(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3846092号
(P3846092)
(45)発行日　平成18年11月15日(2006.11.15)　(24)登録日　平成18年9月1日(2006.9.1)

(51)Int.Cl.		F I		
H01L 21/683	(2006.01)	H01L	21/68	R
C23F 4/00	(2006.01)	C23F	4/00	A
H02N 13/00	(2006.01)	H02N	13/00	D
H05H 1/46	(2006.01)	H05H	1/46	A

請求項の数 1　(全 10 頁)

(21)出願番号　特願平11-46246
(22)出願日　平成11年2月24日(1999.2.24)
(65)公開番号　特開2000-243822(P2000-243822A)
(43)公開日　平成12年9月8日(2000.9.8)
審査請求日　平成14年10月9日(2002.10.9)

(73)特許権者　000005821
松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真１００６番地
(74)代理人　100097445
弁理士　岩橋　文雄
(74)代理人　100109667
弁理士　内藤　浩樹
(74)代理人　100109151
弁理士　永野　大介
(72)発明者　松田　出
大阪府門真市大字門真１００６番地　松下電器産業株式会社内
(72)発明者　原口　秀夫
大阪府門真市大字門真１００６番地　松下電器産業株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】プラズマ処理装置および方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
真空容器内に設けられた基板保持台に裏面を接触させて保持される基板をプラズマ処理する方法であって、前記基板保持台に第１及び第２の静電吸着用の電極が内蔵され、かつ、前記基板保持台の中心側に設けられた前記第１の静電吸着用の電極に直流電圧を第１の電圧値まで上昇させ、次いで前記第１の電圧値から最大電圧値まで除々に印加することで前記基板を帯電させた後、前記第１の静電吸着用の電極の外側に設けられた前記第２の静電吸着用の電極に直流電圧を第１の電圧値まで上昇させ、次いで前記第１の電圧値から最大電圧値まで除々に印加すること前記基板を帯電させることで前記基板を前記基板保持台に吸着させる第１工程と、前記第２の静電吸着用の電極に印加される直流電圧を第１の電圧値まで下降させ、次に前記第１の電圧値から０Ｖまで電圧を段階的に下降させることで帯電を除去した後、前記第１の静電吸着用の電極に印加される直流電圧を第１の電圧値まで下降させ、次に前記第１の電圧値から０Ｖまで電圧を段階的に下降させることで前記基板への帯電を除去する第２工程とを有すること
を特徴とするプラズマ処理方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は半導体素子、液晶ディスプレイパネルや太陽電池等の製造における薄膜形成工程、あるいは微細加工工程等に用いられるプラズマ処理装置に関する。

【０００２】
近年、プラズマ処理装置は、デバイスの高機能化とその処理コストの低減のために、高精度化、高速化、大面積化、低ダメージ化を実現する取り組みが盛んに行なわれている。中でも、成膜においては基板内の膜質均一性を得るため、また、微細加工に用いられるドライエッチングにおいては、寸法精度の確保のために、特に、基板温度を面内で均一に、かつ、精密に制御することが要求されている。そのため、基板温度を制御する手段として、メカクランプもしくは静電吸着電極を使用したプラズマ処理装置が使用され始めている。
【０００３】
【従来の技術】
以下に従来の静電吸着電極を用いたプラズマ処理装置について説明する。
【０００４】
従来のプラズマ処理装置の例としては、特開昭６３－７２８７７号公報や特開平２－７５２０号公報、特開平３－１０２８２０号公報、特開平８－３４７３４１号公報、特開平４－１００２５７号公報に示されているプラズマ処理装置がある。
【０００５】
図５は特開平４－１００２５７号公報に示されたプラズマ処理装置の反応室の断面図である。第１の従来例として、以下このプラズマ処理装置について説明する。
【０００６】
図５において、真空容器１３１は、エッチングガス導入装置１３９に接続されるガス導入口と１４０と、真空排気装置１４１を有する。真空容器１３１内には、表面が絶縁層１３３Ｆ（図６に図示）であって内部に１対の内部電極１４２を有して被処理基板１３２を静電吸着する静電吸着電極１３３を備える。静電吸着電極１３３には、上記被処理基板１３２を静電吸着するための直流電源１３４、及び高周波電力供給装置１３６が接続されている。尚、直流電源１３４は極性反転のための切替機構１３５を有している。又、真空容器１３１には、上記静電吸着電極１３３に対向して石英ガラス板１３８が配置され、真空容器１３１の外側には上記石英ガラス板１３８に対向して紫外線光源１３７が配置される。又、被処理基板１３２を静電吸着電極１３３に設置及び離脱させるために被処理基板を昇降させる突き上げ機構１４３がある。
【０００７】
このように構成された従来のプラズマ処理装置１３０について、以下にその動作を説明する。まず、被処理基板１３２は、静電吸着電極内の１対の内部電極１４２に直流電源１３４にてそれぞれ正の電圧、負の電圧が印加されることで、プラズマ処理に最適な温度となる様、静電吸着電極１３３の表面に固定される。そしてこの状態で、被処理基板１３２に対して通常のプラズマ処理が施される。
【０００８】
上記プラズマ処理終了後、直流電源１３４を遮断したとしても、残留電荷が静電吸着電極１３３の表面の絶縁層に残留する。よって、被処理基板１３２は静電吸着電極１３３に吸着された状態が維持される。したがって被処理基板１３２を破損などなく安定して静電吸着電極１３３から突き上げ機構１４３によりはく離するために、切り替え機構１３５により極性を反転した直流電圧を上記内部電極に印加することで、被処理基板１３２における上記残留電荷を打ち消した後、突き上げ機構１４３により被処理基板を静電吸着電極から離脱させる。その後、紫外線光源１３７に相当する例えば水銀ランプの紫外光を石英ガラス１３８を介して上記絶縁層表面に照射して、静電吸着電極１３３の絶縁層の表面の残留電荷を消滅させる。しかしながら、上記公報に記載されるように、上記内部電極に極性を反転した直流電圧を印加しただけでは、上記残留電荷は完全に除去することは出来ない。又、上記直流電圧の印加時間が長過ぎた時には、逆に静電吸着電極１３３は被処理基板１３２を吸着してしまう場合がある。その結果、上記突き上げ機構１４３により被処理基板１３２を離脱することができず、被処理基板１３２を次工程へ搬送する際にトラブルを起こす場合がある。さらにその残留吸着はプラズマ処理条件である処理圧力、ガス種類、ガス流量、ガス流量比その他のパラメーター、あるいは処理する基板の個体差により変化す

るという問題があった。
【０００９】
また、静電吸着電極１３３において、ダストが発生するという問題がある。図６において説明する。１３３Ａは静電吸着電極における基板２との外周縁部の連続した面での接触部である。１３３Ｂは静電吸着電極における基板との接触面の端部、１３３Ｄは静電吸着電極における基板が接触していない面で凹形状となっている部分である。この凹形状は最適なプラズマ処理を行う際の基板温度制御を可能とするという観点から、静電吸着電極と基板との接触面積を決定している。よってダストの発生、及びその巻き上げに関する事項については考慮されていない。また基板自身は本プラズマ処理装置１３０に投入された時点からある程度の歪みを持っている。そのため、直流電圧を印加し基板１３２を所定の電圧を急激に印加しにて吸着を行う際、基板の歪みが静電吸着電極の表面を擦る様に吸着するため、基板裏面もしくは静電吸着電極が削られるという現象がある。また、１３３Ｂにより基板を吸着する際の摩擦抵抗が大きくなりさらに基板裏面もしくは静電吸着電極が削られる。よって、その削れがダスト源となり、歩留まりを落とすという問題がある。これは基板が大型化するほど顕著となる。このようなことから上述した従来のプラズマ処理装置１３０では、その信頼性に問題がある。
【００１０】
【発明が解決しようとする課題】
本発明は、このような課題を解決するためになされるもので、基板と基板保持台との離脱が、処理条件、基板の個体差等の問題なく行われるように、残留電荷による基板と基板保持台の間に生じた吸着力を減少させる。同時に、吸着により発生する基板と基板保持台の削れによるダストの発生、及びその巻き上げを防ぐ方法を提供することを目的とする。
【００１１】
【課題を解決するための手段】
本願請求項１に係る発明は、真空容器内に設けられた基板保持台に裏面を接触させて保持される基板をプラズマ処理する方法であって、前記基板保持台に第１及び第２の静電吸着用の電極が内蔵され、かつ、前記基板保持台の中心側に設けられた前記第１の静電吸着用の電極に直流電圧を第１の電圧値まで上昇させ、次いで前記第１の電圧値から最大電圧値まで除々に印加することで前記基板を帯電させた後、前記第１の静電吸着用の電極の外側に設けられた前記第２の静電吸着用の電極に直流電圧を第１の電圧値まで上昇させ、次いで前記第１の電圧値から最大電圧値まで除々に印加すること前記基板を帯電させることで前記基板を前記基板保持台に吸着させる第１工程と、前記第２の静電吸着用の電極に印加される直流電圧を第１の電圧値まで下降させ、次に前記第１の電圧値から０Ｖまで電圧を段階的に下降させることで帯電を除去した後、前記第１の静電吸着用の電極に印加される直流電圧を第１の電圧値まで下降させ、次に前記第１の電圧値から０Ｖまで電圧を段階的に下降させることで前記基板への帯電を除去する第２工程とを有することを特徴とするプラズマ処理方法である。
【００１８】
この発明によれば、被処理基板の残留吸着を解消し、被処理基板の搬送トラブルがなく装置の信頼性を高め、かつ最適なプラズマ処理を行う際の基板温度制御を可能とする。同時にダストの発生、及びその巻き上げによる製品不良を無くすることができる。さらに、それぞれの手段及び方法は、単独でも十分上記効果を発揮することができる。
【００１９】
【発明の実施の形態】
本発明の一実施形態の装置及び方法について、図１を用いて説明する。
【００２０】
以下本発明の具体例を、反応性イオンエッチング型のドライエッチング装置を例に、図面を参照しながら説明する。
【００２１】
（実施の形態１）

図１において、１は真空排気手段と反応ガス供給手段を有した真空容器、２は被処理基板のＳｉウェハー、３は静電吸着型の基板保持台で、厚さ５ｍｍのアルミナ誘電体部４と内部に冷却水路（図示せず）を有すアルミニウム製ベース部５からなり、アルミナ誘電体４の表面から５００μｍの内部にタングステンからなる２対の静電吸着用内部電極６Ａ、６Ｂ、６Ｃ、６Ｄを内蔵している。平面的な特徴を図４に図示している。６Ａは基板中心部に正の電圧を印加し、６Ｂは基板中心部に負の電圧を印加する構成である。６Ｃは６Ａの外周部の位置にて正の電圧を印加し、６Ｄは６Ｂの外周部の位置にて負の電圧を印加できる構成である。

【００２２】

基板保持台の表面部の構成を断面図を図２で示す。３Ａは基板保持台における基板との外周縁部の連続した面での接触部である。３Ｃは基板保持台における３Ａの面と同心円状かつ内側に位置し、３Ａと同心円状に形成された帯状の接触部である。３Ａ、３Ｃの接触面は、基板外周縁部からほぼ同一幅の形状にて形成され、合計面積が基板平面面積の５％程度となるよう形成されている。また３Ｂは基板保持台凹部の曲面部、３Ｄは基板保持台における基板が接触していない面で凹形状となっている部分で、深さ１００μｍ、図２中のＤ２である。３Ｅは凹部３Ｄよりさらに凹形状となっており、深さ３００μｍ、図２中のＤ１である。

【００２３】

基板保持台の平面形状を図３で示す。この時３Ｅは３Ｅと３Ｄの積算面積の２０％としてある。また、図１において、７は高周波フィルター、８Ａ・９Ａは正極の直流電源、８Ｂ・９Ｂは負極の直流電源、１０はコンデンサ、１１は１３．５６ＭＨｚの高周波電源、１２は接地された上部電極である。１３は基板保持台３表面と基板２裏面との間隙へ伝熱ガスである例えばＨｅガスの供給機構でバルブと流量コントローラからなる。１４は伝熱ガスの基板２裏面での圧力監視、制御機構で、圧力計と絞り弁から構成されている。基板保持台３内部には基板搬送のため、被処理基板２の突き上げ機構１５を有している。突き上げ機構１５はベローズにて大気よりシールされており、駆動源となる直動モーター１６と直結されている。

【００２４】

以上のように構成された、ドライエッチング装置について、図１を用いてその動作を説明する。

【００２５】

まず、真空容器１を真空排気し、基板保持台３上に被処理基板２を設置し、基板保持台中心部に位置する一対の内部電極６Ａ、６Ｂへ高周波フィルター７を通しそれぞれ直流電源８Ｂ、８Ａから正、負の直流電圧を印加する。この時印加電圧絶対値の最大は１．０ｋＶであるが、基板自身の歪みによる基板保持台との擦れを防止するため、１．０ｋＶの２０％である２００Ｖまでを５０Ｖ／秒にて上昇する。さらに６Ａ、６Ｂの外周部に位置する一対の内部電極６Ｃ、６Ｄへ高周波フィルター７を通しそれぞれ直流電源９Ｂ、９Ａから正、負の直流電圧を印加する。基板中央部の印加方法同様に、１．０ｋＶの２０％である２００Ｖまでを５０Ｖ／秒にて上昇する。基板の中央、外周とも基板保持台３に静電吸着したのち、絶対値２００Ｖを一気に１．０ｋＶまで印加する。吸着力を徐々に強めることにより、基板の歪みが静電吸着電極の表面になじむ様に吸着するため、基板裏面もしくは静電吸着電極が削られるという従来の現象を大きく低減できる。また直流電圧の上昇時間と裏面ガス供給による基板と基板保持台間の圧力（吸着力と反対の力）の上昇時間と比較すると圧力上昇の方が遅いため、従来通り同時に行うことができる。よってスループットの低下も防止できる。

【００２６】

ここで、直流電圧を最大値の２０％である２００Ｖにて上昇時間を変化させている理由として、基板の大きさと直流電圧による吸着力との相関により、２００Ｖ以下の領域にて基板と基板保持台との擦れが緩和できることが判明したからである。よって段階的に電圧値を上昇することにより無駄な時間を省くことが可能となった。

【００２７】
また基板保持台３は基板との設置面積が１５％となるよう構成されているため、プラズマ処理に最適な温度となる熱伝導効率となっている。同時に接触面積をできるだけ低減することで、後述している残留吸着の低減も実現している。さらに基板を吸着する際の摩擦抵抗が大きくなるという課題に対して、基板保持台における曲面部３Ｂをバフ等の柔軟な材質での表面研磨を行うことにより、曲率半径１０μｍ程度のなだらかな曲面を形成した。プロセス処理中の基板温度制御、ダストの低減という課題に対し、基板と基板保持台との接触面積最適化、直流電圧の印加方法最適化、吸着する際の摩擦抵抗低減により、解決することができた。
【００２８】
ここで、設置面積を基板平面面積１５％としたが、実験により１５％より大きいと、裏面Ｈｅガスとの接触面積が小さいため、Ｈｅガスによる除電効果がうすく残留吸着が起きやすい。また５％より小さいと、基板吸着時に基板の変形が発生し、最適な基板処理が行うことが困難となる。特に液晶基板等大型化すると上記現象が起きる。また曲面部３Ｂを曲率半径１０μｍ程度のなだらかな曲面を形成したが、５μｍより小さいと、基板と基板保持台との静止摩擦抵抗が大きく、吸着時の基板もしくは、基板保持台の削れが発生しやすいことも確認した。
【００２９】
ここで、３Ｂの形状は、機械加工的な処理による形成が望ましい。化学的、物理的反応による加工では、化学的、物理的結合の弱いところが局所的に加工されやすくエッジ等が残り、本来の目的を達成することが困難である。機械加工的処理は突起物を削り落とすよう加工するため、なだらかにしやすいという特徴がある。
【００３０】
次の動作として、Ｈｅ供給機構１３により基板２裏面にＨｅガスを１０ｃｃ／分導入し、圧力制御機構１４により１４００Ｐａに調圧する。この時静電吸着電極の凹部３Ｅは凹部総面積（凹部３Ｃ、３Ｄの積算面積）の２０％であり、かつ全面ほぼ均等に配置されているため、基板と基板保持台間のＨｅガスによる圧力が、ほとんど同時に全面積均等に上昇する。よって従来発生していた局部的な圧力差による基板の歪みが発生せず、基板と基板保持台間の擦れが防止できる。さらに、最適な基板温度制御、残留吸着の抑制の目的は達成しつつ、基板外周縁部に３Ａと３Ｃの２重の接触面があるため、ラビリンス構造により裏面Ｈｅガスのシール性が高まり、Ｈｅガス漏れによるダストの吹き出しが防止できた。本実施例はＨｅガスのシール構造としてＯリング等のシール材を使わず、構造が簡単なことも特徴である。
【００３１】
ここで、３Ａ、３Ｃは基板平面面積の５％となるよう形成したが、これが１０％より大きいと、基板の外周縁部が裏面ガスとの接触部が少なくなるため温度制御性が悪化し、エッチング均一性の悪化等所定のエッチングが実現できなくなる。
【００３２】
本実施例では、凹部３Ｄは、深さ１００μｍであるが、実験では１００μｍより深い凹部であると、全体的な静電吸着力が低下し、基板と基板保持台との接触面積の増減だけでは、制御が困難となった。また基板保持台の冷却水路に流す水温と基板温度との差が拡大し、すなわち温度制御性も悪化した。また３Ｅは凹部３Ｄよりさらに凹形状となっており、その凹部の総面積のうち深さ１００μｍの部分が８０％、かつ深さ３００μｍが２０％としたが、２０％より大きいと全体的な静電吸着力が低下し、基板と基板保持台との接触面積の増減だけでは、制御が困難となった。
【００３３】
さらに、次の動作として、ガス導入口３０より反応ガスであるCF_4を３０ｃｃ／分と、O_2を５ｃｃ／分同時に導入し、２０Ｐａに調圧し、高周波電源１１から高周波電力を２分岐させた後に直流電圧をカットするコンデンサ１０を通して、一対の内部電極６に供給することによりプラズマを発生させ、被処理基板２を裏面Ｈｅで効率よく冷却しながら、

所望のドライエッチングが達成される。エッチングが終了した後、高周波電力、反応ガス及び、裏面Ｈｅの供給を止め、一旦、排気システム３１にて真空排気を行いながら、直流電源８Ａ・Ｂ、９Ａ・Ｂの出力を止める。この状態で、基板２は所望のエッチングが行われた事になるが、基板２のプラズマからの帯電と、基板保持台３の絶縁層表面と基板２の裏面との間に存在する残留電荷のために、基板２が未だ吸着されており、このまま基板２を搬送するため、突き上げ機構１５で基板保持台３から剥離さそうとすると、搬送トラブル、被処理基板２の破損を起こしてしまう。また、搬送トラブル、被処理基板２の破損を起こさない程度のわずかな残留吸着であっても、基板吸着の際に発生した基板裏面もしくは静電吸着電極の削れが、突き上げ機構１５で基板保持台３から剥離する際の基板のわずかな振動により、ダストととして基板表面に回り込み、歩留まり低減の原因となってしまう。この課題に対応するため、静電吸着を止める際の直流電源８Ａ・Ｂ、９Ａ・Ｂの止め方にて対応した。まず基板保持台の外周部に位置する一対の内部電極６Ｃ、６Ｄを絶対値１．０ｋＶから２００Ｖへ落とし、次に２００Ｖから０Ｖまでを５０Ｖ／秒にて下降する。次に基板保持台中心部に位置する一対の内部電極６Ａ、６Ｂを絶対値は１．０ｋＶから２００Ｖへ落とし、２００Ｖから０Ｖまでを５０Ｖ／秒にて下降させる。このように段階的に帯電量を落とすことにより、残留電荷が低減され残留吸着を起こさない。従来の例では、５００Ｐａ（３．８ｇｆ／ｃｍ^2）程度の残留吸着が発生する場合があったが、今回の例で常時１００Ｐａ以下（０．８ｇｆ／ｃｍ^2）まで低減できた。搬送トラブル、被処理基板２の破損を防止することはもちろん、わずかな残留吸着も無くし、ダストの基板表面への回り込みを防止できた。

【００３４】

ここで、直流電圧を最大値の２０％である２００Ｖにて下降時間を変化させている理由としては、上昇時と同じ理由による。

【００３５】

本実施例においては、除電プラズマプロセスを用いず、また真空容器１内部にコロナ放電用の高電圧電極などを有しないため、真空容器１からのマイクロスパッタによる発塵、電極材料からの不純物汚染や発塵は引き起こさない。また、デバイスダメージ（例えばＭＯＳトランジスターのしきい値電圧のシフトなど）を誘発することもない。

【００３６】

以上のように本実施例によれば、静電吸着を行う際のダスト発生を抑制し、また基板と基板保持台間に導入するＨｅガスが容器内に漏れることによるダストの吹き出しを無くすことができる。さらに静電吸着とプラズマ処理とを行うことにより被処理基板と絶縁層表面に発生する残留吸着を、搬送、ダストトラブルの発生しないレベルまで低減できる。

【００３７】

なお、本実施例においては、

（１）直流電圧値の上昇、下降の方法、

（２）直流電圧印加場所の制御方法、

（３）基板と基板保持台との設置面積、

（４）接触面の端部の形状

（５）基板外周縁部の設置面構造

（６）基板保持台の凹部形状

を全て有する形態について説明したが、上記（１）～（７）はそれぞれ単独で実施しても十分な効果が得られることが確認されている。同時に実施することがより好ましいのは言うまでもない。

【００３８】

本実施例において、基板保持台凹部を同心円状としたが、形状を制限するものではない。しかし基板と均等に接触する配置とした方が温度制御的に好ましい。

【００３９】

また、実施例において、直流電圧を印加する内部電極を同心円状に配置しているが、形状を制限するものではない。しかし、正負電極面積は同等の方が温度制御的には好ましく、

できるだけ小面積内で正負電極が存在する方が、例えば櫛形状とした方が均等な吸着ができる。

【００４０】

また、実施例において、基板裏面に流すガスとして、Ｈｅガスを用いたがこれ以外の不活性ガスや別のガスを用いても良い。

【００４１】

また、実施例において、基板裏面に流すＨｅガスの配管系統は実施例記載の系統に限られるものでなく、基板裏面にガスを供給できればいずれの配管系統を用いても良い。

【００４２】

また、実施例において、基板保持台を一対の内部電極を有するいわゆる双極型の静電吸着電極としたが、単極型の静電吸着電極に本発明の静電吸着電極の形状を用いても同様の効果が得られる。

【００４３】

また、実施例において、静電吸着型の基板保持台としたが、表面が絶縁物で覆われ、接地あるいは高周波電力が印加される基板保持台であっても、絶縁材料の基板の場合特に残留吸着による搬送トラブルが起こり得、このような場合本発明を用いても同様の効果が得られる。

【００４４】

また、実施例において、反応性イオンエッチング型のドライエッチング装置としたが、プラズマの発生方法はこれに限られるものでなく、誘導結合型、ＥＣＲ型、ヘリコン波型、表面波型等のプラズマ発生方法としてもよい。

【００４５】

また、実施例において、ドライエッチング装置を例にとって説明したが、プラズマＣＶＤ装置や、スパッタリング装置、アッシング装置に本発明を用いてもよい。

【００４６】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、被処理基板を基板保持台へ静電吸着する際のダスト発生を低減する。また静電吸着を止めた際の残留吸着を解消し、搬送トラブル、発塵やデバイスダメージによる製品不良を無くするという有利な効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の一実施例の形態におけるプラズマ処理装置の反応室の断面図

【図２】本発明の一実施例の形態における基板保持台の断面図

【図３】本発明の一実施例の形態における基板保持台の平面図

【図４】本発明の一実施例の形態における基板保持台の静電吸着電極部の平面図

【図５】従来のプラズマ処理装置の反応室の断面図

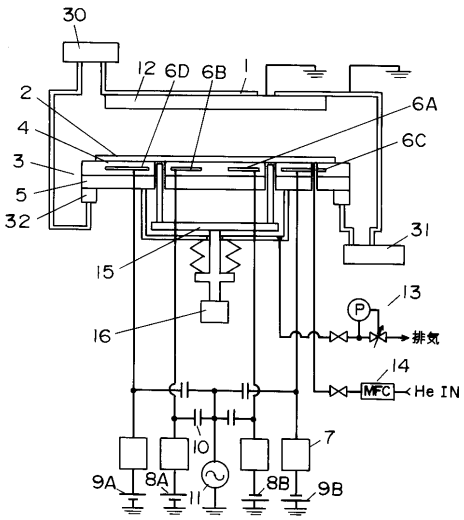
【図６】従来のプラズマ処理装置における基板保持台の断面図

【符号の説明】

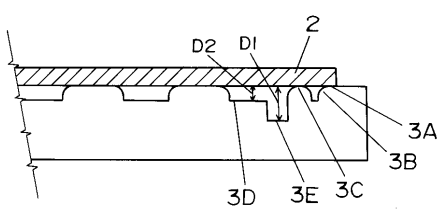
１　真空容器
２　被処理基板
３　基板保持台
４　絶縁層
５　アルミニウムベース
６Ａ、６Ｂ、６Ｃ、６Ｄ　内部電極
７　高周波フィルター
８Ａ・８Ｂ　直流電源
９Ａ・９Ｂ　直流電源
１０　コンデンサー
１１　高周波電源
１２　上部電極
１３　冷却Ｈｅ圧力調整機構

１４　冷却Ｈｅ流量調整機構
１５　突き上げ機構
１６　直動モーター

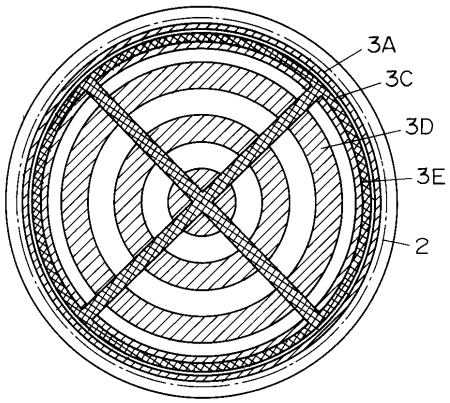
【図１】



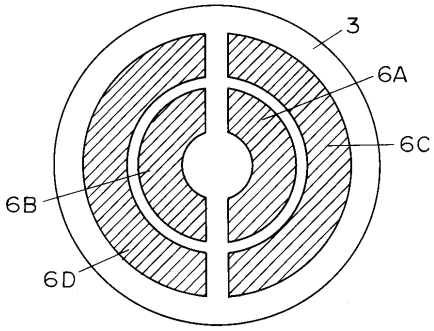
【図２】



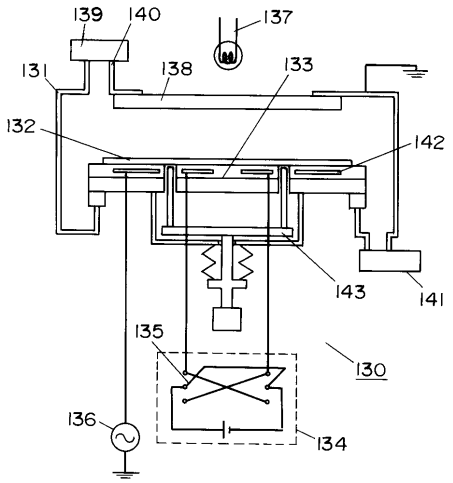
【図３】



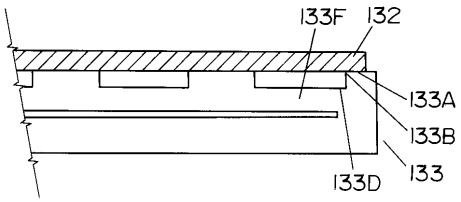
【図４】



【図５】


139
140
137
131
138
133
132
142
143
141
135
130
136
134

【図６】


133F
132
133A
133B
133
133D

フロントページの続き

(72)発明者　松井　卓也
大阪府門真市大字門真１００６番地　松下電器産業株式会社内
(72)発明者　山本　重之
大阪府門真市大字門真１００６番地　松下電器産業株式会社内

審査官　伊藤　元人

(56)参考文献　特開平０７－２０４９６２（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－０９４５７６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H01L 21/683
C23F 4/00
H02N 13/00
H05H 1/46