(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5258241号
(P5258241)
(45)発行日　平成25年8月7日(2013.8.7)　(24)登録日　平成25年5月2日(2013.5.2)

(51)Int.Cl.　　F I
C23C 16/44 (2006.01)　C23C 16/44 J
H01L 21/205 (2006.01)　H01L 21/205
B01J 19/12 (2006.01)　B01J 19/12 C

請求項の数 12　(全 11 頁)

(21)出願番号　特願2007-240954 (P2007-240954)
(22)出願日　平成19年9月18日 (2007.9.18)
(65)公開番号　特開2008-75179 (P2008-75179A)
(43)公開日　平成20年4月3日 (2008.4.3)
審査請求日　平成22年8月12日 (2010.8.12)
(31)優先権主張番号　60/845732
(32)優先日　平成18年9月19日 (2006.9.19)
(33)優先権主張国　米国 (US)

(73)特許権者　000227973
日本エー・エス・エム株式会社
東京都多摩市永山６丁目２３番１
(74)代理人　100096725
弁理士　堀　明▲ひこ▼
(72)発明者　松下　清広
東京都多摩市永山六丁目２３番１日本エー・エス・エム株式会社内
(72)発明者　福田　秀明
東京都多摩市永山六丁目２３番１日本エー・エス・エム株式会社内
(72)発明者　加々美　健一
東京都多摩市永山六丁目２３番１日本エー・エス・エム株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ＵＶ照射チャンバーをクリーニングする方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
ＵＶ照射チャンバーをクリーニングする方法であって、
ＵＶ照射チャンバーに設けられた光透過窓を透過したＵＶ光で基板を照射することを完了した後に、ＵＶ照射チャンバー外でクリーニングガスのラジカル種を発生させる工程と、
ＵＶ照射チャンバーの外部からＵＶ照射チャンバー内へラジカル種を導入することによって、光透過窓をクリーニングする工程と、
光透過窓を通してラジカル種をＵＶ光で照射することによって、ラジカル種を更に励起する工程を更に含み、
クリーニングガスは、酸素ガスである、
ことを特徴とする方法。
【請求項２】
前記クリーニングガスは、分子中にフッ素を含有したガスを更に組み合わせて使用されるものである請求項１に記載の方法。
【請求項３】
光透過窓は、CaF_2、MgF_2、BaF_2、又はAl_2O_3の結晶によって構成される請求項２に記載の方法。
【請求項４】
光透過窓は、CaF_2、MgF_2、BaF_2、又はAl_2O_3で被覆された合成石英に

よって構成される請求項２に記載の方法。
【請求項５】
発生させる工程は、ＵＶ照射以外の方法によってラジカル種を発生させる工程を含む請求項１に記載の方法。
【請求項６】
発生させる工程は、リモートプラズマユニット内でラジカル種を発生させる工程を含む請求項１に記載の方法。
【請求項７】
ＵＶ照射によって半導体処理すると共に半導体処理用ＵＶ照射チャンバーをクリーニングする方法であって、
ＵＶ照射チャンバー内に設けられたサセプタ上に載置されている半導体基板を、ＵＶ照射チャンバー内でＵＶ光源とサセプタとの間に設けられた光透過窓を通して前記基板をＵＶ光で照射することによって、処理する工程と、
この処理する工程の完了後に、クリーニングガスのラジカル種をＵＶ照射チャンバーの外部から、光透過窓とサセプタとの間に規定された空間内に導入することによって、光透過窓をクリーニングする工程と、
光透過窓を通してラジカル種をＵＶ光で照射することによって、ラジカル種を更に励起する工程を更に
を備え、
クリーニングガスは、酸素ガスであることを特徴とする方法。
【請求項８】
ＵＶ光は、２００ｎｍから４００ｎｍの波長を有する請求項７に記載の方法。
【請求項９】
処理する工程において、低誘電膜が基板上に形成される請求項７に記載の方法。
【請求項１０】
前記クリーニングガスは、分子中にフッ素を含有したガスを更に組み合わせて使用されるものである請求項７に記載の方法。
【請求項１１】
処理する工程において、基板は、CaF_2、MgF_2、BaF_2、又はAl_2O_3の結晶によって構成された光透過窓を通して照射される請求項１０に記載の方法。
【請求項１２】
処理する工程において、基板は、CaF_2、MgF_2、BaF_2、又はAl_2O_3で被覆された合成石英によって構成された光透過窓を通して照射される請求項１０に記載の方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、一般に紫外線（ＵＶ）放射による半導体処理及び半導体処理用ＵＶ放射チャンバーのクリーニング、特にＵＶ照射チャンバー内に設けられた光透過窓のクリーニングに関する。
【背景技術】
【０００２】
ＵＶ処理装置は、以前より様々な被処理体の紫外線による改質や光化学反応を利用した物質の作製に一般的に使用されてきた。近年のデバイスの高集積化に伴う、配線デザインの微細化、多層配線構造の結果、デバイスの高速性、低消費電力化には層間容量の低減が不可欠である。層間容量の低減にはlow-k（低誘電率膜）材が用いられるが、誘電率の低減と共に機械的強度（ＥＭ: Elastic modulus）も低下し、ＣＭＰ、配線ボンディングやパッケージの後工程で受けるストレスに耐えることが難しい。上記の問題を改善する手法の一つに、ＵＶ照射でlow-k材をキュアし機械的強度を向上させる方法が考えられる（例えば特許文献１（米国特許第6,759,098号明細書）、特許文献２（米国特許第6,296,909号

明細書）。ＵＶ照射によりlow-k材は収縮・硬化し、機械的強度EMを５０～２００％向上させることが可能である。
【特許文献１】米国特許第6,759,098号明細書
【特許文献２】米国特許第6,296,909号明細書
【０００３】
また、一方近年のデバイスの高集積化に伴う別の要求として熱ＣＶＤやＰＥＣＶＤにて成膜された各種薄膜を熱やプラズマによるダメージの無い方法で得る方法として従来から光化学反応を利用する光-ＣＶＤが研究されている。
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
しかしながら、これら光エネルギを被処理体や反応空間に照射しようとする場合、1)反応空間の圧力と雰囲気ガスの制御を必要とすること、2)発生するガスでＵＶランプを汚すこと、3)発生したガスを安全に排気すること等の理由から、ＵＶランプと反応空間を仕切る必要がある。その仕切り板として、通常、光エネルギを透過させる合成石英製の光透過窓を用いていた。
【０００５】
しかしながら、高エネルギであるＵＶ光は、透過窓の材質や窓材に付着する堆積物の付着により透過率低下が生じやすく、多量にアウトガス（被照射膜が生じる分解ガス）が発生するキュアプロセスではメンテナンスサイクル（透過窓を洗浄若しくは交換するまでの処理回数・時間）を非常に短くしなければならないという問題があった。
【０００６】
従来は、反応空間へO_2を導入しＵＶを照射することでオゾンを発生させ、発生させたオゾンで堆積物を除去するクリーニング方法が一般的だったが、アウトガスが多量に発生するキュアプロセスではクリーニングに長時間を要するため、さらに効率の良い方法が望まれている。
【課題を解決するための手段】
【０００７】
本発明のある態様においては、クリーニング方法として、O_2をリモートプラズマ若しくはオゾン発生器にて活性化した上でチャンバーに導入しクリーニングする。また、ある態様では、上記で活性化した酸素を更にＵＶランプにて活性化を加速しクリーニングする。更に、ある態様では、このクリーニング方法と従来のO_2+ＵＶのオゾンクリーニングは併用させてもよい。
【０００８】
本発明の別の態様では、更に効率を向上させたクリーニング方法として、上記の方法のO_2の代わりに若しくは添加ガスとしてフッ素を含むクリーニングガスをリモートプラズマを利用して活性化した上でチャンバー内に導入する。この場合、ある態様においては、フッ素によって透過窓が腐食されない透過率の高い材料を選ぶ。そのような材料としては、CaF_2、MgF_2、BaF_2，Al_2O_3などの結晶や合成石英へのCaF_2、MgF_2、BaF_2，Al_2O_3コーティングが使用できる。
【０００９】
この発明を要約し、且つ関連技術に対し達成された利点を要約するために、この発明の所定の目的及び利点がこの開示で説明される。勿論、そのような目的や利点の全てが、この発明の特別な実施形態によって必ずしも達成される必要はない、という点が理解されるべきである。かくして、当業者は、例えば、この発明が、ここで教示又は示唆される他の目的や利点を達成する必要なく、ここで教示された１つの利点又は利点のグループを達成又は最適化するように具体化又は実施されることを認識するであろう。
【００１０】
この発明の別の形態、特徴及び利点は、後続する好ましい実施形態の詳細な説明から明らかとなる。

【００１１】
この発明のこれら及び他の特徴は、好ましい実施形態の図面を参照して以下で説明される。これらの図面は、この発明を図解しようとするものであって、制限しようとするものではない。図面は、図解目的で単純化されすぎていて、比例してはいない。
【発明を実施するための最良の形態】
【００１２】
この発明は、特定の実施形態を参照して更に説明されるが、これら特定の実施形態は、本発明を制限しようとするものではない。
【００１３】
一実施形態において、本発明は、ＵＶ照射チャンバーをクリーニングする方法を提供する。この方法は、（ｉ）ＵＶ照射チャンバーに設けられた光透過窓を透過したＵＶ光で基板を照射することを完了した後に、ＵＶ照射チャンバー外でクリーニングガスのラジカル種を発生させる工程と、（ii）ＵＶ照射チャンバーの外部からＵＶ照射チャンバー内へラジカル種を導入することによって、光透過窓をクリーニングする工程とを含む。
【００１４】
ＵＶ照射プロセスは、任意の好適なプロセス、例えば特許文献１（米国特許第６，７５９，０９８号明細書）及び特許文献２（米国特許第６，２９６，９０９号明細書）に開示されているプロセスであってもよい。この開示は、参照により完全にここに組み入れられる。典型的に、このプロセスは、ＵＶ照射チャンバー内に設けられたサセプタ上に載置されている基板（例えば、半導体基板）を、ＵＶチャンバー内でＵＶ光源とサセプタとの間に設けられた光透過窓を通して前記基板をＵＶ光で照射することによって、処理する工程を含む。
【００１５】
一実施形態では、ＵＶ照射プロセスに先行して、Ｓｉ，Ｃ，Ｈ，Ｏ、及びオプションのＮによって構成される膜が基板上に、例えばＰＥＣＶＤ、ＰＥＡＬＤ、ＰＶＤ等によって形成される。上記において、ＵＶ照射プロセスは、膜の硬化プロセスである。ＵＶ照射プロセスは、硬化プロセスに限定されるものではない。一実施形態では、ＵＶ照射プロセスは、光ＣＶＤプロセスである。
【００１６】
この膜は、限定されるものではないが、低誘電膜である。基板上に形成された膜がＵＶ照射チャンバー内で硬化される時に、ＵＶ照射チャンバー内での化学構造の分解の結果として、その膜から相当な量のアウトガスが発生する。このアウトガスは、炭化水素種からなる。アウトガスは、光透過窓を含むＵＶ照射チャンバーの内壁の表面に蓄積する。蓄積したアウトガスの堆積は、ＵＶ光が光透過窓を透過することを妨害し、これにより硬化の効率を低減する。かくして、特に、光透過窓は頻繁にクリーニングされる必要がある。
【００１７】
一実施形態では、ＵＶ照射以外の方法によって、ＵＶ照射チャンバー外でクリーニングガスのラジカル種が発生される。ＵＶ照射によって、クリーニングガスのラジカル種が発生され得るが、相当な量のラジカル種を得ることは、それが光の波長と光の強度に依存するものの困難である。例えば、高圧水銀ランプは、オゾンを数ｐｐｍから数１０ｐｐｍのオーダーで酸素から発生することがある。Ｘｅエキシマレーザは、数パーセントの酸素をオゾンに変換することがある。一実施形態では、ラジカル種は、リモートプラズマユニット内で発生される。クリーニングガスが酸素である場合、リモートプラズマユニットの代わりにオゾナイザー又はオゾン発生器が使用されることがある。外部で励起された種は、従来のＵＶ照射よりも高いエネルギを持つと共に、より効率的に光透過窓をクリーニングすることができる。
【００１８】
一実施形態では、ラジカル種は、ＵＶ照射チャンバーの外部からＵＶ照射チャンバー内へ導入され、これにより光透過窓をクリーニングする。クリーニングガスは、酸素ガスであってもよい。一実施形態では、リモートプラズマユニットによって、約８０％という高

いパーセントの酸素がオゾンに変換される。しかしながら、オゾンの寿命は短く、そしてラジカルのいくつかは、ＵＶ照射チャンバーへ到達するまで維持されない。かくして、好ましい実施形態では、ラジカル種は、光透過窓を通してラジカル種をＵＶ光で照射することによって、更に励起される。

【００１９】

リモートプラズマユニット（例えば、ＭＫＳによって製造されるＡＳＴＲＯＮ（商標））が酸素ガスを励起することに使用されるとき、ＵＶ照射チャンバー内の圧力及び流れを制御することによって、クリーニングプロセスが制御される。一実施形態では、圧力は１０Ｔｏｏｒ以下（例えば、１～７Ｔｏｏｒ）であり、酸素ガスの流率は０．１～１０ｓｌｍ（例えば、０．３～１ｓｌｍ）であり、不活性ガス、例えばＡｒ、Ｈｅ、Ｋｒ、又はＸｅの流率は０．５～１５ｓｌｍ（例えば、１～５ｓｌｍ；酸素ガスの流率よりも大きい）であり、クリーニング時間は５～１０００秒（例えば、１０～６００秒、５０～２００秒）である。上記において、ＵＶ照射は組み合わされることが好ましい。この場合、ＵＶ光は、１ｍＷ／ｃｍ^2～５００ｍＷ／ｃｍ^2（例えば、１００ｍＷ／ｃｍ^2～４００ｍＷ／ｃｍ^2）の強度と、１００～１０００ｎｍ（例えば、２００～４００ｎｍ）の波長を持つ。

【００２０】

一実施形態では、クリーニングガスは、分子中にフッ素を含有するガス、例えばNF_3、C_2F_6、及びC_3F_8であり得る。フッ素を含有するガスは高いエネルギを持ち、光透過窓を効率的にクリーニングすることができる。しかしながら、一方で、フッ素を含有するガスは、光透過窓を、その表面を腐食することによって損傷することがある。通常、光透過窓は、合成ガラス（酸化シリコン）製であり、この合成ガラスは、フッ素含有ガスによってエッチングされ易い。好ましい実施形態では、光透過窓は、フッ素含有ガスに耐性を持つ材料によって構成され得る。一実施形態では、光透過窓は、CaF_2、MgF_2、BaF_2、又はAl_2O_3の結晶によって構成され得る。もう１つの実施形態では、光透過窓は、CaF_2、MgF_2、BaF_2、又はAl_2O_3で被覆された合成石英によって構成され得る。例えば、CaF_2は、SiO_2よりも高い光透過係数を持ち、かくして好ましいものである。

【００２１】

フッ素含有ガスがクリーニングガスとして使用されるときに、ＵＶ照射がさらに行われ得るが、一実施形態ではＵＶ照射チャンバー内では行われる必要がない。一実施形態では、クリーニング条件は次の通りである。圧力は１０Ｔｏｏｒ以下（例えば、１～７Ｔｏｏｒ）であり、フッ素含有ガス（例えば、NF_3）の流率は０．１～５ｓｌｍ（例えば、０．５～１．５ｓｌｍ）であり、不活性ガス、例えばＡｒ、Ｈｅ、Ｋｒ、又はＸｅの流率は１～１５ｓｌｍ（例えば、フッ素含有ガスの流率よりも大きい１～５ｓｌｍ）であり、クリーニング時間は５～１０００秒（例えば、１０～６００秒、５０～２００秒）である。

【００２２】

上記において、クリーニングガスとして、酸素ガスとフッ素含有ガスが組み合わせて使用されてもよい。

【００２３】

一実施形態では光透過窓は、基板の直径の１１０％から１５０％（例えば、１２０％から１３０％）の直径（例えば、直径３００ｍｍの基板に対して３６０ｍｍから３８０ｍｍ）と、真空中で使用されるに十分な１０ｍｍから３０ｍｍ（例えば、約２０ｍｍ）の厚みとを持つ。一実施形態では、光透過窓と基板との距離は、５ｍｍから３０ｍｍ（例えば、１０ｍｍから２０ｍｍ）であってもよい。

【００２４】

一実施形態では、本発明は、ＵＶ照射によって半導体処理すると共に半導体処理用ＵＶ照射チャンバーをクリーニングする方法を提供する。この方法は、（ｉ）ＵＶ照射チャンバー内に設けられたサセプタ上に載置されている半導体基板を、ＵＶ照射チャンバー内でＵＶ光源とサセプタとの間に設けられた光透過窓を通して前記基板をＵＶ光で照射するこ

とによって、処理する工程と、（ii）この処理する工程の完了後に、クリーニングガスのラジカル種をＵＶ照射チャンバーの外部から、光透過窓とサセプタとの間に規定された空間内に導入することによって、光透過窓をクリーニングする工程とを含む。処理する工程において、ＵＶ光は、１００ｎｍから５００ｎｍ（例えば、２００ｎｍから４００ｎｍ）の波長を有してもよい。

【００２５】

以下、本発明を限定しようとするのもではない図面及び好ましい実施形態を参照して、本発明が説明される。

【００２６】

諸条件及び／又は構造を特に定めない本開示では、当業者は、本開示を考慮して、そのような条件及び／又は構造を、通常実施の課題として、容易に定めることができる。

【００２７】

図１には本願発明のある態様で使用することができるＵＶ照射装置の模式図である。この装置では、真空から大気圧周辺を制御できるチェンバーとチェンバー上部に設置された紫外光照射ユニットから構成されている。即ち、この装置は、ＵＶランプ４、照射窓２、ガス導入口３、ＵＶ照射チャンバー１、ヒーターテーブル８、真空ポンプに繋がる排気口５、ＬＬアーム６を備えＵＶ照射チャンバーに連結されるロードロックチャンバー７、を備える。なお、ＵＶ照射が実施できる装置であれば、本図に限定されない。

【００２８】

該ＵＶ照射装置では、連続及びパルス状に発光する紫外光発光体４と前記発光体に平行に対向して設置されたヒーター８と紫外光発光体４とヒーター８間に平行に対向した照射窓ガラス２が配設されている。照射窓２は、均一なＵＶ照射を実現するためのものであり、リアクターを大気と遮断し、且つＵＶを透過するものである。紫外光照射ユニット内の紫外光発光体４は例えばチューブ形状で平行に複数本配置し、図1のようにその発光体の配置位置は照度の均一化を目的として適正に配置されており、各紫外光発光体からの紫外光を薄膜に対し適切に反射するように反射板９を設け（ＵＶランプの上にある傘のようなもの）、反射板９のその角度は照度の均一化が図れるよう調整可能としている。

【００２９】

また、図２（a）、図２（ｂ）の模式図に示すように、この装置では、照射窓ガラス２を配設したフランジ１１を介して、真空から大気圧周辺を制御できるチェンバー１内の基板処理部と連続及びパルス状に発光する紫外光発光体４を収納する紫外光発光部とが分離している。該フランジ１１にはガス導入口３が接続され、ガスが円周方向から内部に向かって均一にガスが吐出されるように、複数のガス吐出口が周方向に一定間隔で設けられている。即ち、フランジ１１を介してガス導入がなされ、ガス導入口は複数設けその配置は均一な処理雰囲気を作る為に対称配置されている。なお、紫外光発光体４は容易に取り外し交換可能な構造になっている。

【００３０】

また、図４の模式図に示すように、基板処理部内の圧力は、排気口５に設けられた圧力制御バルブ２１により調整される。また、紫外光発光部も密閉された空間であるが、図示しないパージガス（大気あるいはN_2等により常にパージされている）の取り込み口と吐き出し口が設けられている。

【００３１】

紫外光照射処理の工程の例を以下に示すが、本発明はこれら態様に限定されるものではない。まず、チェンバー１内をＡｒ、ＣＯ、CO_2、C_2H_4、CH_4、H_2、Ｈｅ、Ｋｒ、Ｎｅ、N_2、O_2、Ｘｅ、アルコール系ガス及び有機系ガスから選択されるガスにて、圧力を約０．１Ｔｏｏｒ～大気圧付近（１Ｔｏｒｒ、１０Ｔｏｏｒ、５０Ｔｏｏｒ、１００Ｔｏｏｒ、１０００Ｔｏｏｒ、及び前記数値の間の数値を含む）の雰囲気とし、約０度～約６５０度（１０℃、５０℃、１００℃、２００℃、３００℃、４００℃、５００℃、６００℃、及び前記数値の間の数値を含み、好ましくは３００℃から４５０℃）に設定されたヒーター８上にゲートバルブを経てロードロックチャンバー７から搬入された被処

理体である半導体基板を載せ、紫外光発光体４から適正な距離（Ｇａｐ）（１ｃｍから１００ｃｍ）を通して波長約１００ｎｍから約４００ｎｍ（１５０ｎｍ、２００ｎｍ、２５０ｎｍ、３００ｎｍ、３５０ｎｍ、及び前記数値の間の数値を含み、好ましくは約２００ｎｍ）の紫外光を出力約１ｍＷ/ｃｍ^{2}から約１０００ｍＷ/ｃｍ^2（１０ｍＷ/ｃｍ^2、５０ｍＷ/ｃｍ^2、１００ｍＷ/ｃｍ^2、２００ｍＷ/ｃｍ^2、５００ｍＷ/ｃｍ^2、８００ｍＷ/ｃｍ^2、及び前記数値の間の数値を包含する）で連続もしくはパルス状に約１Ｈｚ～約１０００Ｈｚ（１０Ｈｚ、１００Ｈｚ、２００Ｈｚ、５００Ｈｚ、及び前記数値の間の数値を含む）で半導体基盤上の薄膜に対し紫外光を照射する。照射時間は約１秒～約２０分（5秒、１０秒、２０秒、５０秒、１００秒、２００秒、５００秒、１０００秒、及び前記数値の間の数値を包含する）である。チャンバー１内は排気口５から排気される。

【００３２】

この一連の処理をこの半導体製造装置は自動シーケンスで行っており、処理のステップとしてガス導入、紫外光照射、照射停止、ガス停止のステップを実施することができる。

【００３３】

紫外線照射により半導体基板上の薄膜よりアウトガスが発生すると、例えば合成石英製の照射窓ガラス及びチャンバー内壁に付着する。照射窓に堆積した汚れは紫外線を吸収し、キュア効率を低下させる。また、チャンバー内壁に堆積したよごれは剥離しパーティクルの原因となる。

【００３４】

これらの汚れを取り除くため、クリーニングを行う。クリーニングには例えばO_2を用い、紫外線でオゾン化し汚れ物質と反応させ取り除く。ＵＶでオゾン化するO_2の割合はかなり低いため、本発明のある態様ではO_2をチャンバーに導入する前にリモートプラズマユニットでラジカル化し、かつＵＶでオゾン化することでオゾン生成量効率を高める。図３にリモートプラズマユニット３１をＵＶチャンバー１に接続した模式図を示す。クリーニングガスはリモートプラズマユニット３１に導入され励起されてＵＶチャンバー１に導入される。

【００３５】

一方、オゾンで分解されない付着物や多量の付着物を発生する膜のキュアの場合、オゾンだけでは十分にクリーニングが期待できない場合、本発明のある態様では、クリーニングガスにNF_3等を用いることができる。具体的には、NF_3をリモートプラズマユニット（図３参照）に導入・分解しフッ素ラジカルを生成した後、チャンバー導入し、フッ素ラジカルで照射窓、チャンバー内壁の汚れを分解し取り除く。

【００３６】

このフッ素ラジカルはリアクター内の汚れを分解除去する効果があるものの、その反面、合成石英製の照射窓表面を侵食し紫外線透過率を低下させるという副作用がある。

【００３７】

図５は分光光度計を用い、照射窓ガラス（厚み２０ｍｍ）がどの波長の光をどれくらい通すか測定した結果である。使用したガラスは合成石英（SiO_2）とCaF_2ガラスである。図５では、まず、照射ガラスのＵＶ透過率（％）を測定し、次に、Low-k膜（ＳｉＣＯＨ系）を成膜した基板（３００ｍｍ）をＵＶチャンバーに搬入し以下の条件でキュアを実施した。

圧力：1－１００Ｔｏｏｒ、導入ガス：N_2、温度：３００－４５０℃、基板と照射窓との距離：０．１－１０ｃｍ、ＵＶ波長：１００－４００ｎｍ、出力：５－４００ｍＷ/ｃｍ^2、照射時間：６０－６００秒。

【００３８】

Low-k膜を上記条件でＵＶキュアした後、該照射窓ガラスのＵＶ透過率（％）を再び測定した。

【００３９】

次に、ＵＶチャンバー内をクリーニングする。クリーニング条件は以下であった。

リモートプラズマユニット：ASTRON（商標）、クリーニングガス：NF_3、チャンバー

内圧力：１－１０Ｔｏｏｒ、クリーニングガス流量：０．５－２ｓｌｍ、Ａｒガス流量：２－５ｓｌｍ、クリーニング時間：１分。
クリーニング後、該照射窓ガラスのＵＶ透過率（％）を再び測定した。

【００４０】

以上の結果、図５に示すように、合成石英(SiO_2)は初期状態で２００ｎｍ以上の波長のＵＶを９０％以上透過させるが、Low-k膜をＵＶキュアした後は３００ｎｍ以下の波長の光の透過率が１～２％程度低下しているのが確認された。リモートプラズマユニットによるNF_3クリーニングを1分間行った場合、透過率が大幅に低下し、２００ｎｍの光では１０％の低下が確認された。また、目視でもガラス表面の白濁と荒れが確認された。

【００４１】

一方、図５に示すように、CaF_2製ガラス窓を用いてSiO_2同様の実験を行った結果、照射窓をフッ素耐性のあるCaF_2にした場合、フッ素による侵食を防ぎかつNF_3のラジカルクリーニングによるクリーニング効果の改善を行うことができることが分かった。今回CaF_2は耐フッ素用を考えて利用したわけだが、CaF_2自身、透過率は全体的にSiO_2より高い点も有利な点である。具体的に見ると、初期状態で９２％～９４％、low-k膜のキュア後には約1%程度透過率が低下し、リモートプラズマユニットによるNF_3クリーニングを1分間行った後は初期状態の透過率に回復するのが確認された（なお、クリーニング後では透過率が初期状態を上回っているが、これは測定誤差もしくはクリーニングによって初期状態に付着していた汚れも取り除いたためと考えられる）。目視でも表面の白濁や荒れは観測されなかった。これにより、CaF_2ガラスのフッ素耐性が確認された。

【００４２】

以上説明したように、本発明のある態様によれば、ＵＶ照射窓のクリーニングに対して、リモートプラズマを利用したクリーニング、またはフッ素耐性のある照射窓を用いてクリーニング性能の高いフッ素系クリーニングガスを用いることで、ＵＶチャンバーのクリーニングスピードを大幅に高めることができる。

【００４３】

当業者によって理解されるように、本発明の思想から逸脱することなく、多数且つ種々の変形がなされる。それ故、本発明の形状は図解するだけのものであって、本発明の範囲を限定しようとするものではない、と明瞭に理解されるべきである。

【図面の簡単な説明】

【００４４】

【図１】本発明の一実施形態で使用可能なＵＶ照射装置を示す模式図である。
【図２】図２（ａ）は本発明の一実施形態で使用可能なＵＶ照射チャンバーを示す模式図で、図２（ｂ）は図２（ａ）に示されたＵＶ照射チャンバーの上面図である。
【図３】本発明の一実施形態で使用可能なリモートプラズマユニットが取り付けられたＵＶ照射チャンバーを示す模式図である。
【図４】本発明の一実施形態で使用可能なＵＶ照射チャンバーを示す模式図である。
【図５】複数の例におけるＵＶ透過係数（％）と波長（ｎｍ）との関係を示すグラフである。

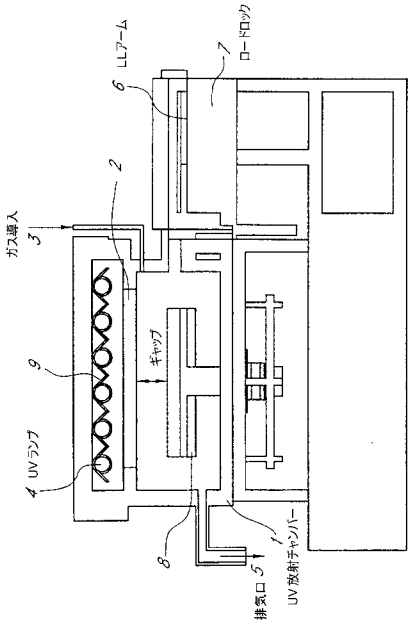
【符号の説明】

【００４５】

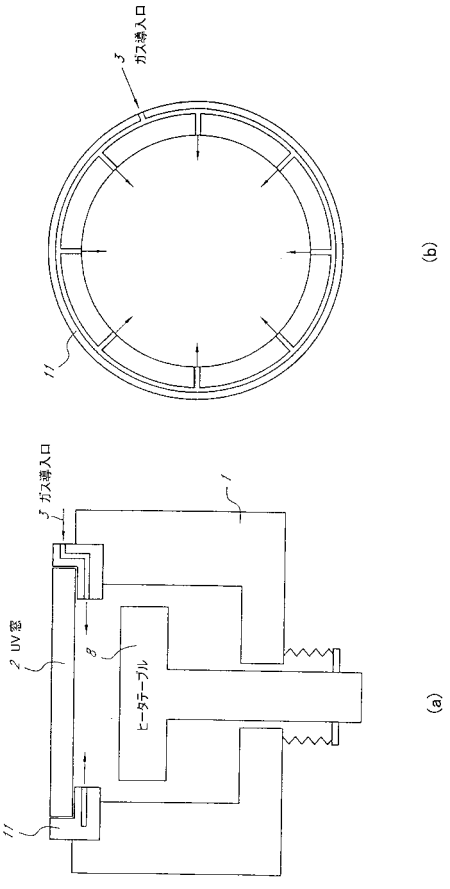
1　ＵＶ放射チャンバー
2　照射窓ガラス
3　ガス導入口
4　ＵＶランプ
5　排気口
6　ＬＬアーム
7　ロードロックチャンバー
8　ヒーターテーブル

9　　反射板
１１　　フランジ
２１　　圧力制御弁
３１　　リモートプラズマユニット

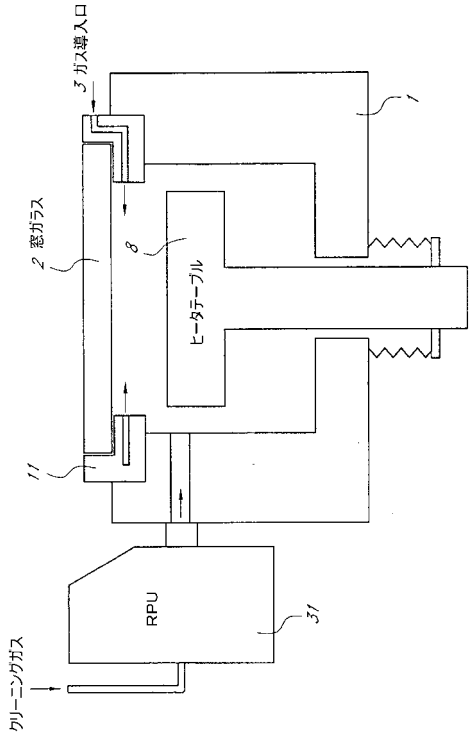
【図１】



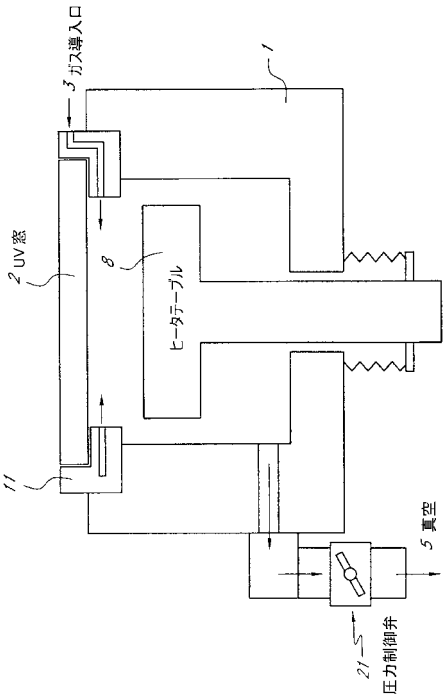
【図２】



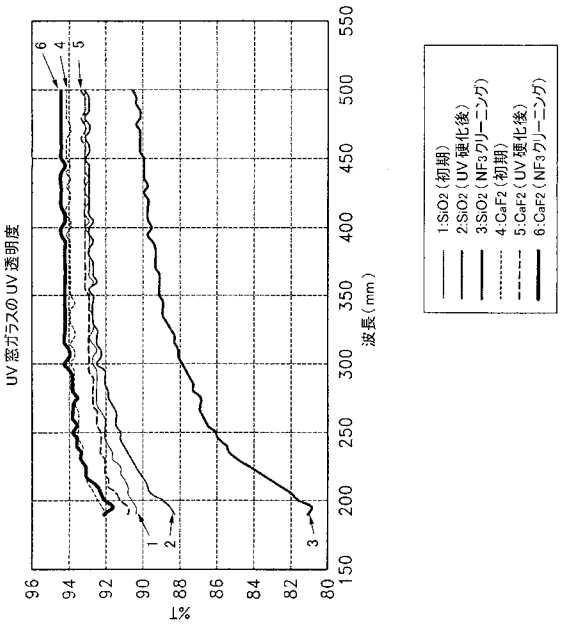
【図３】


3 ガス導入口
1
2 窓ガラス
8
ヒータテーブル
11
RPU
31
クリーニングガス

【図４】


3 ガス導入口
1
2 UV窓
8
ヒータテーブル
11
5 真空
21
圧力制御弁

【図５】


UV窓ガラスのUV透明度
T%
波長(nm)
1:SiO2(初期)
2:SiO2(UV硬化後)
3:SiO2(NF3クリーニング)
4:CaF2(初期)
5:CaF2(UV硬化後)
6:CaF2(NF3クリーニング)

フロントページの続き

審査官　伊藤　光貴

(56)参考文献　特開昭６４－００４０１５（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－１５１４０９（ＪＰ，Ａ）
特開昭６２－２８４０８０（ＪＰ，Ａ）
特開昭６１－１２７１２０（ＪＰ，Ａ）
特開昭６３－２８３１２２（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－３２３４６７（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－２１２７３２（ＪＰ，Ａ）
特表２００７－５１４２９３（ＪＰ，Ａ）
特表２００３－５１２３９０（ＪＰ，Ａ）
実開平０３－０４５９５６（ＪＰ，Ｕ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｃ２３Ｃ　１６／００－１６／５６
Ｂ０１Ｊ　１９／１２
Ｈ０１Ｌ　２１／２０５