましい。

【0031】

大気圧近傍の圧力下では、ヘリウム、ケトン等の特定のガス以外は安定してプラズマ放電状態が保持されずに瞬時にアーク放電状態に移行することが知られているが、パルス状の電界を印加することにより、アーク放電に移行する前に放電を止め、再び放電を開始するというサイクルが実現されると考えられる。

10

【0032】

本発明で処理できる被処理基材としては、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリカーボネート、ポリエチレンテレフタレート、ポリテトラフルオロエチレン、アクリル樹脂等のプラスチック、ガラス、セラミック、金属等が挙げられる。基材の形状としては、板状、フィルム状等のものが挙げられるが、特にこれらに限定されない。本発明の表面処理方法によれば、様々な形状を有する基材の処理に容易に対応することができる。

【0033】

本発明で用いる処理ガスとしては、電界を印加することによってプラズマを発生するガスであれば、特に限定されず、処理目的により種々のガスを使用できる。

20

【0034】

上記処理用ガスとして、 $CF_4$ 、 $C_2F_6$ 、 $CClF_3$ 、 $SF_6$ 等のフッ素含有化合物ガスを用いることによって、撥水性表面を得ることができる。

【0035】

また、処理用ガスとして、 $O_2$ 、 $O_3$ 、水、空気等の酸素元素含有化合物、 $N_2$ 、 $NH_3$ 等の窒素元素含有化合物、 $SO_2$ 、 $SO_3$ 等の硫黄元素含有化合物を用いて、基材表面にカルボニル基、水酸基、アミノ基等の親水性官能基を形成させて表面エネルギーを高くし、親水性表面を得ることができる。また、アクリル酸、メタクリル酸等の親水基を有する重合性モノマーを用いて親水性重合膜を堆積することもできる。

【0036】

さらに、Si、Ti、Sn等の金属の金属-水素化合物、金属-ハロゲン化合物、金属アルコラート等の処理用ガスを用いて、 $SiO_2$ 、 $TiO_2$ 、 $SnO_2$ 等の金属酸化物薄膜を形成させ、基材表面に電気的、光学的機能を与えることができ、ハロゲン系ガスを用いてエッチング処理、ダイシング処理を行ったり、酸素系ガスを用いてレジスト処理や有機物汚染の除去を行ったり、アルゴン、窒素等の不活性ガスによるプラズマで表面クリーニングや表面改質を行うこともできる。

30

【0037】

経済性及び安全性の観点から、上記処理用ガス単独雰囲気よりも、以下に挙げるような希釈ガスによって希釈された雰囲気中で処理を行うことが好ましい。希釈ガスとしては、ヘリウム、ネオン、アルゴン、キセノン等の希ガス、窒素気体等が挙げられる。これらは単独でも2種以上を混合して用いてもよい。また、希釈ガスを用いる場合、処理用ガスの割合は0.01~10体積%であることが好ましい。

40

【0038】

なお、本発明の装置によれば、プラズマ発生空間中に存在する気体の種類を問わずグロー放電プラズマを発生させることが可能である。公知の低圧条件下におけるプラズマ処理はもちろん、特定のガス雰囲気下の大気圧プラズマ処理においても、外気から遮断された密閉容器内で処理を行うことが必須であったが、本発明のグロー放電プラズマ処理装置を用いた方法によれば、開放系、あるいは、気体の自由な流失を防ぐ程度の低気密系での処理が可能となる。

【0039】

50

本発明のパルス電界を用いた大気圧放電処理装置によると、全くガス種に依存せず、電極間において直接大気圧下で放電を生じせしめることが可能であり、より単純化された電極構造、放電手順による大気圧プラズマ装置、及び処理手法でかつ高速処理を実現することができる。また、パルス周波数、電圧、電極間隔等のパラメータにより処理に関するパラメータも調整できる。

#### 【0040】

##### 【実施例】

本発明を実施例に基づいてさらに詳細に説明するが、本発明はこれら実施例のみに限定されるものではない。

#### 【0041】

##### 実施例 1

図 1 に示す装置を用い、放電プラズマ処理を行った。対向電極としては、アルミナ 1.6 mm を溶射コーティングした、長さ 200 mm × 高さ 54 mm × 厚み 10 mm の SUS 製の電圧印加電極と長さ 200 mm × 高さ 60 mm × 厚み 10 mm の接地電極を用いた。基材に対して電圧印加電極と接地電極を 3 mm ずらし、2 mm の間隔を置いて設置した。基材として、Si ウエハを用い、接地電極との間隔を 3.0 mm となるようにして、60 mm/min の速度で搬送できるように設置した。処理ガスとして、TEOS を N<sub>2</sub> と O<sub>2</sub> (8:2) の混合ガスで希釈して 0.2 g/min の速度で導入し、電極間に電圧 20 kV<sub>pp</sub>、周波数 10 kHz のパルス電界を印加したところ、放電状態は、均一に良好であり、基材との異常放電も生ぜず、基材上に 100 nm の薄膜が形成された。得られた薄膜は、幅方向に均一性の高い膜であった。

#### 【0042】

##### 実施例 2

図 1 に示す装置を用い、放電プラズマ処理を行った。対向電極としては、固体誘電体としてチタン酸バリウム 0.6 mm に重ねてアルミナ 0.6 mm を溶射コーティングした、長さ 100 mm × 高さ 49 mm × 厚み 10 mm の SUS 製の電圧印加電極と長さ 100 mm × 高さ 50 mm × 厚み 10 mm の接地電極を用い、基材に対して電圧印加電極と接地電極を 3 mm ずらし、2 mm の間隔を置いて設置した。基材として、表面に銅箔のついたポリイミド基材を用い、接地電極との間隔を 1.5 mm となるようにして、200 mm/min の速度で搬送できるように設置した。処理ガスとして、乾燥空気を 15 L/min の速度で導入し、電極間にパルス立ち上がり速度 5 μs、電圧 18 kV<sub>pp</sub>、周波数 10 kHz のパルス電界を印加したところ、放電状態は、均一に良好であり、電極部からの落雷は見られず、基材を処理できた。プラズマ処理前後のイオン交換水に対する接触角の変化を測定したところ、銅箔表面の接触角が 90° から 20° に変わって処理がなされたことが確認された。

#### 【0043】

##### 比較例 1

電圧印加電極と接地電極を同じ大きさにし、両電極と基材との間隔を同じにする以外は、実施例 2 と同様にして基材を処理した。放電開始後、基材の銅箔表面に向かって電圧印加電極先端部から、針状の微少な落雷が見られ、基材の落雷箇所には打痕状の跡が認められた。

#### 【0044】

##### 実施例 3

図 2 に示す装置を用い、放電プラズマ処理を行った。対向電極としては、固体誘電体としてアルミナ 1.0 mm を溶射コーティングした、長さ 100 mm × 高さ 49 mm × 厚み 10 mm の SUS 製の電圧印加電極 1 枚と長さ 100 mm × 高さ 50 mm × 厚み 10 mm の接地電極 2 枚を用い、基材に対して電圧印加電極と接地電極を 3 mm ずらし、各 2 mm の間隔を置いて設置した。基材として金電極およびソルダーレジストを有する電子基板を用い、基材と接地電極との間隔を 2.0 mm となるようにして、200 mm/min の速度で搬送できるように設置した。処理ガスとして、乾燥空気を 15 L/min の速度で両放

10

20

30

40

50

電空間に導入し、電圧印加電極にパルス立ち上がり速度  $5 \mu s$ 、電圧  $18 kV_{PP}$ 、周波数  $10 kHz$  のパルス電界を印加したところ、放電状態は、均一に良好であり、電極部からの落雷は見られず、基材を処理できた。電子基板の金電極およびソルダーレジスト表面の濡れ性を、プラズマ処理前後のイオン交換水に対する接触角の変化で測定したところ、金電極の接触角が  $85^\circ$  から  $35^\circ$  に変わり、ソルダーレジスト部の接触角が  $83^\circ$  から  $37^\circ$  に変わり、処理が有効に行われたことを確認した。

【0045】

【発明の効果】

本発明の常圧プラズマ処理装置は、被処理基材に熱的、電氣的ダメージを与えず、かつ異常放電が起きない簡便な処理装置であるので、高速処理及び大面積処理に対応可能でかつ半導体製造工程で用いられる種々の方法を始めとして、あらゆるプラズマ処理方法において、インライン化及び高速化を実現するのに有効に用いることができる。これにより、処理時間の短縮化、コスト低下が可能になり、従来では不可能あるいは困難であった様々な用途への展開が可能となる。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の放電プラズマ処理装置の例を説明する模式的図である。

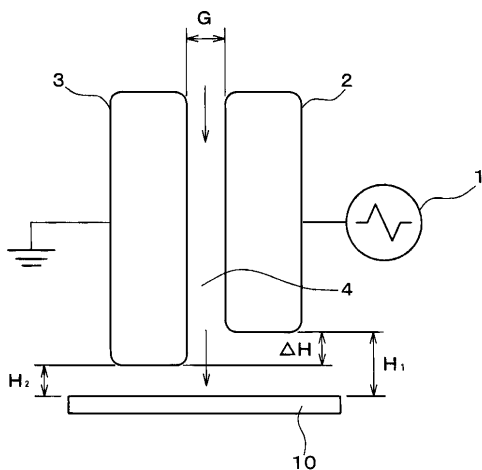
【図2】本発明の放電プラズマ処理装置の例を説明する模式的図である。

【符号の説明】

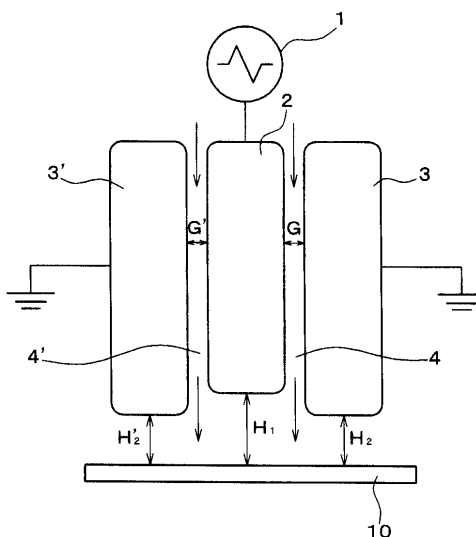
- 1 電源（高電圧パルス電源）
- 2 電圧印加電極
- 3、3' 接地電極
- 4、4' 放電空間
- 10 基材

20

【図1】



【図2】



---

フロントページの続き

(51) Int.Cl.<sup>7</sup> F I  
H 0 1 L 21/31 H 0 1 L 21/31 C

審査官 山口 敦司

(56) 参考文献 特開平 0 4 - 3 5 8 0 7 6 ( J P , A )  
特開平 0 9 - 2 1 3 4 9 7 ( J P , A )  
特開 2 0 0 1 - 0 0 6 8 9 7 ( J P , A )

(58) 調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, D B名)

H05H 1/24  
B01J 19/08  
C23C 16/505  
C23C 16/515  
C23C 16/517  
H01L 21/31