(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3754157号

(P3754157)

(45)発行日　平成18年3月8日(2006.3.8)　(24)登録日　平成17年12月22日(2005.12.22)

(51)Int.Cl.		F I		
C23C 16/44	(2006.01)	C23C	16/44	A
C23C 16/50	(2006.01)	C23C	16/50	
H01L 21/203	(2006.01)	H01L	21/203	S
H01L 21/205	(2006.01)	H01L	21/205	
H01L 21/31	(2006.01)	H01L	21/31	C

請求項の数 2　(全 23 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願平8-356974
(22)出願日　平成8年12月26日(1996.12.26)
(65)公開番号　特開平9-235676
(43)公開日　平成9年9月9日(1997.9.9)
審査請求日　平成14年6月27日(2002.6.27)
(31)優先権主張番号　特願平7-352700
(32)優先日　平成7年12月28日(1995.12.28)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(73)特許権者　000001122
株式会社日立国際電気
東京都中野区東中野三丁目１４番２０号
(74)代理人　100098534
弁理士　宮本　治彦
(72)発明者　寺崎　昌人
東京都中野区東中野三丁目１４番２０号
国際電気株式会社内
(72)発明者　筒口　和典
東京都中野区東中野三丁目１４番２０号
国際電気株式会社内

審査官　真々田　忠博

最終頁に続く

(54)【発明の名称】プラズマ処理方法およびプラズマ処理装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

処理室内に反応ガスを供給し、前記処理室内の前記反応ガスに高周波を印加して発生させたプラズマを利用して前記処理室内の基板載置台に載置された基板のプラズマ処理を行う工程と、

前記高周波の印加を止め、前記高周波の印加を止めた後も、前記処理室内に前記反応ガスの供給を続けながら、前記基板を前記基板載置台から離脱させる工程と、

その後、前記基板を前記処理室から搬出する工程と、

を有することを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項２】

基板にプラズマ処理を施す処理室と、

前記処理室内に高周波を印加可能な高周波印加用電極と、

前記処理室内に設けられた基板載置手段と、

前記処理室内に連通するガス供給管と、

前記処理室内に連通する排気管と、

前記基板載置手段から前記基板を離脱させる基板離脱手段と、

前記ガス供給管により前記処理室内にプラズマ処理用反応ガスを供給すると共に前記排気管より前記ガスを排気しつつ前記電極により前記反応ガスに高周波を印加して前記基板載置手段に載置された前記基板を所定時間プラズマ処理し、次いで前記高周波の印加を止め、前記高周波の印加を止めた後も、前記処理室内に前記ガス供給管により前記反応ガス

の供給を続けながら、前記基板離脱手段により前記基板を前記基板載置手段から離脱させる様制御するコントローラと、
を有することを特徴とするプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明はプラズマ処理方法およびプラズマ処理装置に関し、特に、半導体素子や液晶表示素子（ＬＣＤ）の製造に使用されるプラズマＣＶＤ（Ｃｈｅｍｉｃａｌ　Ｖａｐｏｒ　Ｄｅｐｏｓｉｔｉｏｎ）法およびプラズマＣＶＤ装置に関する。

【０００２】

【従来の技術】

従来のプラズマＣＶＤ法においては、例えば、処理室内を所定のガスにより所定の圧力に調圧しつつ高周波電源によりカソード、アノード間に高周波電力を印加してプラズマを発生させてアノード側の基板載置台上に載置された基板に成膜を行い、成膜に必要な所定の時間が経過すると、高周波電力の印加と反応ガスの導入と処理室内の調圧とを同時に止めて処理室内を高真空状態となるように排気し、処理室内が所定の真空度に到達した後に、基板載置台から基板を離して持ち上げ、その後、搬送ロボットにより基板を処理室から搬出していた。

【０００３】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、成膜後、上述した従来のプラズマＣＶＤ法のシーケンスによって基板を搬送すると、基板搬送時に、基板が近接するカソードに付着したままであったり、基板がカソードに一旦付着し、その後基板載置台に落ちてきたり、また、落ちてきて基板が割れてしまったりして、基板搬送ミスを起こすことがあった。また、基板が近くの接地されている場所とスパークを起こす場合があり、その結果、成膜した膜やデバイスパターンが飛ばされてしまってパターン欠落が生じ、それにより絶縁されていた場所が破壊されるいわゆる絶縁破壊が起こる場合もあった。このように、基板搬送ミスや絶縁破壊が発生する場合があるので、従来のプラズマＣＶＤ法のシーケンスでは、安定して成膜プロセス処理ができなかった。

【０００４】

従って、本発明の目的は、プラズマ処理終了後の基板搬送ミスや絶縁破壊を防止できるプラズマ処理方法およびプラズマ処理装置を提供することにある。

【０００５】

【課題を解決するための手段】

本発明者らは、鋭意研究の結果、上記基板搬送ミスや絶縁破壊が、成膜中のプラズマ放電により基板に生じた帯電電荷や、基板を基板載置台から離すときに起こる剥離帯電によって基板に生じた帯電電荷が原因となって引き起こされていると考えるに至った。すなわち、基板は、成膜中のプラズマ放電により基板載置台上において既に帯電しているが、基板を高真空中で基板載置台から離して持ち上げると、剥離帯電が生じ、基板の帯電電位はさらに大きくなる。なお、この剥離帯電による帯電電位は、基板持ち上げの速度が大きければ大きいほど大きくなり、速度が小さければその分抑制される。このように、プラズマにより基板が帯電し、剥離帯電により基板の帯電電位が大きくなるので、静電気により、基板搬送時に、基板が近接するカソードに付着したままであったり、基板がカソードに一旦付着し、その後基板載置台に落ちてきたり、また、落ちてきて基板が割れてしまったりして、基板搬送ミスを起こしていた。また、基板に帯電した電荷は、どこか近くの接地されている場所に逃げようとするので、基板が近くの接地されている場所とスパークを起こし、その結果、成膜した膜やデバイスパターンが飛ばされてしまってパターン欠落が生じ、それにより絶縁されていた場所が破壊されるいわゆる絶縁破壊が起こっていた。

【０００６】

本発明は以上の知見に基づいてなされたものであり、

本発明によれば、
処理室内に反応ガスを供給し、前記処理室内の前記反応ガスに高周波を印加して発生させたプラズマを利用して前記処理室内の基板載置台に載置された基板のプラズマ処理を行う工程と、
前記高周波の印加を止め、前記高周波の印加を止めた後も、前記処理室内に前記反応ガスの供給を続けながら、前記基板を前記基板載置台から離脱させる工程と、
その後、前記基板を前記処理室から搬出する工程と、
を有することを特徴とするプラズマ処理方法が提供される。
また、本発明者らは、
処理室内のガスに高周波を印加して発生させたプラズマを利用して前記処理室内の基板載置台に載置された基板のプラズマ処理を行う工程と、
前記高周波の印加を止めた後、前記処理室内において前記基板を所定のガス雰囲気中に所定の時間晒す工程と、
その後、前記基板を前記処理室から搬出する工程と、
を有することを特徴とするプラズマ処理方法を案出した。

【０００７】
高周波の印加を止めた後、処理室内において基板を所定のガス雰囲気中に所定の時間晒すことにより、プラズマ処理中にプラズマ放電により基板に生じた帯電電荷が除去されると本発明者らは考えている。

【０００８】
上記本発明者らが案出したプラズマ処理方法において、好ましくは、
前記基板を前記所定のガス雰囲気中に晒す前記工程が、
前記所定のガス雰囲気中で前記基板の帯電を除去する工程である。

【０００９】
また、好ましくは、
前記基板を前記所定のガス雰囲気中に晒す前記工程が、
前記所定のガス雰囲気中で前記基板を前記基板載置台から離す工程を含んでいる。このように所定のガス雰囲気中で基板を基板載置台から離せば、剥離帯電が除去、抑制または防止されると本発明者らは考えている。

【００１０】
また、好ましくは、
前記基板を前記所定のガス雰囲気中に晒す前記工程が、
前記処理室内において前記基板を前記基板載置台に載置した状態で、前記基板を前記所定のガス雰囲気中に前記所定の時間晒す工程であり、
その後、前記処理室内において前記基板を前記基板載置台から離す工程をさらに有する。

【００１１】
また、好ましくは、
前記基板を前記基板載置台から離す前記工程を、第２の所定のガス雰囲気中で行う。

【００１２】
また、好ましくは、
前記第２の所定のガス雰囲気のガスが前記所定の雰囲気のガスと同じである。

【００１３】
この場合には、好ましくは、基板を基板載置台に載置した状態で基板を所定のガス雰囲気中に所定の時間晒した後、連続して、同じガス雰囲気中で基板を基板載置台から離す。

【００１４】
また、好ましくは、
前記基板を前記所定のガス雰囲気中に晒す前記工程が、
前記高周波の印加を止めた直後に前記処理室内において前記基板を前記所定のガス雰囲気中に前記所定の時間晒す工程である。

【００１５】

また、好ましくは、
前記基板のプラズマ処理を行う前記工程が、
前記処理室内にガスを流入すると共に前記処理室からガスを排気して前記処理室内を所定の圧力に制御しつつ、前記処理室内のガスに高周波を印加して発生させたプラズマを利用して前記処理室内の前記基板載置台に載置された前記基板のプラズマ処理を行う工程であり、
前記基板を所定のガス雰囲気中に晒す前記工程が、
前記プラズマ処理後前記高周波の印加を止め、前記処理室内に流入するガスのうち少なくとも１つのガスの流入を前記高周波の印加を止めた後も継続しつつ前記処理室内において前記基板を前記所定のガス雰囲気中に前記所定の時間晒す工程である。

【００１６】
このようにすれば、高周波の印加を止めるだけ、あるいは、高周波の印加を止めると共に不必要なガスの供給を止めるだけでよく、成膜に使用したガスを他のガスに切り替える必要がなくなるから、ガスの切り替えに伴うロス時間が発生することが防止される。また、処理室や基板に接するガス種はプラズマ処理時と同じであるので、汚染という心配がなくなり、さらに、次のプラズマ処理も再現性良く行えるようになる。なお、ガス雰囲気の圧力も、成膜時と同じにすることが好ましい。

【００１７】
また、好ましくは、
前記処理室内に流入するガスのうち少なくとも１つのガスの流入を継続しつつ前記基板を前記所定のガス雰囲気中に晒す前記工程が、
前記プラズマ処理後前記高周波の印加を止め、前記プラズマ処理時に前記処理室内に流入するガスのうちすべてのガスの流入を前記高周波の印加を止めた後も継続しつつ前記処理室内において前記基板を前記所定のガス雰囲気中に前記所定の時間晒す工程である。

【００１８】
このようにすれば、高周波の印加を止めるだけでよくなり、操作が簡単なものとなる。さらに、ガス雰囲気の圧力も、成膜時と同じにすれば、操作がなおさら簡単なものとなる。

【００１９】
また、好ましくは、
前記所定のガス雰囲気および前記第２の所定のガス雰囲気が、前記処理室内においてガスを流し続けるガス雰囲気である。

【００２０】
また、好ましくは、
前記所定のガス雰囲気および前記第２の所定のガス雰囲気が、前記処理室からの排気を止めたガス雰囲気である。

【００２１】
また、好ましくは、
前記所定のガス雰囲気および前記第２の所定のガス雰囲気が、圧力制御されたガス雰囲気である。

【００２２】
また、好ましくは、
前記所定のガス雰囲気および前記第２の所定のガス雰囲気が、プラズマ処理時と同圧力に制御されたガス雰囲気である。

【００２３】
また、好ましくは、
前記所定のガス雰囲気および前記第２の所定のガス雰囲気が、プラズマ処理時と同流量に制御されたガスを流すガス雰囲気である。このようにすれば、ガスの操作が容易となる。

【００２４】
また、好ましくは、
前記所定のガス雰囲気および前記第２の所定のガス雰囲気が、圧力を０．２乃至１．５Ｔ

ｏｒｒに制御されたガス雰囲気である。なお、この圧力は、プラズマ処理がプラズマＣＶＤである場合、そのなかでもプラズマＣＶＤ法による酸化シリコンの成膜である場合に、特に好ましい範囲である。

【００２５】

また、好ましくは、

前記所定のガス雰囲気および前記第２の所定のガス雰囲気が、プラズマ処理時に使用したガスのうちの１種類以上のガスからなる。

【００２６】

このようにすれば、処理室や基板に接するガス種はプラズマ処理時と同じであるので、汚染という心配がなくなり、さらに、次のプラズマ処理も再現性良く行えるようになる。なお、ガス雰囲気の圧力も、成膜時と同じにすることが好ましい。

【００２７】

また、好ましくは、

前記所定のガス雰囲気および前記第２の所定のガス雰囲気が、少なくとも１種類の還元性ガスを含むガス雰囲気である。このような還元性ガスとしては、NH_3 、PH_3 、H_2 、SiH_4 等が好適に使用される。

【００２８】

また、好ましくは、

前記所定のガス雰囲気および前記第２の所定のガス雰囲気が、酸素原子をその構造式中に有するガスを少なくとも一種類含むガス雰囲気である。酸素原子をその構造式中に有するガスとしては、例えば、N_2 Ｏが挙げられる。

【００２９】

また、好ましくは、

前記プラズマ処理が、プラズマＣＶＤ法による前記基板上への成膜である。

【００３０】

なお、プラズマＣＶＤ法により成膜される膜としては、例えば、ＬＣＤの製造では、SiO_2 膜、ＳｉＮ膜、アモルファスシリコン膜、n^+ －アモルファスシリコン膜等が挙げられる。このなかでも、特に、SiO_2 膜とＳｉＮ膜の成膜の場合に本発明は特に顕著な効果がある。なお、ＬＣＤ製造の場合には、基板としては主にガラス基板が用いられる。また、本発明は半導体素子の製造にも適用され、この場合には、基板としては主としてＳｉウェーハが用いられる。

【００３１】

また、好ましくは、

前記プラズマ処理がプラズマＣＶＤ法による前記基板上への成膜であり、

前記所定のガス雰囲気および前記第２の所定のガス雰囲気が、成膜された膜の成分原子をその構造式中に含むガスからなる雰囲気である。

【００３２】

このように、成膜された膜の成分原子をその構造式中に含むガスからなる雰囲気中に基板を晒せば、処理室及び基板に接するのは、成膜時と同種のガス成分であるので、汚染という心配が少なくまたはなくなり、また次のプラズマ処理も再現性の良いものとすることができる。

【００３３】

また、好ましくは、

前記プラズマ処理がプラズマＣＶＤ法による酸化シリコン膜の成膜であり、

前記所定のガス雰囲気および前記第２の所定のガス雰囲気が、Ｓｉ原子をその構造式中に有するガス、酸素原子をその構造式中に有するガスならびにＳｉ原子および酸素原子をその構造式中に有するガスのうち少なくとも１種類以上のガスからなる雰囲気である。

【００３４】

また、好ましくは、

前記プラズマ処理がプラズマＣＶＤ法による窒化シリコン膜の成膜であり、

前記所定のガス雰囲気および前記第２の所定のガス雰囲気が、Ｓｉ原子をその構造式中に有するガス、窒素原子をその構造式中に有するガスならびにＳｉ原子および窒素原子をその構造式中に有するガスのうち少なくとも１種類以上のガスからなる雰囲気である。

【００３５】

また、好ましくは、

前記プラズマ処理が、プラズマＣＶＤ法による１３族または１５族の不純物がドーピングされたアモルファスシリコン膜の成膜であり、

前記所定のガス雰囲気および前記第２の所定のガス雰囲気が、

前記アモルファスシリコン膜が１３族の不純物がドーピングされたアモルファスシリコン膜である場合には、Ｓｉ原子をその構造式中に有するガス、１３族の原子をその構造式中に有するガスならびにＳｉ原子および１３族の原子をその構造式中に有するガスのうち少なくとも１種類以上のガスからなる雰囲気であり、前記アモルファスシリコン膜が１５族の不純物がドーピングされたアモルファスシリコン膜である場合には、Ｓｉ原子をその構造式中に有するガス、１５族の原子をその構造式中に有するガスならびにＳｉ原子および１５族の原子をその構造式中に有するガスのうち少なくとも１種類以上のガスからなる雰囲気である。

【００３６】

１３族の不純物としては、例えばＢが挙げられ、この場合には、１３族の原子をその構造式中に有するガスとしては、B_2H_6等が好ましく用いられる。

【００３７】

１５族の不純物としては、例えばＰやＡｓが挙げられ、この場合には、１５族の原子をその構造式中に有するガスとしては、PH_3 やＡｓH_3 等が好ましく用いられる。

【００３８】

また、好ましくは、

前記プラズマ処理が、プラズマＣＶＤ法によるｎ型のアモルファスシリコン膜の成膜であり、

前記所定のガス雰囲気および前記第２の所定のガス雰囲気が、Ｓｉ原子をその構造式中に有するガス、燐原子をその構造式中に有するガスならびにＳｉ原子および燐原子をその構造式中に有するガスのうち少なくとも１種類以上のガスからなる雰囲気である。

【００３９】

燐原子をその構造式中に有するガスとしては、好ましくはPH_3 が用いられる。また、この方法は、特にn^+ 型のアモルファスシリコン膜の成膜に好適に用いられる。

【００４０】

また、好ましくは、

前記プラズマ処理が、プラズマＣＶＤ法によるアモルファスシリコン膜の成膜であり、

前記所定のガス雰囲気および前記第２の所定のガス雰囲気が、Ｓｉ原子をその構造式中に有するガスからなる雰囲気である。

【００４１】

また、好ましくは、

前記所定のガス雰囲気および前記第２の所定のガス雰囲気が、不活性ガスまたは水素ガスをさらに含む。

【００４２】

このように、本発明は、原料ガスとして、不活性ガスまたは水素ガスによって希釈された反応ガスを用いた場合にも有効に適用される。なお、不活性ガスとしては、N_2 ガスやＨｅ、Ｎｅ、Ａｒ、Ｋｒ、Ｘｅ等の希ガスが用いられる。

【００４３】

また、好ましくは、

Ｓｉ原子をその構造式中に有する前記ガスが、Si_nH_{2n+2} （ｎは１以上の整数）で表されるガスである。

【００４４】

例えば、Ｓｉ原子をその構造式中に有するガスが、SiH_4 である場合、高周波の印加を止めた後、SiH_4 雰囲気のままとしても良いが、Si_2H_6やSi_3H_8に切り替えても良く、これらのガスはSi_nH_{2n+2} の構造式で表されるガスである。

【００４５】

また、好ましくは、

前記所定のガス雰囲気および前記第２の所定のガス雰囲気が、H_2 ガスをさらに含む。

【００４６】

例えば、成膜用のガスが、Si_nH_{2n+2} の構造式からなるガスの場合、Ｓｉは成膜に寄与し、Ｈ原子の一部はH_2 になり排気される。従ってSi_nH_{2n+2} の構造式からなるガスにH_2 ガスを添加しても何等差し障りはない。

【００４７】

また、好ましくは、

Ｓｉ原子をその構造式中に有する前記ガスが、SiF_4 、SiH_2Cl_2 およびSi_2F_6 からなる群より選ばれる１以上のガスである。

【００４８】

窒化シリコン膜の成膜には、SiF_4 、SiH_2Cl_2またはSi_2F_6を使用することができ、その場合には、Ｓｉ原子をその構造式中に有するガスとして、SiF_4 、SiH_2Cl_2およびSi_2F_6からなる群より選ばれる１以上のガスが好ましく用いられる。

【００４９】

また、好ましくは、

酸素原子をその構造式中に有する前記ガスが、N_2O 、CO_2 、ＣＯおよびO_2 からなる群より選ばれる１以上のガスである。

【００５０】

酸化シリコン膜の成膜には、N_2O 、CO_2 、ＣＯまたはO_2 が好適に用いられるので、その場合には、酸素原子をその構造式中に有するガスとして、N_2O 、CO_2 、ＣＯおよびO_2 からなる群より選ばれる１以上のガスが好ましく用いられる。

【００５１】

また、好ましくは、

窒素原子をその構造式中に有する前記ガスが、NH_3 、N_2 およびNF_3 からなる群より選ばれる１以上のガスである。

【００５２】

窒化シリコン膜の成膜には、NH_3 、N_2 またはNF_3 が好適に用いられるので、その場合には、窒素原子をその構造式中に有するガスとして、NH_3 、N_2 およびNF_3 からなる群より選ばれる１以上のガスが好ましく用いられる。

【００５３】

また、好ましくは、

燐原子をその構造式中に有する前記ガスが、PH_3 である。

【００５４】

ｎ型のドーパントとしてＰが好適に用いられるので、その場合には、燐原子をその構造式中に有するガスとして、PH_3 が好ましく用いられる。

【００５５】

また、好ましくは、

前記高周波の印加を止めた後、前記所定のガス雰囲気に更に希ガスを加える。

【００５６】

また、好ましくは、

前記プラズマ処理が、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜、アモルファスシリコン膜、n^+－アモルファスシリコン膜、単結晶シリコン膜および多結晶シリコン膜のうちのいずれかの膜を、Ｆ原子をその構造式中に有するガスと、H_2 、Ｈｅ、N_2 、O_2 、NH_3 およびＣＯからなる群より選ばれる１種類以上のガスとからなるガスに高周波を印加して発生させたプラズマを利用してエッチングする処理であり、

前記所定のガス雰囲気および前記第２の所定のガス雰囲気が、Ｆ原子をその構造式中に有するガス、H_2 、Ｈｅ、N_2 、O_2 、NH_3 およびＣＯからなる群より選ばれる１以上のガスからなるガス雰囲気である。

【００５７】

Ｆ原子をその構造式中に有するガスとしては、F_2、SF_6、NF_3、CF_4、C_2F_6、C_3F_8、CHF_3 が好適に用いられ、エッチング処理では、好ましくは前記Ｆ原子をその構造式中に有するガスに、H_2、Ｈｅ、N_2、O_2、NH_3およびＣＯのうちのいずれかのガスを添加して処理が行われるので、前記所定のガス雰囲気および前記第２の所定のガス雰囲気を、Ｆ原子をその構造式中に有するガス、H_2 、Ｈｅ、N_2 、O_2 、NH_3 およびＣＯからなる群より選ばれる１以上のガスからなるガス雰囲気とすることが好ましい。

【００５８】

また、好ましくは、

前記プラズマ処理が、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜、アモルファスシリコン膜、n^+ －アモルファスシリコン膜、単結晶シリコン膜および多結晶シリコン膜のうちのいずれかの膜を、Ｃｌ原子をその構造式中に有するガスと、H_2 、Ｈｅ、N_2 、O_2 、NH_3 およびＣＯからなる群より選ばれる１種類以上のガスとからなるガスに高周波を印加して発生させたプラズマを利用してエッチングする処理であり、

前記所定のガス雰囲気および前記第２の所定のガス雰囲気が、Ｃｌ原子をその構造式中に有するガス、H_2 、Ｈｅ、N_2 、O_2 、NH_3 およびＣＯからなる群より選ばれる１以上のガスからなるガス雰囲気である。

【００５９】

Ｃｌ原子をその構造式中に有するガスとは、ＨＣｌ、Cl_2、BCl_3、CCl_4 が好適に用いられ、エッチング処理では前記Ｃｌ原子をその構造式中に有するガスに、H_2、Ｈｅ、N_2、O_2、NH_3およびＣＯのうちのいずれかのガスを添加して処理が行われるので、前記所定のガス雰囲気および前記第２の所定のガス雰囲気を、Ｃｌ原子をその構造式中に有するガス、H_2 、Ｈｅ、N_2 、O_2 、NH_3 およびＣＯからなる群より選ばれる１以上のガスからなるガス雰囲気とすることが好ましい。

【００６０】

また、好ましくは、

前記プラズマ処理が、ＩＴＯ（Ｉｎｄｉｕｍ　Ｔｉｎ　Ｏｘｉｄｅ）膜を、ＨＩガスに高周波を印加して発生させたプラズマを利用してエッチングする処理であり、

前記所定のガス雰囲気および前記第２の所定のガス雰囲気が、ＨＩガス雰囲気である。

【００６１】

また、好ましくは、

前記プラズマ処理が、Ａｌ膜を、ＨＣｌ、Cl_2 、BCl_3 およびCCl_4からなる群より選ばれる１種類以上のガスからなるガスに高周波を印加して発生させたプラズマを利用してエッチングする処理であり、

前記所定のガス雰囲気および前記第２の所定のガス雰囲気が、ＨＣｌ、Cl_2、BCl_3 およびCCl_4 からなる群より選ばれる１以上のガスからなるガス雰囲気である。

【００６２】

また、好ましくは、

前記プラズマ処理が、Ａｒ、Ｈｅ、ＫｒおよびＸｅからなる群より選ばれる１種類以上のガスからなるガスに高周波を印加して発生させたプラズマを利用するスパッタ処理であり、

前記所定のガス雰囲気および前記第２の所定のガス雰囲気が、Ａｒ、Ｈｅ、Ｋｒ、Ｘｅからなる群より選ばれる１以上のガスからなるガス雰囲気である。

【００６３】

また、好ましくは、

前記プラズマ処理が、フォトレジストを、O_2 、NF_3 およびH_2O からなる群より選ばれる１種類以上のガスからなるガスに高周波を印加して発生させたプラズマを利用し

てアッシングする処理であり、
前記所定のガス雰囲気および前記第２の所定のガス雰囲気が、O_2 、NF_3 およびH_2O からなる群より選ばれる１以上のガスからなるガス雰囲気である。
【００６４】
また、本発明によれば、
基板にプラズマ処理を施す処理室と、
前記処理室内に高周波を印加可能な高周波印加用電極と、
前記処理室内に設けられた基板載置手段と、
前記処理室内に連通するガス供給管と、
前記処理室内に連通する排気管と、
前記基板載置手段から前記基板を離脱させる基板離脱手段と、
前記ガス供給管により前記処理室内にプラズマ処理用反応ガスを供給すると共に前記排気管より前記ガスを排気しつつ前記電極により前記反応ガスに高周波を印加して前記基板載置手段に載置された前記基板を所定時間プラズマ処理し、次いで前記高周波の印加を止め、前記高周波の印加を止めた後も、前記処理室内に前記ガス供給管により前記反応ガスの供給を続けながら、前記基板離脱手段により前記基板を前記基板載置手段から離脱させる様制御するコントローラと、
を有することを特徴とするプラズマ処理装置が提供される。
また、本発明者らは、
基板にプラズマ処理を施す処理室と、
前記処理室内に高周波を印加可能な高周波印加用電極と、
前記処理室内に設けられた基板載置手段と、
前記処理室内に連通するガス供給管と、
前記処理室内に連通する排気管と、
前記ガス供給管により前記処理室内にプラズマ処理用ガスを供給すると共に前記排気管より前記ガスを排気しつつ前記処理室内を所定の減圧に制御しながら前記電極により前記ガスに高周波を印加して前記基板載置台に載置された基板を所定時間プラズマ処理し、次いで前記高周波の印加を止め、その後、前記プラズマ処理時に使用したプラズマ処理用ガスの構造式中に含まれる原子がその構造式中に含まれるガスを流す様制御するコントローラと、
を有することを特徴とするプラズマ処理装置を案出した。
【００６５】
上記本発明者らが案出したプラズマ処理装置において、好ましくは、
前記高周波印加用電極が、前記処理室内に互いに平行に設けられた平行平板型の２つの電極であり、
前記基板載置手段が前記２つの電極のうちの一方に設けられ、または前記基板載置手段が前記２つの電極のうちの前記一方の電極である。
【００６６】
また、好ましくは、
前記基板載置手段から前記基板を離脱させる基板離脱手段を更に有し、
前記コントローラが、前記高周波の印加を止めた後、プラズマ処理時に使用したプラズマ処理用ガスの構造式中に含まれる原子がその構造式中に含まれるガスを所定時間流した後、基板離脱手段により前記基板を前記基板載置手段から離脱する様制御するコントローラである。
【００６７】
また、好ましくは、
前記基板載置手段から前記基板を離脱させる基板離脱手段を更に有し、
前記コントローラが、前記高周波の印加を止めた後においても、プラズマ処理時に使用した前記プラズマ処理用ガスを継続して前記ガス供給管により前記処理室内に供給し続けると共に、前記高周波の印加を止めた直後からまたは前記高周波の印加を止めてから所定の

時間経過した後に、前記基板離脱手段により前記基板を前記基板載置手段から離脱する様制御するコントローラである。

【００６８】

【発明の実施の形態】

次に本発明の一実施の形態を図面を参照して説明する。

【００６９】

図１、図２はそれぞれ本発明の一実施の形態を説明するためのプラズマＣＶＤ装置の縦断面図および横断面図であり、図３は、本発明の一実施の形態のプラズマＣＶＤ装置に使用される基板搬送装置を説明するための平面図である。

【００７０】

本実施の形態のプラズマＣＶＤ装置１００は、成膜処理槽１０３０と、その両側の基板搬送室１１１０、１１２０とを備えている。成膜処理槽１０３０は、外槽２０と内槽７０とを備える２槽構造となっている。内槽７０が成膜処理室として機能する。内槽７０内には、カソード３０とアノード４０とが設けられている。カソード３０は、カソードヒータ３２とシャワープレート３４と反応ガス導入管３７とを備えている。

【００７１】

反応ガス導入管３７は使用ガスの種類により適宜分岐されるが、本実施の形態では、２つの反応ガス導入管３７１、３７２に分岐されており、反応ガス導入管３７１、３７２には開閉弁１００１、１００２ならびにマスフローコントローラ１００３、１００４がそれぞれ設けられている。これにより、反応ガスの選択をし、且つ流量制御しながら内槽７０内へ反応ガスを導入している。

【００７２】

カソードヒータ３２はシート状の抵抗加熱式ヒータ線３１とアルミニウム部材３３とからなっている。シャワープレート３４には複数の反応ガス分散口３５が設けられている。カソードヒータ３２とシャワープレート３４との間には、間隙３８が形成されている。

【００７３】

アノード４０はアノードヒータ４１とアノードヒータ４１上に設けられた基板載置台４４とを備えている。アノードヒータ４１はシート状の抵抗加熱式ヒータ線４２とアルミニウム部材４３とからなっている。

【００７４】

カソード３０には高周波電源８４が接続されており、アノード４０は接地されている。

【００７５】

外槽２０の上板２６にはＳＵＳ製の電極ホルダー７２が固定されている。電極ホルダー７２の内側には石英からなる絶縁体７６が電極ホルダー７２によって固定されている。絶縁体７６の内側には上述したカソード３０が設けられており、カソード３０は絶縁体７６によって外槽２０と絶縁されている。

【００７６】

アノードヒータ４１の周囲上にはインコネル製、アルミニウム製またはＳＵＳ製の内槽外壁７４が電極ホルダー７２と対応して設けられている。

【００７７】

アノードヒータ４１はヒータ駆動軸４６に固定されており、ヒータ駆動軸４６を上下させることによって上下する。なお、ヒータ駆動軸４６はエアシリンダ４７を上下させることによって上下する。

【００７８】

アノードヒータ４１が上昇すると、その上に設けられた内槽外壁７４も上昇し、電極ホルダ７２と当接する。

【００７９】

アノードヒーター４１には、排気管６１、６２が設けられている。排気配管６１は、外槽２０の底板２８に設けられた孔２７および排気管６３内に挿入されている。排気配管６２は、外槽２０の底板２８に設けられた孔２９および排気管６４内に挿入されている。排気

管６１と底板２８の孔２７の内壁および排気管６３の内壁との間には隙間があり、排気管６２と底板２８の孔２９の内壁および排気管６４の内壁との間にも隙間がある。排気管６３、６４は排気管６５を介して高真空ポンプ９０に接続されている。また、排気管６５の途中には調圧弁６６が設けられ、調圧弁６６の下流には開閉弁１００６が設けられている。成膜時には、後に説明する開閉弁９６を閉じ開閉弁１００６を開いて、内槽７０内を排気管６１、６３、６２、６４、６５を介して排気し、外槽２０も排気管６１と底板２８の孔２７の内壁および排気管６３の内壁との間の隙間、排気管６２と底板２８の孔２９の内壁および排気管６４の内壁との間の間隙、排気管６３、６４、６５を介して排気する。排気管６５の途中には調圧弁６６が設けられているので、内槽７０内および外槽２０内は所定の圧力に調圧される。プラズマＣＶＤ装置１００の圧力は外槽２０の上板２６に設けられた圧力計８２によって測定する。

【００８０】

なお、このように、外槽２０と内槽７０との間を真空にするので、内槽７０の放熱が抑制され、その結果、内槽７０をホットウォール状態に維持することができるので、内槽７０の内壁に剥離しやすい生成物が発生せず、パーティクルの発生を防止できる。

【００８１】

また、外槽２０には、排気管９２が設けられており、排気管９２は排気管９１を介して高真空ポンプ９０に接続されている。排気管９２の途中には開閉弁９６が設けられている。成膜時以外の基板搬送動作中等の場合には、開閉弁１００６を閉じ、開閉弁９６を開き、外槽２０内を排気管９２、９１を介して排気する。

【００８２】

基板載置台４４上に載置された基板１０は、基板昇降ピン５２によって基板載置台４４から離され、昇降される。なお、基板昇降ピン５２は基板昇降ピン駆動軸５４に取り付けられており、基板昇降ピン駆動軸５４を上下させることにより上下する。

【００８３】

外槽２０の側面１２１、１２３には基板搬入口２１、基板搬出口２３がそれぞれ設けられている。基板搬入口２１にはゲートバルブ２２が設けられ、基板搬出口２３にはゲートバルブ２４が設けられている。

【００８４】

基板搬送室１１１０、１１２０には、基板搬入口２１、基板搬出口２３をそれぞれ通して基板を搬送する基板搬送装置１００５、１００５’がそれぞれ設けられ、基板処理を行う内槽７０内の基板載置台４４と別の処理槽（図示せず。）内の基板載置部等との間で基板搬送が行われる。

【００８５】

本実施の形態の基板搬送装置１００５（１００５’）は、多間接ロボットの例であり、ロボットアーム１０２７（１０２７’）が駆動部１０２３（１０２３’）に回転軸１０２６（１０２６’）で連結している。連結アーム１０２７（１０２７’）の詳細を述べると、基板載置部１０２０（１０２０’）と第１の搬送アーム１０２１（１０２１’）が回転軸１０２４（１０２４’）で連結されており、第１の搬送アーム１０２１（１０２１’）と第２の搬送アーム１０２２（１０２２’）は回転軸１０２５（１０２５’）で連結しており、第２の搬送アーム１０２２（１０２２’）と駆動部１０２３（１０２３’）とは回転軸１０２６（１０２６’）で連結している。

【００８６】

第１の搬送アーム１０２１（１０２１’）内と第２の搬送アーム１０２２（１０２２’）内においては、回転軸１０２４（１０２４’）、１０２５（１０２５’）および回転軸１０２６（１０２６’）にプーリー（図示せず。）がそれぞれ連結しており、夫々のプーリーには、ベルト（図示せず。）を介して駆動力が伝わる様になっている。また夫々のプーリーの径方向の大きさの比を調節すれば、図に示す様にロボットアーム１０２７（１０２７’）の伸延動作や収縮動作が可能となる。

【００８７】

また駆動部１０２３（１０２３’）内にはロボットアーム１０２７（１０２７’）の伸延／収縮動作を駆動する駆動モータ（図示せず。）が回転軸１０２６（１０２６’）に連結しており、この駆動モータを回転軸１０２６（１０２６’）とは無関係に回転させることにより、ロボットアーム１０２７（１０２７’）を回転させ、ロボットアーム１０２７（１０２７’）の伸延／収縮方向を変更することができる。

【００８８】

図４は、本発明の一実施の形態のプラズマＣＶＤ装置のコントローラを説明するためのブロック図である。

【００８９】

コントローラ１０００においては、統括制御部１０４０に所要の機能に応じてバルブ制御部１０４１、ガス流量制御部１０４２、圧力制御部１０４３、高周波出力制御部１０４４、温度制御部１０４５、基板離脱制御部１０４６、基板搬送制御部１０４７が連絡されており、装置の制御状況や、設定状況等を作業者が目視で確認する表示部１０４８、制御状況の変更や設定値の変更をする入力部１０４９も連絡されている。尚、入力部１０４９は、作業者が手入力するキーボードであっても良く、またフロッピーディスクやＩＣカード等の記憶媒体を自動読み取りする装置であっても良い。

【００９０】

バルブ制御部１０４１は、開閉弁１００１、１００２と連絡し、ガス導入管３７１、３７２の開閉状態を制御することによって、ガスを選択的に流すことが可能となる。更に、開閉弁１００６、９６と連絡し、排気管６５、９２の開閉状態をそれぞれ制御することが可能となる。更にゲートバルブ２２、２４と連絡し、基板搬入口２２、基板搬出口２４の開閉状態を制御することが可能である。

【００９１】

ガス流量制御部１０４２はマスフローコントローラ１００３、１００４と連絡しており、マスフローコントローラ１００３、１００４内のバルブ開度をそれぞれ制御することによって、単位時間当たりに流すガス量を制御することができる。

【００９２】

圧力制御部１０４３は調圧弁６６、圧力検出器８２と連絡しており、圧力検出器８２からの圧力検出結果に基づいて調圧弁６６内のバルブ開度を制御することによって、単位時間当たりに排気する量を制御することができる。

【００９３】

高周波出力制御部１０４４は、高周波電源８４に連絡し、高周波電源８４からの高周波電力量を制御し、また高周波の印加のオン、オフも制御している。

【００９４】

温度制御部１０４５はヒータ線４２及びアノードヒータ４１の温度検出をしている図中省略の熱電対と連絡しており、ヒータ温度を設定し、熱電対からの検出結果と比較し、ヒータに供給する電力量を制御している。

【００９５】

基板離脱制御部１０４６は、基板昇降ピン駆動軸５４と連絡しており、基板昇降ピン駆動軸５４の昇降動作により、基板１０の基板載置台４４への載置及び離脱を制御している。

【００９６】

基板搬送制御部１０４７は基板搬送装置１００５（１００５’）と連絡しており、基板処理槽１０３０への基板搬送、及び基板処理槽１０３０からの基板搬送を制御している。

【００９７】

統括制御部１０４０には、予めシーケンス制御するためのレシピが入力可能で、そのレシピに応じて、バルブ制御部１０４１、ガス流量制御部１０４２、圧力制御部１０４３、高周波出力制御部１０４４、温度制御部１０４５、基板離脱制御部１０４６、基板搬送制御部１０４７への動作指示をしている。更に統括制御部１０４０では、例えばゲート弁２２、２４が開いていないという状態や、アノードヒータ４１が下がっておらず、内槽外壁７４が下がっていない状態の時に、基板搬送装置１００５（１００５’）の基板搬入／搬出

動作を禁止するインターロックが設けられており、誤動作指令に対しては、動作させない機能も備えている。

【００９８】

図５は、本発明のプラズマ処理方法が適用されるＬＣＤ用枚葉式プラズマＣＶＤ装置２００を説明するためのブロック図である。

【００９９】

ＬＣＤ用枚葉式プラズマＣＶＤ装置２００には、カセットスタンドＳ１、Ｓ２、大気用搬送ロボットＴ１、Ｔ５、真空用搬送ロボットＴ２、Ｔ３、Ｔ４、ロードロック室Ｌ１、Ｌ２、成膜処理室Ｒ１、Ｒ２、Ｒ３、基板加熱室Hが設けられている。本発明のプラズマ処理方法およびプラズマ処理装置は、成膜処理室Ｒ１、Ｒ２、Ｒ３での処理に適用される。

【０１００】

カセットスタンドＳ１には、通常ガラス基板を最大２０枚まで入れることができるカセット（図示せず。）が置かれる。大気用搬送ロボットＴ１によりカセットスタンドＳ１に置かれたカセット（図示せず。）からガラス基板を１枚だけ取り出してロードロック室Ｌ１に搬送する。その後、ロードロック室Ｌ１を大気圧から真空にした後、真空用搬送ロボットＴ２により基板加熱室Hにガラス基板を搬送する。基板加熱室Hでガラス基板を成膜温度にまで加熱し、その後、真空用搬送ロボットＴ２により成膜室Ｒ１に搬送する。その後、成膜室Ｒ１で成膜を行い、成膜後、本発明のプラズマ処理方法により基板載置台（図示せず。）から基板（図示せず。）を離して持ち上げ、真空用搬送ロボットＴ３により成膜室Ｒ２に搬送する。成膜室Ｒ２においても、成膜室Ｒ１と同様にして、成膜を行い、成膜後、本発明のプラズマ処理方法により基板載置台（図示せず。）から基板（図示せず。）を離して持ち上げ、真空用搬送ロボットＴ４により成膜室Ｒ３に搬送する。成膜室Ｒ３においても、成膜室Ｒ１と同様にして、成膜を行い、成膜後、本発明のプラズマ処理方法により基板載置台（図示せず。）から基板（図示せず。）を離して持ち上げ、真空用搬送ロボットＴ４によりロードロック室Ｌ２に搬送する。ロードロック室Ｌ２でガラス基板の冷却をすると共に真空から大気に戻す。その後、大気用搬送ロボットＴ５によりカセットスタンドＳ２に置かれたカセット（図示せず。）にガラス基板を収容する。

【０１０１】

図６は、本発明の一実施の形態のプラズマＣＶＤ方法を説明するためのシーケンス図である。

【０１０２】

まず、基板１０が基板載置台４４上に載置され、アノードヒータ４１が上昇させられた状態で、排気管６１、６２、６３、６４、６５、調圧弁６６および高真空ポンプ９０により所定の排気量で内槽７０内を排気する一方で、反応ガス導入管３７から所定の流量で反応ガスを内槽７０内に導入して内槽７０内を所定の圧力に調圧しつつ、高周波電源８４によりカソード３０、アノード４０間に高周波電力を印加してプラズマを発生させて基板１０上に成膜を行う。反応ガスは反応ガス導入管３７から供給され、カソードヒータ３２とシャワープレート３４との間の間隙３８に流入し、シャワープレート３４に設けられた反応ガス分散口３５から基板１０に向かって流れ、排気管６１、６２によって内槽７０から排気される。

【０１０３】

成膜に必要な所定の時間が経過すると、高周波電力の印加を止めるが、反応ガスの導入および排気ならびに内槽７０内の調圧は継続する。この場合、反応ガスは成膜時のものと同じものであることが好ましく、また、反応ガスの流量も成膜時のものと同じであることが好ましい。また、内槽７０内の排気量も成膜時と同じであり、その結果、調圧の圧力も成膜時と同じであることが好ましい。高周波電力の印加を止めるだけでこの状態に容易にすることができる。

【０１０４】

この状態で、アノードヒータ４１を下降させ、その後、基板昇降ピン５２を上昇させることにより基板載置台４４から基板１０を離して持ち上げる。

【０１０５】
基板が持ち上がった後に、反応ガスの供給を止め、内槽７０内の調圧も止め、内槽７０および外槽２０内を真空排気して高真空にする。
【０１０６】
その後、基板搬送装置１００５’により基板１０は基板搬出口２３から基板搬送室１１２０に搬出され、その後次の処理槽へと搬送される。
【０１０７】
このように、高周波の印加を止めて、反応ガス雰囲気中に基板を晒すことにより、プラズマを利用した成膜中に基板１０に生じた帯電電荷を減少または除去でき、さらに、反応ガス雰囲気中で基板載置台４４から基板１０を離して持ち上げることにより、基板１０の帯電を有効に除去、抑制または防止でき、基板１０を帯電電荷の少ない状態で搬送することができるようになる。その結果、基板搬送時に、基板１０が近接するシャワープレート３４に付着したままであったり、基板１０がシャワープレート３４に一旦付着し、その後基板載置台４４に落ちてきたり、また、落ちてきて基板１０が割れてしまったりして、基板搬送ミスを起こすことを有効に防止できる。また、基板１０が近くの接地されている場所とスパークを起こして、成膜した膜やデバイスパターンが飛ばされてしまってパターン欠落が生じ、それにより絶縁破壊が起こることも有効に防止される。
【０１０８】
図７は、比較のためのプラズマＣＶＤ法のシーケンスを説明するためのシーケンス図である。
【０１０９】
まず、基板１０が基板載置台４４上に載置され、アノードヒータ４１が上昇させられた状態で、排気管６１、６２、６３、６４、６５、調圧弁６６および高真空ポンプ９０により所定の排気量で内槽７０内を排気する一方で、反応ガス導入管３７から所定の流量で反応ガスを内槽７０内に導入して内槽７０内を所定の圧力に調圧しつつ、高周波電源８４によりカソード３０、アノード４０間に高周波電力を印加してプラズマを発生させて基板１０上に成膜を行う。成膜に必要な所定の時間が経過すると、高周波電力の印加、反応ガスの導入および排気ならびに内槽７０内の調圧が同時に止められ、内槽７０内は、高真空状態となるように排気される。そして、内槽７０内が所定の真空度に到達した後に、アノードヒータ４１を下降させ、その後、基板昇降ピン５２を上昇させることにより基板載置台４４から基板１０を離して持ち上げる。その後、基板搬送装置１００５’により基板１０は基板搬出口２３から基板搬送室１１２０に搬出され、その後次の処理槽へと搬送される。
【０１１０】
成膜後、この比較のためのプラズマＣＶＤ法のシーケンスによって基板１０を搬送すると、基板搬送時に、基板１０が近接するシャワープレート３４に付着したままであったり、基板１０がシャワープレート３４に一旦付着し、その後基板載置台４４に落ちてきたり、また、落ちてきて基板１０が割れてしまったりして、基板搬送ミスを起こすことがあった。また、基板１０が近くの接地されている場所とスパークを起こす場合があり、その結果、成膜した膜やデバイスパターンが飛ばされてしまってパターン欠落が生じ、それにより絶縁されていた場所が破壊されるいわゆる絶縁破壊が起こる場合もあった。このように、基板搬送ミスや絶縁破壊が発生する場合があるので、比較のためのプラズマＣＶＤ法のシーケンスでは、安定して成膜プロセス処理ができなかった。
【０１１１】
本発明者らは、鋭意研究の結果、上記基板搬送ミスや絶縁破壊が、成膜中のプラズマ放電により基板１０に生じた帯電電荷や、基板１０を基板載置台４４から離すときに生じる剥離帯電によって基板１０に生じた帯電電荷が原因となって引き起こされている基板を基板載置台から離すときに生じる剥離帯電によって基板に生じた帯電電荷が原因となって引き起こされていると考えるに至った。すなわち、成膜中のプラズマ放電により基板載置台４４上において既に帯電しているが、基板１０を高真空中で基板昇降ピン５２により基板載置台４４から離して持ち上げると、剥離帯電が生じ、基板１０の帯電電位はさらに大きく

なる。なお、この剥離帯電による帯電電位は、基板昇降ピン５２の速度が大きければ大きいほど大きくなり、速度が小さければその分抑制される。このように、プラズマを利用した成膜中に基板が帯電し、その後の剥離帯電により基板１０の帯電電位が大きくなるので、静電気により、基板搬送時に、基板１０が近接するシャワープレート３４に付着したままであったり、基板１０がシャワープレート３４に一旦付着し、その後基板載置台４４に落ちてきたり、また、落ちてきて基板１０が割れてしまったりして、基板搬送ミスを起こしていた。また、基板１０に帯電した電荷は、どこか近くの接地されている場所に逃げようとするので、基板１０が近くの接地されている場所とスパークを起こし、その結果、成膜した膜やデバイスパターンが飛ばされてしまってパターン欠落が生じ、それにより絶縁されていた場所が破壊されるいわゆる絶縁破壊が起こっていた。このような不都合は、上述した本発明の一実施の形態のプラズマＣＶＤ法のシーケンスを採用することで解決された。

【０１１２】

【実施例】

次に、図１、図２、図６および図７を参照して本発明の実施例および比較例について説明する。

【０１１３】

（第１の実施例）

図１、２に示すプラズマＣＶＤ装置１００を使用し、ガラス基板１０を基板載置台４４上に載置し、アノードヒータ４１を上昇した状態で、排気管６１、６２、６３、６４、６５、調圧弁６６および高真空ポンプ９０により所定の排気量で内槽７０内を排気する一方で、反応ガス導入管３７から所定の流量で反応ガスSiH_4、およびN_2Oを内槽７０内に導入して内槽７０内を０．２～１．５Ｔｏｒｒの圧力に調圧しつつ、高周波電源８４によりカソード３０、アノード４０間に１３．５６ＭＨｚ、３４０Ｗの高周波電力を印加してプラズマを発生させてガラス基板１０上にSiO_2膜の成膜を行なった。

【０１１４】

成膜に必要な所定の時間が経過すると、高周波電力の印加を止めたが、反応ガスの導入および排気ならびに内槽７０内の調圧は継続した。この場合、反応ガスは成膜時のものと同じものとし、また、反応ガスの流量も成膜時のものと同じとした。また、内槽７０内の排気量も成膜時と同じとし、調圧の圧力も成膜時と同じとした。

【０１１５】

この状態で、高周波の印加を止めた直後からアノードヒータ４１を下降させ、その後、基板昇降ピン５２を上昇させることにより基板載置台４４から基板１０を離して持ち上げた。この場合、アノードヒータ４１を下降し終わるのに１～２秒程度の時間を要し、基板昇降ピン５２を上昇し終わるのに同じく１～２秒程度の時間を要した。

【０１１６】

基板１０が持ち上がった後に、反応ガスの供給を止め、内槽７０内の調圧も止め、内槽７０および外槽２０内を真空排気して高真空にした。

【０１１７】

その後、搬送ロボット１００５’によりガラス基板１０を基板搬出口２３から基板搬送室１１２０に搬出した。その後、ガラス基板１０の表面電位の測定を行った。

【０１１８】

また、一方では、比較例として、図７に示すように、SiO_2膜の成膜に必要な所定の時間が経過した時点で、高周波電力の印加、反応ガスの導入、内槽７０内の調圧を同時に止め、内槽７０内を高真空に排気した。

【０１１９】

この状態で、アノードヒータ４１を下降させ、その後、基板昇降ピン５２を上昇させることにより基板載置台４４から基板１０を離して持ち上げた。

【０１２０】

基板が持ち上がった後に、搬送ロボット１００５’によりガラス基板１０を基板搬出口２

３から基板搬送室１１２０に搬出した。その後、ガラス基板１０の表面電位の測定を行った。

【０１２１】

そして、本発明の第１の実施例のシーケンスを用いて成膜した場合のガラス基板１０の表面電位と、比較例のシーケンスを用いて成膜した場合のガラス基板１０の表面電位との比較を行った。

【０１２２】

このような表面電位の比較を、本発明の第１の実施例のシーケンスおよび比較例のシーケンスのそれぞれにつき各２０枚のガラス基板１０に対して繰り返して行った。その結果を表１に示す。

【０１２３】

【表１】

	１枚目	２枚目	３枚目	・・・	２０枚目
本発明の第１の実施例のシーケンス	－０．２ｋＶ	－０．３ｋＶ	－０．１ｋＶ	・・・	－０．２ｋＶ
比較例のシーケンス	－２ｋＶ以下	－２ｋＶ以下	－２ｋＶ以下	・・・	－２ｋＶ以下

【０１２４】

このように、比較例のシーケンスでは、表面電位は－２ｋＶ以下であったのに対して、本発明のシーケンスの場合は、表面電位は－０．３ｋＶ以上であり、明らかに減少していた。

【０１２５】

また、他の調圧の圧力や他の反応ガスの流量で行っても同様の結果が得られた。

【０１２６】

なお、比較例のシーケンスで成膜を行った場合には、成膜層のデバイスパターンに一部破損による欠落が見られたが、本発明の第１の実施例のシーケンスで成膜を行った場合には、デバイスパターンの欠落は全く発生しなかった。

【０１２７】

（第２の実施例乃至第１０の実施例）

次に、以下説明する第１乃至第３の各シーケンスにそれぞれ基づいて、種々の反応ガスを用いて種々のプラズマ処理を行う第２乃至第１０の実施例について説明する。

【０１２８】

まず図１、図２および図６を参照して、第１乃至第３のシーケンスを説明する。

【０１２９】

（第１のシーケンス）

プラズマ処理装置１００を使用し、ガラス基板１０を基板載置台４４上に載置し、アノードヒータ４１を上昇した状態で、排気管６１、６２、６３、６４、６５、調圧弁６６及び高真空ポンプ９０により所定の排気量で内槽７０内を排気する一方で、反応ガス導入管３７から所定の流量で所定の反応ガスを内槽７０内に導入して内槽７０内を０．２～１．５Ｔｏｒｒの圧力に調圧しつつ、高周波電源８４によりカソード３０、アノード４０間に１３．５６ＭＨｚ、３４０Ｗの高周波を印加してプラズマを発生させてガラス基板１０上にプラズマ処理を行う。

【０１３０】
プラズマ処理に必要な所定の時間が経過すると、高周波電力の印加を止めたが、反応ガスの導入および排気ならびに内槽７０内の調圧は継続した。この場合、反応ガスはプラズマ処理時のものと同じものとし、また、反応ガスの流量もプラズマ処理時のものと同じとした。また、内槽７０内の排気量もプラズマ処理時と同じとし、調圧の圧力もプラズマ処理時と同じとした。
【０１３１】
この状態で、高周波電力の印加を止めた直後から、アノードヒータ４１を下降させ、その後、基板昇降ピン５２を上昇させることにより基板載置台４４から基板１０を離して持ち上げた。但し、アノードヒータ４１を下降し終わるのに１～２秒程度の時間を要し、基板昇降ピン５２を上昇し終わるのに同じく１～２秒程度の時間を要した。
【０１３２】
基板が持ち上がった後に、反応ガスの供給を止め、内槽７０内の調圧も止め、内槽７０および外槽２０内を真空排気して高真空にした。
【０１３３】
その後、搬送ロボット１００５’によりガラス基板１０を基板搬出口２３から基板搬送室１１２０に搬出した。その後、ガラス基板１０の表面電位の測定を行った。
【０１３４】
（第２のシーケンス）
プラズマ処理を行うところまでは、第１のシーケンスと同じであるので、説明を省略する。
【０１３５】
プラズマ処理に必要な所定の時間が経過すると、高周波電力の印加を止めると同時に反応ガスの導入と排気および内槽７０内の調圧を止めた状態で、高周波電力の印加を止めた直後から、アノードヒータ４１を下降させ、その後、基板昇降ピン５２を上昇させることにより基板載置台４４から基板１０を離して持ち上げた。但し、アノードヒータ４１を下降し終わるのに１～２秒程度の時間を要し、基板昇降ピン５２を上昇し終わるのに同じく１～２秒程度の時間を要した。
【０１３６】
基板が持ち上がった後に、内槽７０および外槽２０内を真空排気して高真空にした。
【０１３７】
これ以降の手順については第１のシーケンスと同じであり、説明を省略する。
【０１３８】
（第３のシーケンス）
プラズマ処理を行うところまでは、第１のシーケンスと同じであるので、説明を省略する。
【０１３９】
プラズマに必要な所定の時間が経過すると、高周波電力の印加を止め、反応ガスの排気を止めて内槽７０内の調圧を止め、反応ガスの導入は継続した状態、高周波電力の印加を止めた直後から、アノードヒータ４１を下降させ、その後、基板昇降ピン５２を上昇させることにより基板載置台４４から基板１０を離して持ち上げた。但し、アノードヒータ４１を下降し終わるのに１～２秒程度の時間を要し、基板昇降ピン５２を上昇し終わるのに同じく１～２秒程度の時間を要した。
【０１４０】
基板が持ち上がった後に、反応ガスの供給を止め、内槽７０および外槽２０内を真空排気して高真空にした。
【０１４１】
これ以降の手順については第１のシーケンスと同じであり、説明を省略する。
【０１４２】
次に、上記第１乃至第３の各シーケンスにそれぞれ基づく第２乃至第１０の実施例を説明

する。

【０１４３】

（第２の実施例）

反応ガスとして、SiH_4 またはSi_2H_6ガス（３０～１００ＳＣＣＭ）と、N_2O、O_2、ＣＯおよびO_2 のうちのいずれか（３００～７００ＳＣＣＭ）とを使用して上記第１乃至第３の各シーケンスにそれぞれ基づいて酸化シリコン膜を形成した。

【０１４４】

（第３の実施例）

反応ガスとして、SiH_4、Si_2H_6、SiF_4、SiH_2Cl_2およびSi_2F_6のうちのいずれか（５０～１００ＳＣＣＭ）と、NH_3、N_2およびNF_3 ガスのうちのいずれか（１００～４００ＳＣＣＭ）と、キャリアガスとして、N_2 、Ａｒ、ＨｅおよびH2 ガスのうちのいずれか（１ＳＬＭ）とを使用して上記第１乃至第３の各シーケンスにそれぞれ基づいて窒化シリコン膜を形成した。

【０１４５】

（第４の実施例）

反応ガスとして、SiH_4 またはSi_2H_6（５０～２００ＳＣＣＭ）と、
PH_3 ガス（１００～５００ＳＣＣＭ）とを使用して上記第１乃至第３の各シーケンスにそれぞれ基づいてn^+ －アモルファスシリコン膜を形成した。

【０１４６】

（第５の実施例）

反応ガスとして、SiH_4 またはSi_2H_6（５０～２００ＳＣＣＭ）を使用して上記第１乃至第３の各シーケンスにそれぞれ基づいてアモルファスシリコン膜を形成した。

【０１４７】

（第６の実施例）

反応ガスとして、F_2、SF_6、NF_3、CF_4、C_2F_6、C_3F_8、CHF_3 、ＨＣｌ、Cl_2、BCl_3およびCCl_4 ガスのうちのいずれかのガス（１００～１０００ＳＣＣＭ）と、H_2、Ｈｅ、N_2、O_2、NH_3およびＣＯガスのうちのいずれかのガス（１００～１０００ＳＣＣＭ）とを使用して、上記第１乃至第３の各シーケンスにそれぞれ基づいて、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜、アモルファスシリコン膜、n^+ －アモルファスシリコン膜、単結晶シリコン膜および多結晶シリコン膜のうちのいずれかの膜をエッチングする処理した。なお、エッチング時の内槽７０内の圧力を０．１～１０Ｔｏｒｒに調圧し、２００Ｗ～１０ｋＷの高周波を印加した。

【０１４８】

（第７の実施例）

反応ガスとしてＨＩガス（１００～１０００ＳＣＣＭ）を使用して、上記第１乃至第３の各シーケンスにそれぞれ基づいて、ＩＴＯ膜をエッチング処理した。なお、エッチング時の内槽７０内の圧力を０．１～１０Ｔｏｒｒに調圧し、２００Ｗ～１０ｋＷの高周波を印加した。

【０１４９】

（第８の実施例）

反応ガスとして、ＨＣｌ、Cl_2、BCl_3およびCCl_4 ガスのうちのいずれかのガス（１００～１０００ＳＣＣＭ）を使用して、上記第１乃至第３の各シーケンスにそれぞれ基づいてＡｌ膜をエッチング処理した。なお、エッチング時の内槽７０内の圧力を０．１～１０Ｔｏｒｒに調圧し、２００Ｗ～１０ｋＷの高周波を印加した。

【０１５０】

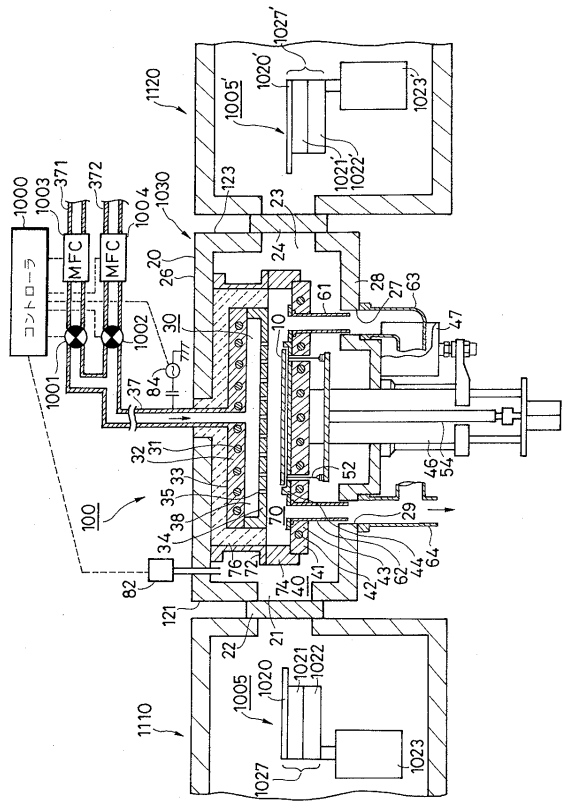
（第９の実施例）

ガスとして、Ａｒ、Ｈｅ、ＫｒおよびＸｅのうちのいずれかのガス（１００～１０００ＳＣＣＭ）を使用し、またターゲットとしてＡｌを用いて、上記第１乃至第３の各シーケンスにそれぞれ基づいてスパッタ処理した。なお、スパッタ時の内槽７０内の圧力を０．１Ｔｏｒｒ前後に調圧し、２００Ｗ～１０ｋＷの高周波を印加した。

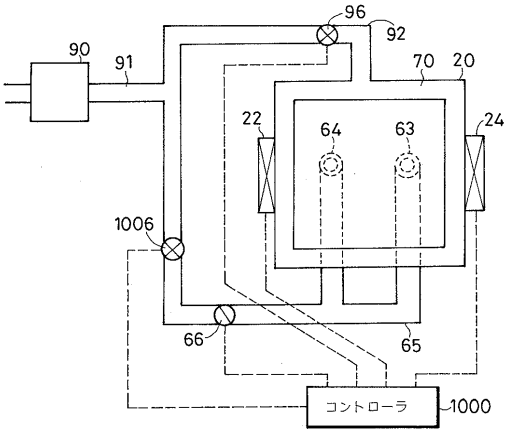
【０１５１】
（第１０の実施例）
反応ガスとして、O_2、NF_3およびH_2O のうちのいずれかのガス（１００～１０００ＳＣＣＭ）を使用して、上記第１乃至第３の各シーケンスにそれぞれ基づいてフォトレジストのアッシング処理を行った。なお、エッチング時の内槽７０内の圧力を０．１～１０Ｔｏｒｒに調圧し、２００Ｗ～１０ｋＷの高周波を印加した。
【０１５２】
本発明の第２乃至第１０の実施例においては、プラズマ処理後のガラス基板１０の表面電位は－０．３ｋＶ以上（絶対値で０．３ｋＶ以下）に保たれており、有効に帯電除去された。
【０１５３】
【発明の効果】
本発明によれば、プラズマ処理装置の構造を従来と変えることなく、容易にプラズマ処理終了後の基板搬送ミスや絶縁破壊を防止できる。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明の一実施の形態のプラズマＣＶＤ方法およびプラズマＣＶＤ装置を説明するための縦断面図である。
【図２】本発明の一実施の形態のプラズマＣＶＤ方法およびプラズマＣＶＤ装置を説明するための横断面図である。
【図３】本発明の一実施の形態のプラズマＣＶＤ装置に使用される基板搬送装置を説明するための平面図である。
【図４】本発明の一実施の形態のプラズマＣＶＤ装置のコントローラを説明するためのブロック図である。
【図５】本発明の一実施の形態のプラズマＣＶＤ方法およびプラズマＣＶＤ装置が適用されるＬＣＤ用枚葉式プラズマＣＶＤ装置を説明するためのブロック図である。
【図６】本発明の一実施の形態のプラズマＣＶＤ方法を説明するためのシーケンス図である。
【図７】比較のためのプラズマＣＶＤ方法を説明するためのシーケンス図である。
【符号の説明】
１０…基板
２０…外槽
２１…基板搬入口
２２、２４…ゲートバルブ
２３…基板搬出口
２７、２９…孔
３０…カソード
３２…カソードヒータ
３４…シャワープレート
３５…反応ガス分散口
３７、３７１、３７２…反応ガス導入管
３８…間隙
４０…アノード
４１…アノードヒータ
４４…基板載置台
４６…ヒータ駆動軸
５２…基板昇降ピン
５４…基板昇降ピン駆動軸
６１、６２、６３、６４、６５、９１、９２…排気管
６６…調圧弁
７０…内槽

７２…電極ホルダー
７４…内槽外壁
７６…絶縁体
８２…圧力検出器
８４…高周波電源
９０…高真空ポンプ
９６、１００１、１００２、１００６…開閉弁
１００…プラズマＣＶＤ装置
２００…ＬＣＤ用枚葉式プラズマＣＶＤ装置
１０００…コントローラ
１００３、１００４…マスフローコントローラ
１００５、１００５’…基板搬送装置
１０３０…成膜処理槽
１０４０…統括制御部
１０４１…バルブ制御部
１０４２…ガス流量制御部
１０４３…圧力制御部
１０４４…高周波出力制御部
１０４５…温度制御部
１０４６…基板離脱制御部
１０４７…基板搬送制御部
１０４８…表示部
１０４９…入力部
１１１０、１１２０…基板搬送室
Ｓ１、Ｓ２…カセットスタンド
Ｔ１、Ｔ５…大気用搬送ロボット
Ｔ２、Ｔ３、Ｔ４…真空用搬送ロボット
Ｌ１、Ｌ２…ロードロック室
Ｒ１、Ｒ２、Ｒ３…成膜処理室
Ｈ…基板加熱室

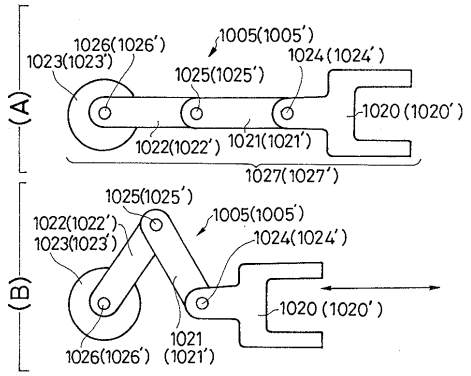
【図１】



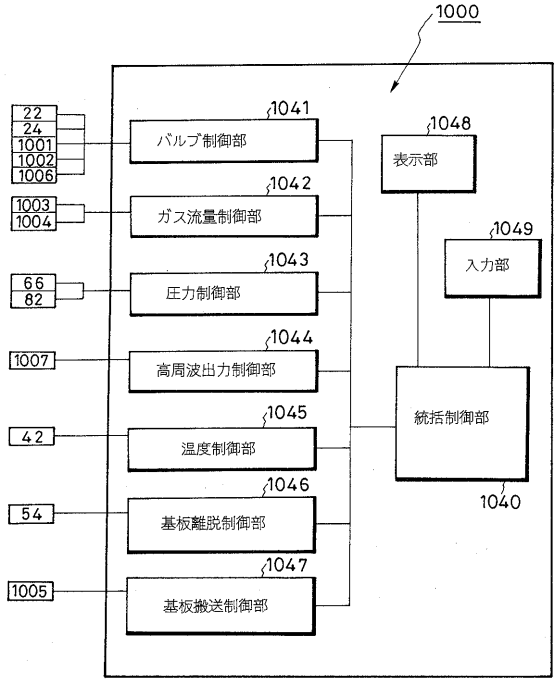
【図２】



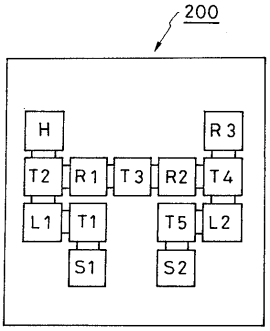
【図３】



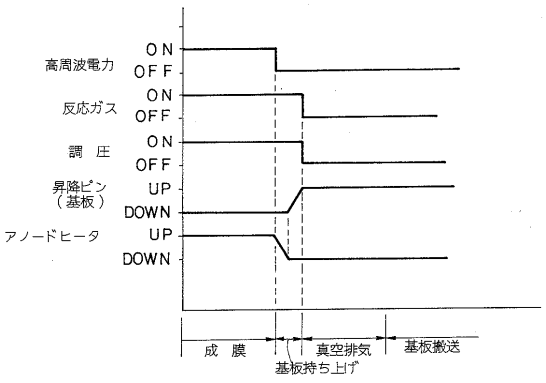
【図４】



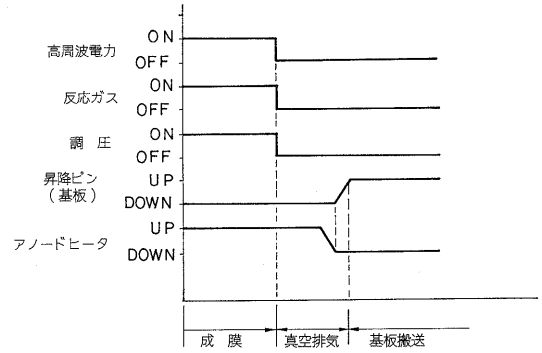
【図５】



【図６】



【図７】


高周波電力
ON
OFF
反応ガス
ON
OFF
調　圧
ON
OFF
昇降ピン
（基板）
UP
DOWN
アノードヒータ
UP
DOWN
成　膜
真空排気
基板搬送

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H01L 21/3065 (2006.01) H01L 21/302 １００

(56)参考文献 特開平０７－２１１７６９（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－１７６５８６（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－１６２２９３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
C23C 16/44、16/50