

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4934193号
(P4934193)

(45) 発行日 平成24年5月16日(2012.5.16)

(24) 登録日 平成24年2月24日(2012.2.24)

(51) Int. Cl. F I
 HO 1 L 21/26 (2006.01) HO 1 L 21/26 J
 HO 1 L 21/26 Q

請求項の数 14 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2009-507992 (P2009-507992)	(73) 特許権者	390040660
(86) (22) 出願日	平成19年4月27日 (2007.4.27)		アプライド マテリアルズ インコーポレ イテッド
(65) 公表番号	特表2009-535825 (P2009-535825A)		APPLIED MATERIALS, I NCORPORATED
(43) 公表日	平成21年10月1日 (2009.10.1)		アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95 054 サンタ クララ パウアーズ ア ベニュー 3050
(86) 国際出願番号	PCT/US2007/067684	(74) 代理人	100109726
(87) 国際公開番号	W02007/127947		弁理士 園田 吉隆
(87) 国際公開日	平成19年11月8日 (2007.11.8)	(74) 代理人	100101199
審査請求日	平成22年4月15日 (2010.4.15)		弁理士 小林 義教
(31) 優先権主張番号	11/380,553	(74) 代理人	100107456
(32) 優先日	平成18年4月27日 (2006.4.27)		弁理士 池田 成人
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
早期審査対象出願			

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 誘電体バリア放電ランプアセンブリを用いた基板処理チャンバ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

チャンバ本体と、
 前記チャンバ本体内に配置された基板支持体と、
 プロセスチャンバ上に配置され、且つ前記基板支持体上に配置された基板をアニーリン
グするのに十分な熱放射を誘導するように動作可能な、放射加熱アセンブリと、
前記放射加熱アセンブリと前記基板支持体との間でプロセスチャンバ内に位置決めされ
た誘電体バリア放電ランプアセンブリであって、前記誘電体バリア放電ランプアセンブリ
が、第1の電極と、第2の電極と、前記第1の電極と前記第2の電極との間に位置決めさ
れた誘電体バリアと、前記誘電体バリアと前記第2の電極との間に画定された放電空間と
 をさらに備える誘電体バリア放電ランプアセンブリと、
 を備えるプロセスチャンバ。

【請求項 2】

前記第1の電極が、熱放射を提供するように構成された放射加熱アセンブリである、請
 求項1に記載の装置。

【請求項 3】

前記誘電体バリアが、石英窓と、ガラス基板と、セラミック材料またはポリマー層をさ
 らに備える、請求項1に記載の装置。

【請求項 4】

前記誘電体バリア放電ランプアセンブリに対向して配置された透明窓をさらに備える、

請求項 1 に記載の装置。

【請求項 5】

前記誘電体バリア放電ランプアセンブリが、前記誘電体バリアと前記第 2 の電極との間に配置された透明窓をさらに備える、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 6】

前記放射加熱アセンブリが、前記チャンバ本体内に形成された透明窓の上に位置決めされたハロゲンランプアセンブリをさらに備える、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 7】

前記放電空間内に収容された放電ガスをさらに備える、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 8】

前記放電ガスが、酸素ガス (O_2)、キセノンガス (Xe)、クリプトンガス (Kr)、アルゴンガス (Ar)、ネオンガス (Ne) およびヘリウムガス (He) を含む群より選択される、請求項 7 に記載の装置。

【請求項 9】

前記放電ガスが、ハロゲンガス、 H_2O ガス、 N_2O ガス、 N_2 ガスおよび NH_3 ガスを含む群より選択される追加的なガスをさらに備える、請求項 8 に記載の装置。

【請求項 10】

前記第 1 の電極および第 2 の電極が、アレイ状に構成される、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 11】

前記電極が、冷却流体を流すように適合された中空流路を有する、請求項 10 に記載の装置。

【請求項 12】

前記チャンバ本体が、冷却流体を受け容れるように構成された、空間と前記誘電体バリア放電ランプアセンブリとの境界をつけるチャンバ蓋をさらに備える、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 13】

前記チャンバの内部容積に供給されるプロセスガスをさらに備える、請求項 7 に記載の装置。

【請求項 14】

前記プロセスガスが透明窓によって前記放電ガスから分離されており、前記プロセスガスは酸素ガス (O_2)、キセノンガス (Xe)、クリプトンガス (Kr)、アルゴンガス (Ar)、ネオンガス (Ne)、ヘリウムガス (He)、ハロゲンガス、 H_2O ガス、 N_2O ガス、 N_2 ガスおよび NH_3 ガスを含む群より選択される、請求項 13 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【発明の背景】

【0001】

発明の分野

[0001]本発明は、一般的に、半導体処理ツールに関し、より具体的には、誘電体バリア放電ランプアセンブリを有する熱処理ツールに関する。

【0002】

関連技術の説明

[0002] RTP (急速加熱処理) は、半導体製造中に基板をアニーリングするプロセスである。このプロセス中には、制御された環境下で、基板を、900 以上の温度まで急速に加熱するために、熱放射が利用される。この温度は、該プロセスに応じて、1 秒未満から数分間の特定の時間、維持される。該基板は、次に、さらなる処理の前に冷却される。

【0003】

[0003]従来、RTP チャンバは、典型的には、放射熱源またはランプと、チャンバ本体と、基板支持アセンブリとを含む。該基板支持アセンブリは、該チャンバ本体内に配置され、処理中に基板を支持する。該放射熱源は、典型的には、該熱源によって生成された放

10

20

30

40

50

射エネルギーが、該基板支持アセンブリ上に位置決めされた該基板に作用するように、該チャンパ本体の上面に載置され、または、該チャンパの内壁部に埋め込まれている。石英窓は、典型的には、放射熱源と、プロセスチャンパ内の典型的に該基板が配置されている内部プロセス領域とを分離するために、該チャンパの上面に配置されている。

【0004】

[0004]該ランプによって生成された放射エネルギーは、熱放射の波の形をしている。この放射は、広帯域であり、典型的には、約800nm～約1500nmのピーク波長を有する。該石英窓を通して該基板表面への透過の間に、放射エネルギーの一部は、失われてもよい。例えば、約4000nm超の波長は、透過しない。従って、該石英窓は、約400nm～約4000nm、またはさらにそれ以上、および赤外線領域(IR)の、該石英窓を通過する放射エネルギーの波長の変化を引き起こす。これらの波長の放射エネルギーは、該基板表面での光化学反応を促進するのには不十分であり、また、反応して該基板上に多量の膜を形成する際に利用可能な生成反応種の数をも不十分なものとする場合がある。

10

【0005】

[0005]そのため、熱処理チャンパ用の改良されたランプアセンブリに対する要求がある。

【発明の概要】

【0006】

[0006]誘電体バリア放電(dielectric barrier discharge; DBD)ランプアセンブリおよび該アセンブリを利用する方法を提供する。一実施形態において、熱処理チャンパは、チャンパ本体と、誘電体バリア放電ランプアセンブリとを含む。該誘電体バリア放電ランプアセンブリは、第1の電極と、第2の電極と、誘電体バリアとをさらに備える。該誘電体バリア放電ランプアセンブリは、該第1の電極と第2の電極との間に位置決めされる。該誘電体バリアは、該誘電体バリアと第2の電極との間に放電空間を画定する。回路構成が、該第1および第2の電極に結合され、該誘電体バリア放電ランプアセンブリを作動させるようになっている。

20

【0007】

[0007]別の実施形態においては、該熱処理チャンパは、内部容積を画定するチャンパ本体と、該チャンパ本体の内部容積に配置された基板支持アセンブリとを含む。放射加熱アセンブリは、該チャンパ本体を貫通して形成されたウィンドウを通して、該基板支持体に放射を向けるように位置決めされている。該放射加熱アセンブリと基板支持体との間に位置決めされた誘電体バリア放電ランプアセンブリは、該チャンパ本体の内部容積に放射するようになっているアセンブリである。

30

【0008】

[0008]また別の実施形態においては、基板を処理する方法は、処理チャンパ内に配置された基板支持アセンブリ上に基板を位置決めすることと、該基板を、放射加熱アセンブリによって生成された放射エネルギーに曝露させることと、該基板を、誘電体バリア放電ランプアセンブリによって生成された第2の放射エネルギーに曝露させることとを含む。

【0009】

[0009]上に列挙した本発明の特徴部を詳細に理解できるように、上記で簡単にまとめた本発明のより具体的な説明を、そのいくつかを添付図面に図示されている本発明の実施形態を参照して行う。しかし、該添付図面は、この発明の典型的な実施形態のみを図示しており、そのため、本発明の範囲を限定するものと考えべきではなく、従って、本発明は、他の等しく有効な実施形態を許容可能なことに留意すべきである。

40

【0010】

[0016]理解を容易にするために、図面に共通している同一の要素を指し示すために、可能であれば、同一の参照数字を用いている。一実施形態の該要素および特徴部は、追加的な詳述なしに、他の実施形態に有利に組み込むことができることが意図されている。

【0011】

[0017]しかし、添付図面は、本発明の例示的な実施形態のみを図示しており、そのため

50

、本発明の範囲を限定するものと考えべきではなく、従って、本発明は、他の同様に有効な実施形態を許容可能なことに留意すべきである。

【発明の詳細な説明】

【0012】

[0018]本発明の実施形態は、IRとUVが組み合わされたエネルギーを熱処理システム内で生成する装置および方法を提供する。こが組み合わされたエネルギーは、基板表面での光化学反応を促進するのに利用され、それにより、該基板上での均一な熱処理を可能にする。該組み合わされた放射エネルギーは、熱処理システム内で、誘電体バリア放電(DBD)ランプアセンブリを利用して得られ、それにより、有効かつ均一な基板処理を有利に容易にする。

10

【0013】

[0019]図1は、DBDランプアセンブリ150を有する急速熱処理チャンバ100の一実施形態の簡素化した断面斜視図である。本発明の利益を享受するように適応させることのできる急速熱処理チャンバの実例は、XephusおよびRadiance Plus(商標)CENTURA(登録商標)熱処理システムであり、これらは共に、カリフォルニア州サンタクララにあるApplied Material, Inc.から入手可能である。誘電体バリア放電ランプアセンブリ150は、図示されている急速熱処理チャンバ100内で利用されるものとして記載されているが、誘電体バリア放電ランプアセンブリ150は、堆積チャンバ、エッチングチャンバおよび露光チャンバ等の他の熱処理システムでも利用することができる。

20

【0014】

[0020]処理チャンバ100は、チャンバ壁部104と、底部110と、内部容積120を画定する上部112とを有するチャンバ本体102を含む。壁部104は、典型的には、基板140の出し入れを容易にするための少なくとも1つの基板アクセスポート148を含む。石英窓114は、チャンバ本体102の上部112に載置されている放射加熱アセンブリ106内に含まれている。放射加熱アセンブリ106は、基板支持体108内に位置決めされた基板140を加熱するのに利用される。放射加熱アセンブリ106は、ウォータージャケットアセンブリ162内に、複数のランプチューブ160を含む。各チューブ160は、リフレクタおよびタングステンハロゲンランプアセンブリを収容できる。ランプチューブ160は、ハニカムライトパイプ構成内に置かれている。ライトパイプのこの集密化された六角形構成は、高出力密度の約400nm~約4000nmの波長を有するIR放射および/またはより長波長のUV放射等の放射エネルギーを生成する。一実施形態において、放射加熱アセンブリ106は、該基板を熱処理するための、例えば、基板140上に配置されたシリコン層をアニーリングするための放射エネルギーを生成する。本発明の利益を享受するように適応させることのできる1つの放射加熱アセンブリ106は、Gronet等に対して発行された米国特許第5,487,127号明細書に記載されており、その全体は参照により本明細書に組み込まれている。

30

【0015】

[0021]誘電体バリア放電(DBD)ランプアセンブリ150は、放射加熱アセンブリ106と基板支持体108との間に配置されている。DBDランプ150は、放射加熱アセンブリ106の内面である接地電極と、該チャンバ本体と絶縁されている(図には示されていない絶縁)高電圧電極202と、誘電体バリア114とを備える。一実施形態において、該誘電体バリアは、放射加熱アセンブリ220のための石英窓である。DBDランプアセンブリ150は、基板処理を促進するのに利用される短波長の放射エネルギーを生成する。放電空間152は、その中に放電ガスが供給されるDBDランプアセンブリ150内に画定されている。電源156は、放電空間152内に存在する放電ガスを活性化させる。活性化された放電ガスは、紫外線(UV)を放出し、それにより、該基板に、加熱アセンブリ106単独で生成されるものよりも高い流束のUV放射を照射する。一実施形態において、DBDランプアセンブリ150によって生成された放射エネルギーは、約100nm~約4000nmの波長を有するUVとIRが組み合わされた放射を含む。別の実施形

40

50

態においては、DBDランプアセンブリ150によって生成された放射エネルギーは、波長が約100nm～1500nmのUV放射および/またはIR放射を有する。

【0016】

[0022]基板支持アセンブリ108は、その上に位置決めされる基板140を収容するために、チャンバ102の底部110上に配置されている。基板支持アセンブリ108は、基板140を回転させるように構成することができ、それにより、基板140を、放射加熱アセンブリ106およびDBDランプアセンブリ150によって生成された放射エネルギーによって、コンフォーマルに加熱できるようにする。

【0017】

[0023]回路構成154は、電源156によって、誘電体バリア放電ランプアセンブリ150に結合している。回路構成154は、電力をDBDランプアセンブリ150に与えるようになっている。作動時には、DBDランプアセンブリ150に印加される電圧が、電界を確立して、DBDランプアセンブリ150による放射エネルギーの生成を可能にし、これにより、基板140の表面での反応および光化学プロセスが促進され、それによって、基板140上での熱処理を可能にする。また、放射加熱アセンブリ160は、熱エネルギーを生成するランプ106に電力を供給するための独立した回路構成(図示せず)を有してもよい。放射加熱アセンブリ106から生成された熱エネルギーは、基板140の表面に放射されて、十分な熱エネルギーを与える。放射加熱アセンブリ106から生成された熱エネルギーはまた、基板140の表面に放射されて基板140の表面を活性化させる、DBDランプアセンブリ150から生成された放射エネルギーを増大させることもでき、それにより、基板140の表面での反応を促進する。

【0018】

[0024]雰囲気制御システム164は、チャンバ本体102の内部容積120に結合されている。雰囲気制御システム164は、チャンバ圧力を制御するための絞り弁および真空ポンプを含む。また、雰囲気制御システム164は、追加的にプロセスガスまたは他のガスを内部容積120へ供給するガス源を含んでもよい。一実施形態において、雰囲気制御システム164は、熱堆積プロセスのためのプロセスガスを供給する。別の実施形態においては、雰囲気制御システム164は、アニーリングプロセスのためのガスを供給する。領域152内の放電ガスは、該雰囲気制御システムまたは独立した入口(図示せず)によって供給することができる。

【0019】

[0025]図2は、熱処理チャンバ200内に配置されたDBDランプアセンブリ150の一実施形態である。DBDランプアセンブリ150は、第1の電極220と、誘電体バリア114と、第2の電極202とを含む。第1の電極220は接地されている。第2の電極202は、チャンバ本体と絶縁されている(図には示されていない絶縁)。誘電体バリア114は、第1の電極220と第2の電極202との間に配置されており、第1の電極220と第2の電極202を離間関係に保つ。DBDランプアセンブリ150は、放射エネルギーを生成して、基板140の表面を活性化するように構成されている。一実施形態において、第1の電極220は、図1に記載されている放射加熱アセンブリ106である。別の実施形態においては、第1の電極220は、放射エネルギーを該基板に供給するのに適した他の構造を有してもよい。

【0020】

[0026]第2の電極202は、電気を送り込んで、生成された放射エネルギーを該第2の電極を通ることができるように構成された導電性材料である。一実施形態において、第2の電極202は、ワイヤグリッド、メタルメッシュ、有孔金属、エキスパンドメタルまたは導電性ウェブメタルである。第2の電極202の適切な材料は、限定されるものではないが、アルミニウム、ステンレス鋼、タングステン、銅、モリブデン、ニッケルおよび他の金属材料を含む。別の実施形態においては、第2の電極202は、上述したような導電性材料であって、誘電体層で被覆されているものであってもよい。また別の実施形態においては、第2の電極202は、隙間のあるパターンで誘電体層上に被覆された導電性材料で

10

20

30

40

50

あってもよい。該誘電体層は、放射エネルギーの透過を容易にする透明な誘電体層または十分に薄い誘電体層とすることができる。該誘電体層の適切な材料は、限定されるものではないが、特に、 MgO 、 SiO_2 、 Y_2O_3 、 La_2O_3 、 CeO_2 、 SrO 、 CaO 、 MgF_2 、 LiF_2 および CaF_2 を含む。該導電性材料は、インジウムスズ酸化物 (*indium tin oxide*; ITO)、 SnO_2 、 W 、 Mo 、 Cu または別の金属とすることができる。

【0021】

[0027] 誘電体バリア 114 は、プロセスを活性化する間、電流リミッタとして機能し、放射エネルギーが、持続性のアーク放電に変わることを防ぐ。一実施形態において、誘電体バリア 114 は、放射エネルギーを該誘電体バリアを通して放出できるようにする透明な誘電体材料である。別の実施形態においては、誘電体バリア 114 は、ガラス、石英、セラミックまたは他の適切なポリマー等の透明な誘電体材料である。また別の実施形態においては、該誘電体材料は、図 1 に記載されているような石英窓 114 である。

10

【0022】

[0028] 放電空間 212 は、処理チャンバ 200 内の誘電体バリア 114 と第 2 の電極 202 との間に画定されている。放電ガスは、放電空間 212 内に供給される。放電空間 212 は、放電容積に、放電空間 212 内で実行される、電子と該放電ガスとの間の十分な衝突を可能にさせる選択された放電距離 210 を有する。該放電容積は、エキシマーを含む励起された種を発生させることができ、それによって所望により UV 放射を生成するように、電子と放電ガスの衝突を十分に促進するように構成される。一実施形態において、放電距離 210 は、放電空間 212 内での該衝突を促進するように適切な範囲内で選択される。別の実施形態においては、放電距離 210 は、約 0.1 cm ~ 約 100 cm、例えば、約 2 cm ~ 約 20 cm に選択される。加えて、放電空間 212 内の圧力は、約 0.5 トール ~ 約 600 トールに保つことができる。

20

【0023】

[0029] 電子と放電ガスの衝突は、エネルギーを該放電ガスに与えて、放電プラズマ種およびエキシマーを含む反応種を発生させる。一部の活性化された反応種は、放射エネルギー、例えば、光子を放出して、基板 140 の表面へ放出する UV 放射を引き起こす。基板 140 の表面は、該光子を吸収して、基板 140 の表面をエネルギー活性化状態にする。基板 140 のエネルギー活性化された表面は、該基板の反応、例えば、アニーリングプロセスまたは表面再構成を促進する。一実施形態において、放電ガスは、酸素ガス (O_2) とすることができる。別の実施形態においては、該放電ガスは、酸素ガス (O_2)、およびキセノンガス (Xe)、クリプトンガス (Kr)、アルゴンガス (Ar)、ネオンガス (Ne)、ヘリウムガス (He) 等の希ガスを含む群より選択されたガス混合物であってもよい。また別の実施形態においては、該放電ガスは、酸素ガス (O_2)、希ガス、ハロゲン含有ガス、フッ素、臭素、塩素ガス、ヨウ素含有ガス、 H_2O および NH_3 のうちの少なくとも 1 つを含むガス混合物であってもよい。

30

【0024】

[0030] 要求に応じて、プロセス条件を最適化するために、プロセスガスを、プロセスチャンバ 200 の内部容積 120 に供給することができる。内部容積 120 に供給されたプロセスガスは、DBD ランプアセンブリ 150 からの UV 放射によって励起され、基板 140 の表面に対して、励起されたガス種を与える。該励起されたガス種ならびに該放電ガスによってエネルギー活性化された反応種は、該基板の表面をエネルギー活性化し、それにより、基板 140 上での光化学反応を誘発し、基板 140 が集中的かつ均一に処理されることを可能にする。図 2 に描かれている実施形態のように、第 2 の電極 202 は、金属メッシュまたはワイヤグリッド材料であるように構成されているため、該放電ガスは、第 2 の電極 202 を通って、基板表面 140 の全域にプロセスガスとして流れることができる。別の実施形態においては、該プロセスガスは、基板 140 の表面に個々に供給される該放電ガスとは異なってもよい。該プロセスガスは、酸素ガス (O_2)、希ガス、ハロゲン含有ガス、 H_2O 、 N_2O 、 N_2 または NH_3 のうちの少なくとも 1 つを含むことがで

40

50

きる。

【 0 0 2 5 】

[0031]回路構成 2 2 0 は、電源 2 5 0 からの作動電圧を、第 1 の電極 2 2 0 および第 2 の電極 2 0 2 へ印加する。動作中、2 つの電極 2 2 0、2 0 2 に印加された電圧は、放電空間 2 1 2 内での電子の衝突を促進する電界を確立する。この電子衝突は、放電空間 2 1 2 内で、該放電ガスへのエネルギーを生成し、それにより、該放電ガスを、典型的には、反応種、放電種またはエキシマーと呼ばれる励起状態に活性化させる。該反応種は、後に再結合して、放射のかたちでエネルギー、例えば UV 光子を放出する。放射エネルギー 2 0 8 は、基板 1 4 0 へ移動して、光化学的なプロセスおよび反応を促進する。UV 放射 2 0 8 は、高い光子エネルギーを生じ、それにより、基板 1 4 0 の表面に生じる光化学反応を促進し、該基板を均一に処理できるようにする。加えて、放射加熱アセンブリ 1 0 6 も、放射エネルギー 2 0 8 と同様に基板 1 0 4 の表面へ拡散する熱放射エネルギー 2 0 6 を生成して、それにより、組み合わせられた IR および UV 放射を生じさせて該基板反応を促進する。一実施形態において、DBD ランプアセンブリ 1 5 0 によって生成された UV 放射 2 0 8 は、約 1 0 0 nm ~ 約 4 0 0 nm の波長を有する。別の実施形態においては、DBD ランプアセンブリ 1 5 0 および放射加熱アセンブリ 1 0 6 によって生成された、組み合わせられた熱放射エネルギー 2 0 6 および UV 放射 2 0 8 は、約 1 0 0 nm ~ 約 4 0 0 0 nm の波長の組み合わせられた IR および UV 放射を有する。

10

【 0 0 2 6 】

[0032]電源 2 5 0 から回路構成 2 0 4 によって印加された電圧は、上述したようなエネルギーを生成するのに十分である電界を確立することができるように選択される。一実施形態において、該電圧は、約 1 0 0 V ~ 約 2 0 , 0 0 0 V、例えば、約 1 , 0 0 0 V ~ 約 5 , 0 0 0 V の範囲で印加することができる。

20

【 0 0 2 7 】

[0033]図 3 は、熱処理チャンバ内の DBD ランプアセンブリ 1 5 0 の一実施形態を描いた図である。DBD ランプアセンブリ 1 5 0 は、第 1 の電極 3 2 0 と、第 2 の電極 3 0 2 と、誘電体バリア 1 1 4 とを含む。第 1 の電極 3 2 0 は、接地されている。第 2 の電極 3 0 2 は、該チャンバ本体と絶縁されている（図 3 には示されていない絶縁）。誘電体バリア 1 1 4 は、第 1 の電極 3 2 0 と第 2 の電極 3 0 2 との間に配置されており、第 1 の電極 3 2 0 と第 2 の電極 3 0 2 を離間関係に保つ。透明窓 3 0 4 は、DBD ランプアセンブリ 1 5 0 の下に配置されている。図 3 に描かれている実施形態は、透明窓 3 0 4 を、任意選択的に、DBD ランプアセンブリ 1 5 0 の下に配置することができることを除いて、図 2 に記載されている実施形態と実質的に同じであることを留意されたい。

30

【 0 0 2 8 】

[0034]プロセスチャンバ 3 0 0 内に配置された透明窓 3 0 4 は、DBD ランプアセンブリ 1 5 0 と内部容積 3 1 8 とを分離する。分離された DBD ランプアセンブリ 1 5 0 は、放電空間 3 1 4 内の放電ガスを、DBD ランプアセンブリ 1 5 0 内に収容できるようにし、それによって、該放電ガスの使用量を最小限にする。また、透明窓 3 0 4 は、DBD ランプアセンブリ 1 5 0 と、処理チャンバ 3 0 0 の内部容積 3 1 8 とを分離し、それにより、無用のプラズマ種および他の放電種が DBD ランプアセンブリ 1 5 0 から出るのを防ぐ。DBD ランプアセンブリ 1 5 0 に関連する望ましくないスパッタされた物質、例えば、誘電体材料の衝撃に由来する粒子または汚染物質が、処理チャンバ 3 0 0 の内部容積 3 1 8 に入るのを有利に防ぐことができる。加えて、分離された放電空間 3 1 4 は、内部容積 3 1 8 に供給されたプロセスガスが、放電空間 3 1 4 内の放電ガスと混合するのを防ぎ、それにより、様々なプロセス要件に対する該プロセスガスおよび放電ガスの選択を最適化する。一実施形態において、該プロセスガスは、該放電ガスと同じでもよい。別の実施形態においては、内部容積 3 1 8 に供給される該プロセスガスは、酸素ガス (O_2)、希ガス、ハロゲン含有ガス、 H_2O 、 N_2O 、 N_2 および NH_3 を含む群より選択される。

40

【 0 0 2 9 】

[0035]透明窓 3 0 4 は、DBD ランプアセンブリ 1 5 0 および放射加熱アセンブリ 1 0

50

6内で生成された放射エネルギーが、著しくエネルギーを損失することなくことなく、該窓を通過できるように選択された材料で作られる。一実施形態において、透明窓304は、石英、ガラス基板、 MgF_2 、 CaF_2 または LiF_2 のうちの少なくとも一つで作られる。

【0030】

[0036]図4は、熱処理チャンバ400内の内部分離された誘電体バリア放電ランプアセンブリ150の別の実施形態を描いた図である。図1に記載されているようなハニカムチューブ160および石英窓114を含む放射加熱アセンブリ106は、プロセスチャンバ400の上部面に配置されている。放射加熱アセンブリ106および誘電体バリア放電ランプアセンブリ150は、基板表面140に放射エネルギーを与える。一実施形態において、放射加熱アセンブリ106から生成された放射エネルギーは、IRおよび/またはより長波長のUV放射を有する。別の実施形態においては、放射加熱アセンブリ106から生成された放射エネルギーは、約400nm~約4000nmの波長を有する。

10

【0031】

[0037]第1の電極402、第2の電極408および誘電体バリア404および406を含む誘電体バリア放電ランプアセンブリ150は、放射加熱アセンブリ106の下に配置されている。DBDランプ150は、セグメント(図示せず)により、処理チャンバ400の壁部104から分離されていてもよく、または、該電極の一方を接地してもよい。一実施形態において、電極402、408は、電気を送り込み、および電圧の印加時に、放射エネルギーを生成できるように構成された導電性材料である。別の実施形態においては、電極402、408は、ワイヤグリッド、メタルメッシュ、有孔金属、エキスパンドメタルまたは導電性ウェブ材料である。電極402、408の適切な材料は、限定されるものではないが、アルミニウム、ステンレス鋼、タングステン、銅、モリブデン、ニッケルおよび他の金属合金を含む。別の実施形態においては、電極402、408は、上述したような導電性材料であって、誘電体層で被覆されているものであってもよい。また別の実施形態においては、電極402、408は、符号404または406のような誘電体層上に被覆された導電性材料であってもよい。該誘電体層は、放射エネルギーの透過を容易にする十分に薄い厚さを有する透明層または誘電体層とすることができる。該誘電体層の適切な材料は、限定されるものではないが、特に、 MgO 、 SiO_2 、 Y_2O_3 、 La_2O_3 、 CeO_2 、 SrO 、 CaO 、 MgF_2 、 LiF_2 および CaF_2 を含む。該導電性材料は、前述したインジウムスズ酸化物(ITO)または SnO_2 とすることができる。

20

30

【0032】

[0038]誘電体層404および406は、第1の電極402と第2の電極408との間に配置されている。誘電体バリア404、406は、エネルギー活性化プロセスとの間、電流リミッタとして機能し、放射エネルギーが、持続性のアーク放電に変わることを防ぐ。一実施形態において、誘電体バリア404、406は、放射エネルギーを該誘電体バリアを通して放出できるようにする透明な誘電体材料である。別の実施形態においては、誘電体バリア404、406は、ガラス、石英、 MgF_2 、 CaF_2 および LiF_2 、セラミックまたは他の適切なポリマー等の透明な誘電体材料である。

40

【0033】

[0039]また、誘電体バリア406は、透明窓としても役に立つことができる。透明窓406は、著しくエネルギーを損失することなくことなく、DBDランプアセンブリ150および放射加熱アセンブリ106によって生成された放射エネルギーの基板表面140への転送を容易にする材料で作られている。一実施形態において、該透明窓は、特に、石英、ガラス基板、 MgF_2 、 CaF_2 または LiF_2 から作られる。別法として、2つの電極402、408が透明な誘電体層で被覆されている実施形態においては、透明窓406および誘電体層404は、省いて、任意選択的に、被覆された透明な誘電体層と置き換えてもよい。

【0034】

[0040]放電空間418は、処理チャンバ400内の誘電体バリア404と透明窓406

50

との間に画定されている。放電ガスは、放電空間 4 1 8 に供給される。放電空間 4 1 8 は、放電空間 4 1 8 内での電子と放電ガスとの十分な衝突を可能にする放電容積を生じる選択された放電距離 4 1 0 を有する。この放電容積は、エキシマーを含む励起された種が生じて、それにより、所望により UV 放射が生成されるように、該電子と放電ガスとの衝突を十分に促進するように構成されている。一実施形態において、放電距離 4 1 0 は、放電空間 4 1 8 内でのこの衝突を促進するように、適切な範囲内で選択される。別の実施形態においては、放電距離 4 1 0 は、約 0.1 cm ~ 約 100 cm、例えば、約 2 cm ~ 約 20 cm に選択される。また、放電空間 4 1 8 内の圧力は、約 0.5 トール ~ 約 600 トールに保つことができる。

【 0 0 3 5 】

[0041] 放電空間 4 1 8 内での電子の衝突は、該放電ガスにエネルギーを与えて、放電プラズマ種およびエキシマーを含む反応種を生じさせる。該反応種は、放射エネルギー、例えば、光子を放出して、基板 1 4 0 の表面へ放出する UV 放射を生じさせる。透明窓 4 0 6 が DBD ランプアセンブリ 1 5 0 内に配置されているため、該放電ガスは、該 DBD ランプアセンブリから出ることが防止され、それにより、プロセスガスを、処理チャンバ 4 0 0 の内部容積 4 2 0 に個々に供給することを可能にする。DBD ランプアセンブリ 1 5 0 から生成された UV 放射は、内部容積 4 2 0 内の該プロセスガスを活性化して、該反応種を生じさせる。基板 1 4 0 の表面は、該プロセスガスから生成された反応種を吸収し、それにより、該基板の光化学的なプロセスおよび反応、例えば、酸化または窒化プロセスを促進する。また、放射加熱アセンブリ 1 0 6 から生成された放射エネルギーは、該基板表面に放射され、それにより、組み合わせられた IR および UV 放射を生成して、該基板の表面を活性化し、基板 1 4 0 上での均一かつ強力なプロセス反応を可能にする。一実施形態において、該放電ガスおよびプロセスガスは、酸素ガス (O_2) とすることができる。別の実施形態においては、該放電ガスおよびプロセスガスは、酸素ガス (O_2)、およびキセノンガス (Xe)、クリプトンガス (Kr)、アルゴンガス (Ar)、ネオンガス (Ne)、ヘリウムガス (He) 等の希ガスを含む群より選択されたガス混合物であってもよい。また別の実施形態においては、該放電ガスおよびプロセスガスは、酸素ガス (O_2)、希ガス、ハロゲン含有ガス、フッ素、臭素、塩素ガス、ヨウ素含有ガス、 H_2O 、 N_2O 、 N_2 および NH_3 のうちの少なくとも 1 つを含むガス混合物であってもよい。さらに別の実施形態においては、該プロセスガスは、任意選択的に、該放電ガスと異なってもよい。

【 0 0 3 6 】

[0042] 回路構成 4 1 2 は、電源 4 5 0 からの作動電圧を、第 1 の電極 4 0 2 および第 2 の電極 4 0 8 に印加する。動作中、2 つの電極 4 0 2、4 0 8 に印加された電圧は、放電空間 4 1 8 内での電子の衝突を促進する電界を確立する。この電子衝突は、放電空間 4 1 8 内で、該放電ガスへのエネルギーを生成し、それにより、該放電ガスを、典型的には、反応種、放電種またはエキシマーと呼ばれる励起状態に活性化させる。これらの種の一部は、後に、放射 4 1 6 のかたちでエネルギー、例えば光子および/または UV 放射を DBD ランプアセンブリ 1 5 0 から放出することによって、基底状態になる。放射エネルギー 4 1 6 は、基板 1 4 0 の表面に移動して、光化学的なプロセスおよび反応を促進する。UV 放射 4 1 6 は、高い光子エネルギーを生じ、それにより、基板 1 4 0 の表面に生じる光化学反応を促進し、該基板を均一に処理できるようにする。加えて、放射加熱アセンブリ 1 0 6 も、放射エネルギー 4 1 6 と同様に基板 1 4 0 の表面へ放射する熱放射エネルギー 4 1 0 を生成して、それにより、組み合わせられた IR および UV 放射を生じさせて該基板反応を促進する。一実施形態において、DBD ランプアセンブリ 1 5 0 によって生成された UV 放射 4 1 6 は、約 100 nm ~ 約 400 nm の波長を有する。別の実施形態においては、DBD ランプアセンブリ 1 5 0 および放射加熱アセンブリ 1 0 6 によって生成された、組み合わせられた熱放射エネルギー 4 1 4 および UV 放射 4 1 6 は、約 100 nm ~ 約 4000 nm の波長の組み合わせられた IR および UV 放射を有する。

【 0 0 3 7 】

[0043]電源450を介して回路構成412によって印加された電圧は、十分な電界を確立してエネルギーを生成できるように選択されてもよい。一実施形態において、該電圧は、約100V～約20,000V、例えば、約1,000V～約5,000Vの範囲で印加することができる。

【0038】

[0044]プロセスチャンバ400内に配置された透明窓406は、内部分離された放電空間418と内部容積420とを分離する。分離された放電空間418は、該放電ガスを、DBDランプアセンブリ150内に収容できるようにし、それによって、該放電ガスの使用量を最小限にする。また、透明窓406は、放電ガスと、処理チャンバ400の内部容積420とを分離し、それにより、無用のプラズマ種および他の放電種が、DBDランプアセンブリ150から出るのを防ぐ。DBDランプアセンブリ150に関連する望ましくないスパッタされた物質、例えば、誘電体材料の衝撃に由来する粒子または汚染物質が、処理チャンバ400の内部容積420に入るのを有利に防ぐことができる。加えて、分離された放電空間418は、内部容積420に供給されたプロセスガスが、該放電ガスと混合するのを防ぎ、それにより、様々なプロセス要件に対する該プロセスガスおよび放電ガスの選択を最適化する。一実施形態において、該プロセスガスは、該放電ガスと同じでもよい。別の実施形態においては、内部容積318に供給される該プロセスガスは、酸素ガス(O_2)、希ガス、ハロゲン含有ガス、 H_2O 、 N_2O 、 N_2 および NH_3 を含む群より選択される。

【0039】

[0045]図5は、熱処理チャンバ500内の内部分離されたDBDランプアセンブリ150の別の実施形態を描いた図である。図1に記載されているようなハニカムチューブ160および石英窓114を含む放射加熱アセンブリ106は、プロセスチャンバ500の上部面に配置されている。放射加熱アセンブリ106は、DBDランプアセンブリ150を介して基板表面140に放射エネルギー508を与える。一実施形態において、放射加熱アセンブリ106から生成された放射エネルギー508は、IRおよび/またはより長波長のUV放射を有する。別の実施形態においては、ランプアセンブリ106から生成された放射エネルギー508は、約400nm～約4000nmの波長の放射を有する。

【0040】

[0046]DBDランプアセンブリ150は、第1の電極502および第2の電極504を含む。電極502、504は、シリンダ522の中心に中空流路524を有する導電性シリンダ522上に被覆された誘電体層520を含み、それにより、冷却流体が該流路から流れることができるようになっている。一実施形態において、電極502、504は、互いに平行に位置決めされた2行のアレイを構成する。別の実施形態においては、電極502、504は、互いに平行に位置決めされた2枚の導電性シートであってもよい。また別の実施形態において、電極502、504は、電気を送り込み、および電圧の印加時に、放射エネルギーを生成できるように構成された導電性材料である。該電極の適切な材料は、限定されるものではないが、アルミニウム、ステンレス鋼、ニッケルおよび他の金属合金を含む。

【0041】

[0047]シリンダ522上に被覆された誘電体層520は、誘電体材料である。該誘電体層は、放射エネルギーの放出を容易にする十分に薄い厚さを有する透明層または誘電体層とすることができる。一実施形態において、該誘電体材料は、特に、 MgO 、 SiO_2 、 Y_2O_3 、 La_2O_3 、 CeO_2 、 SrO 、 CaO 、 MgF_2 、 LiF_2 および CaF_2 を含む群より選択される。これらの電極間には、大きな空間があるため、該誘電体に対する透明性の要件は、緩和される場合がある。

【0042】

[0048]必要に応じて、シリンダ522の温度を調節するために、冷却流体524を、シリンダ522の中空流路524に供給することができる。一実施形態において、該冷却流体は、脱イオン水または他の適切な熱伝導媒体とすることができる。

【 0 0 4 3 】

[0049]放電空間526は、誘電体バリア502と第2の電極504との間に画定されている。放電ガスは、放電空間526内に供給される。放電空間526は、放電容積に、放電空間526内での電子と該放電ガスとの間の十分な衝突を可能にさせる選択された放電距離514を有する。一実施形態において、放電距離514は、放電空間526内での該衝突を促進するように適切な範囲内で選択される。別の実施形態においては、放電距離514は、約0.1cm~約100cm、例えば、約2cm~約20cmに選択される。加えて、放電空間526内の圧力は、約0.5トル~約600トルに保つことができる。

【 0 0 4 4 】

[0050]放電空間526内での電子の衝突は、エネルギーを該放電ガスに与えて、放電プラズマ種およびエキシマーを含む反応種を発生させる。一実施形態において、該放電ガスは、酸素ガス(O_2)とすることができる。別の実施形態においては、該放電ガスは、酸素ガス(O_2)、およびキセノンガス(Xe)、クリプトンガス(Kr)、アルゴンガス(Ar)、ネオンガス(Ne)、ヘリウムガス(He)等の希ガスを含む群より選択されたガス混合物であってもよい。また別の実施形態においては、該放電ガスは、酸素ガス(O_2)、希ガス、ハロゲン含有ガス、フッ素、臭素、塩素ガス、ヨウ素含有ガス、 H_2O および NH_3 のうちの少なくとも1つを含むガス混合物であってもよい。

【 0 0 4 5 】

[0051]透明窓516は、任意選択的に、第2の電極504の下に配置することができる。透明窓506は、著しくエネルギーを損失することなくことなく、生成された放射エネルギーの、DBDランプアセンブリ150から基板表面140への転送を容易にする材料で作られる。一実施形態において、該透明窓は、石英、ガラス基板、 MgF_2 、 CaF_2 または LiF_2 で作られる。

【 0 0 4 6 】

[0052]回路構成506は、電源550からの作動電圧を、第1の電極502および第2の電極504へ印加する。動作中、2つの電極502、504に印加された電圧は、放電空間526内での電子の衝突を促進する電界を確立する。この電子衝突は、放電空間526内で、該放電ガスへのエネルギーを生成し、それにより、該放電ガスを、典型的には、反応種、放電種またはエキシマーと呼ばれる励起状態に活性化させる。励起された該反応種は、放射510のかたちでエネルギー、例えば光子および/またはUV放射をDBDランプアセンブリ150から放出する。透明窓516は、DBDランプアセンブリ150内に配置されているため、該放電ガスは、該DBDランプアセンブリから抜け出ないように防止され、それにより、プロセスガスを処理チャンバ500の内部容積530に個々に供給することを可能にする。DBDランプアセンブリ150から生成されたUV放射は、内部容積530内のプロセスガスを活性化して反応種を生じさせる。該基板の表面は、該プロセスガスから生成された反応種を吸収し、それにより、該基板の光化学的なプロセスおよび反応、例えば、酸化または酸窒化プロセスを促進する。加えて、放射加熱アセンブリ106は、放射エネルギー510と共に、基板104の表面へ拡散する熱放射エネルギー508を生成し、それにより、組み合わせられたIRおよびUV放射を生じさせて該基板反応を促進する。一実施形態において、DBDランプアセンブリ150によって生成されたUV放射510は、約100nm~約400nmの波長を有する。別の実施形態においては、DBDランプアセンブリ150および放射加熱アセンブリ106によって生成された、組み合わせられた放射エネルギー508およびUV放射510は、約100nm~約4000nmの波長の組み合わせられたIRおよびUV放射を有する。

【 0 0 4 7 】

[0053]電源550を介して回路構成506によって印加された電圧は、十分な電界を確立して放電ガスを活性化できるように選択される。一実施形態において、該電圧は、約100V~約20,000V、例えば、約1,000V~約5,000Vの範囲で印加することができる。より複雑な電極電力供給構成を採用してもよく、それにより、電力は、電

10

20

30

40

50

極セット全体に均一に印加されなくてもよいが、該DBDランプアセンブリの均一性を向上させるために、該電極のサブセット間で急速に交番させてもよい。

【0048】

[0054] プロセスチャンバ500内に配置された透明窓516は、DBDランプアセンブリ150と内部容積530とを分離する。分離されたDBDランプアセンブリ150は、放電空間526内の放電ガスを、DBDランプアセンブリ150内に収容できるようにし、それによって、該放電ガスの使用量を最小限にする。また、透明窓504は、放電ガスと、処理チャンバ500の内部容積530とを分離し、それにより、無用のプラズマ種および他の放電種が、DBDランプアセンブリ150から出るのを防ぐ。DBDランプアセンブリ150に関連する望ましくないスパッタされた物質、例えば、誘電体材料の衝撃に由来する潜在的な粒子または汚染物質は、処理チャンバ500の内部容積530に入るのを有利に防止される。加えて、分離されたDBDランプアセンブリ150は、内部容積530に供給されたプロセスガスが、該放電ガスと混合するのを防ぎ、それにより、様々なプロセス要件に対する該プロセスガスおよび放電ガスの選択を最適化する。一実施形態において、該プロセスガスは、該放電ガスと同じでもよい。別の実施形態においては、内部容積530に供給される該プロセスガスは、酸素ガス(O_2)、希ガス、ハロゲン含有ガス、 H_2O 、 N_2O 、 N_2 および NH_3 を含む群より選択される。

10

【0049】

[0055] 図6は、熱処理チャンバ600内の内部分離された誘電体バリア放電ランプアセンブリ150の別の実施形態を描いた図である。プロセスチャンバ600は、チャンバ600の上部に取付けられたチャンバ蓋602を含む。加熱アセンブリ622は、プロセスチャンバ600の底部110上に配置された基板支持体108に埋め込まれている。第1の電極606、第2の電極612および誘電体バリア608を含む誘電体バリア放電ランプアセンブリ150は、チャンバ蓋602の下に配置されている。別法として、第1の電極606は、処理チャンバ600のチャンバ蓋602になるように構成してもよい。一実施形態において、電極606、612は、電気を送り込み、電圧の印加時に、放射エネルギーを生成できるように構成された導電性材料である。別の実施形態においては、該電極は、ワイヤグリッド、メタルメッシュ、有孔金属、エキスパンドメタルまたは他の導電性ウェブ材料である。電極606、612の適切な材料は、限定されるものではないが、アルミニウム、ステンレス鋼、ニッケルおよび他の金属合金を含む。また別の実施形態においては、電極606、612は、誘電体層で被覆されている導電性材料であってもよい。該誘電体層の適切な材料は、限定されるものではないが、特に MgO 、 SiO_2 、 Y_2O_3 、 La_2O_3 、 CeO_2 、 SrO 、 CaO 、 MgF_2 、 LiF_2 および CaF_2 を含む。

20

30

【0050】

[0056] チャンバ蓋602と誘電体バリア放電ランプアセンブリ150との間には、内部容積616が形成されている。内部容積616は、チャンバ蓋602およびDBDランプアセンブリ150を離間関係に保つように構成された距離604を有する。距離604は、処理中の、チャンバ蓋602とDBDランプアセンブリ150の接触を防ぐように選択される。一実施形態において、距離604は、0.1~200mm、例えば、1~60mmに選択される。

40

【0051】

[0057] 冷却流体を、任意選択的に、該内部容積に供給して、DBDランプアセンブリ150によって生成された熱を除去してもよい。一実施形態において、該冷却流体は、脱イオン水または他の適切な熱伝導媒体とすることができる。

【0052】

[0058] 誘電体バリア608は、第1の電極606および第2の電極612の下に配置されている。誘電体バリア608は、プロセスを活性化する間、電流リミッタとして機能し、放射エネルギーが、持続性のアーク放電に変わることを防ぐ。該誘電体バリアは、DBD放電空間620からの放射エネルギーを該誘電体バリアを通して伝達できるようにする。一実施形態において、誘電体バリア608および/または第1の電極606は、DBD放電

50

空間 6 2 0 からの放射エネルギーを反射するように構成されたリフレクタとすることができ、それにより、D B D アセンブリ 1 5 0 から該基板へ送られる放射エネルギーを最大化する。別の実施形態においては、該誘電体バリアは、透明な誘電体層、または、放射エネルギーの透過を容易にする十分に薄い厚さを有する誘電体層とすることができる。一実施形態において、誘電体バリア 6 0 8 は、ガラス、石英、セラミックまたは他の適切なポリマー等の透明な誘電体材料である。誘電体バリア 6 0 8 がリフレクタとして構成されている実施形態においては、誘電体バリア 6 0 8 は、多層誘電体干渉膜として構成することができる。

【 0 0 5 3 】

[0059] 誘電体バリア 6 0 8 と第 2 の電極 6 1 2 との間には、透明窓 6 1 0 が配置されている。透明窓 6 1 0 は、著しくエネルギーを損失することなくことなく、D B D ランプアセンブリ 1 5 0 によって生成された放射エネルギーの基板表面 1 4 0 への転送を容易にする材料で作られている。一実施形態において、該透明窓は、特に、石英、ガラス基板、 MgF_2 、 CaF_2 および LiF_2 から作られる。別法として、2 つの電極 6 0 6、6 1 2 が透明な誘電体層で被覆されている実施形態においては、透明窓 6 1 0 および誘電体層 6 0 8 は、省いて、任意選択的に、被覆された透明な誘電体層と置き換えてもよい。

10

【 0 0 5 4 】

[0060] 放電空間 6 2 0 は、誘電体バリア 6 0 8 と透明窓 6 1 0 との間に画定されている。放電ガスは、放電空間 6 2 0 内に供給することができる。放電空間 6 2 0 は、放電容積に、放電空間 6 2 0 内で実行される、電子と該放電ガスとの間の十分な衝突を可能にさせる選択された放電距離 6 1 4 を有する。一実施形態において、放電距離 6 1 4 は、放電空間 6 2 0 内での該衝突を促進するように適切な範囲内で選択される。別の実施形態においては、放電距離 6 1 4 は、約 0 . 1 c m ~ 約 1 0 0 c m、例えば、約 2 c m ~ 約 2 0 c m に選択される。加えて、放電空間 6 2 0 内の圧力は、約 0 . 5 トール ~ 約 6 0 0 トールに保つことができる。一実施形態において、放電ガスは、酸素ガス (O_2) とすることができる。別の実施形態においては、該放電ガスは、酸素ガス (O_2)、およびキセノンガス (Xe)、クリプトンガス (Kr)、アルゴンガス (Ar)、ネオンガス (Ne)、ヘリウムガス (He) 等の希ガスを含む群より選択されたガス混合物であってもよい。また別の実施形態においては、該放電ガスは、酸素ガス (O_2)、希ガス、ハロゲン含有ガス、フッ素、臭素、塩素ガス、ヨウ素含有ガス、 H_2O 、 N_2O 、 N_2 および NH_3 のうちの少なくとも 1 つを含むガス混合物であってもよい。

20

30

【 0 0 5 5 】

[0061] 要求に応じて、プロセス条件を最適化するために、プロセスガスを、プロセスチャンバ 6 0 0 の内部容積 6 2 6 に供給することができる。一実施形態において、該放電ガスと同じでもよい。別の実施形態においては、該プロセスガスは、基板 1 4 0 の表面に個々に供給される該放電ガスとは異なってもよい。該プロセスガスは、酸素ガス (O_2)、希ガス、ハロゲン含有ガス、 H_2O 、 N_2O 、 N_2 または NH_3 のうちの少なくとも 1 つを含むことができる。

【 0 0 5 6 】

[0062] 回路構成 6 2 4 は、電源 6 5 0 からの作動電圧を、第 1 の電極 6 0 6 および第 2 の電極 6 1 2 へ印加する。動作中、2 つの電極 6 0 6、6 1 2 に印加された電圧は、放電空間 6 2 0 内での電子の衝突を促進する電界を確立する。この電子衝突は、放電空間 6 2 0 内で、該放電ガスへのエネルギーを生成し、それにより、該放電ガスを、典型的には、反応種、放電種またはエキシマーと呼ばれる励起状態に活性化させる。該反応種は、後に再結合して、放射 6 1 8 のかたちでエネルギー、例えば光子および/または UV 放射を D B D ランプアセンブリ 1 5 0 から放出する。放射エネルギー 6 1 8 は、基板 1 4 0 の表面へ移動して、光化学的なプロセスおよび反応を促進する。透明窓 6 1 0 を、D B D ランプアセンブリ 1 5 0 内に配置することができるため、該放電ガスは、該 D B D ランプアセンブリから出ることが防止され、それにより、該プロセスガスを、処理チャンバ 6 0 0 の内部容積 6 2 6 に個々に供給することを可能にする。D B D ランプアセンブリ 1 5 0 から生成され

40

50

たUV放射は、内部容積626内の該プロセスガスを活性化して、該反応種を生じさせる。該基板の表面は、該プロセスガスから生成された反応種を吸収し、それにより、該基板の光化学的なプロセスおよび反応、例えば、酸化または窒化プロセスを促進する。一実施形態において、DBDランプアセンブリ150によって生成されたUV放射618は、約100nm～約400nmの波長を有する。別の実施形態においては、DBDランプアセンブリ150によって生成されたUV放射618は、約100nm～約2000nmのより長い波長を含む。

【0057】

[0063] プロセスチャンバ600内に配置された透明窓610は、処理チャンバ600の放電空間620と内部容積626を分離する。分離された放電空間620は、該放電ガスを、DBDランプアセンブリ150内に収容できるようにし、それによって、該放電ガスの使用量を最小限にする。また、透明窓610は、放電ガスと、処理チャンバ600の内部容積626とを分離し、それにより、無用のプラズマ種および他の放電種が、DBDランプアセンブリ150から出るのを防ぐ。DBDランプアセンブリ150に関連する望ましくないスパッタされた物質、例えば、誘電体材料の衝撃に由来する潜在的な粒子または汚染物質が、処理チャンバ600の内部容積626に入るのを有利に防ぐこともできる。加えて、分離された放電空間614は、内部容積626に供給されたプロセスガスが、該放電ガスと混合するのを防ぎ、それにより、様々なプロセス要件に対する該プロセスガスおよび放電ガスの選択を最適化する。一実施形態において、該プロセスガスは、該放電ガスと同じでもよい。別の実施形態においては、内部容積626に供給される該プロセスガスは、酸素ガス(O₂)、希ガス、ハロゲン含有ガス、H₂O、N₂O、N₂およびNH₃を含む群より選択される。

【0058】

[0064] 従って、誘電体バリア放電ランプアセンブリを用いた熱処理チャンバの装置および該装置を使用する方法が提供される。本願明細書に記載されている該装置および方法は、組み合わされたIRおよびUV放射エネルギーを有利に生成し、それにより、従来の熱処理チャンバと比較して、基板をより効率的に処理できる。

【0059】

[0065] 上記の内容は、本発明の好適な態様に注力しているが、本発明の他の態様および追加的な態様も、本発明の基本的な範囲から逸脱することなく考案することができ、また、本発明の範囲は、以下の特許請求の範囲によって判断される。

【図面の簡単な説明】

【0060】

【図1】 誘電体バリア放電アセンブリを用いた熱処理チャンバの一実施形態の断面斜視図である。

【図2】 誘電体バリア放電アセンブリを用いた熱処理チャンバの別の断面斜視図である。

【図3】 誘電体バリア放電ランプアセンブリを用いた熱処理チャンバの別の実施形態の断面斜視図である。

【図4】 内部が分離された誘電体バリア放電ランプアセンブリを用いた熱処理チャンバの一実施形態の断面斜視図である。

【図5】 内部が分離された誘電体バリア放電ランプアセンブリを用いた熱処理チャンバの別の実施形態の断面斜視図である。

【図6】 基板支持体内に配置された加熱アセンブリを用いた誘電体バリア放電ランプアセンブリを用いる熱処理チャンバの別の実施形態の断面斜視図である。

【符号の説明】

【0061】

104 ... チャンバ壁部、106 ... 放射加熱アセンブリ、108 ... 基板支持アセンブリ、114 ... 誘電体バリア、120 ... 内部容積、140 ... 基板、150 ... 誘電体バリア放電ランプアセンブリ、200 ... 熱処理チャンバ、202 ... 第2の電極、204 ... 回路構成、20

10

20

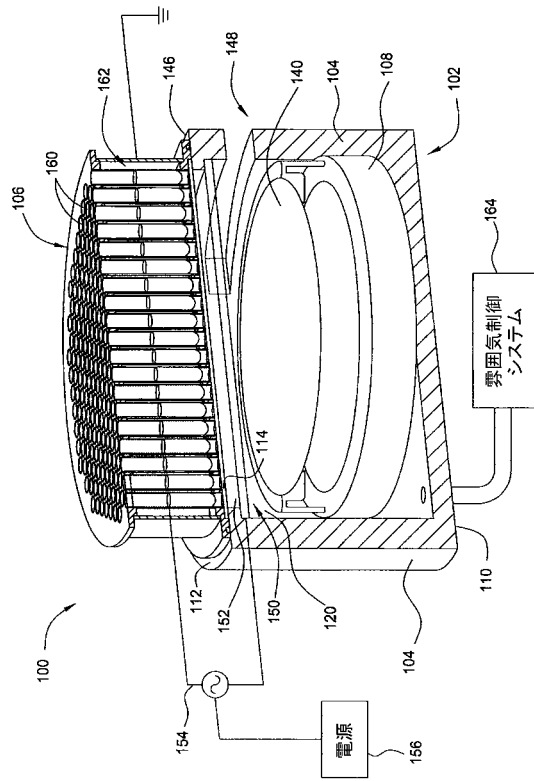
30

40

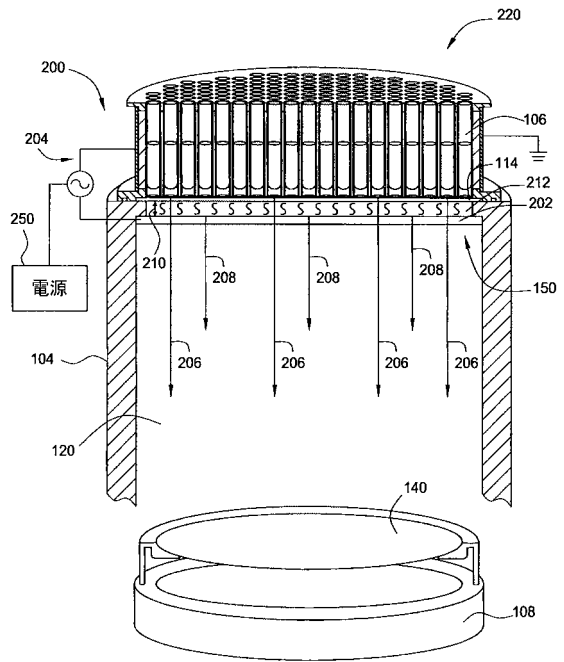
50

6 ... 熱放射エネルギー、 208 ... 放射エネルギー、 210 ... 放電距離、 212 ... 放電空間、 220 ... 第1の電極、 250 ... 電源。

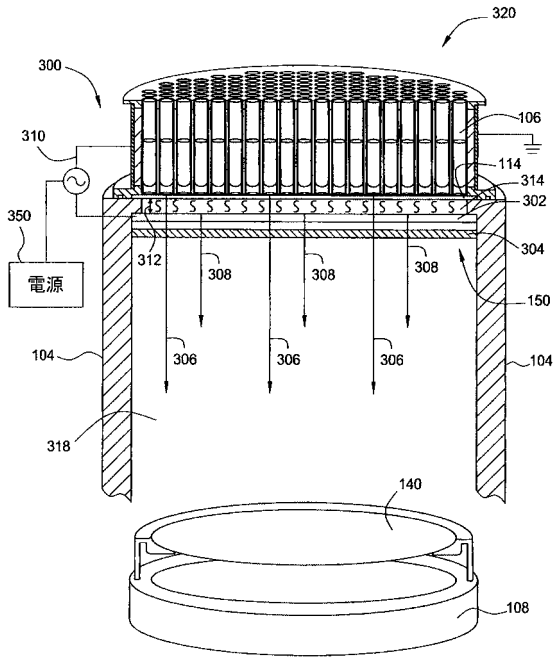
【図1】



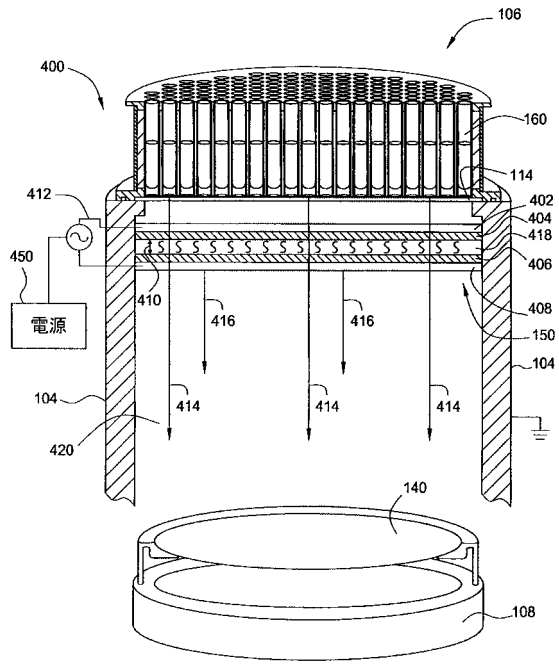
【図2】



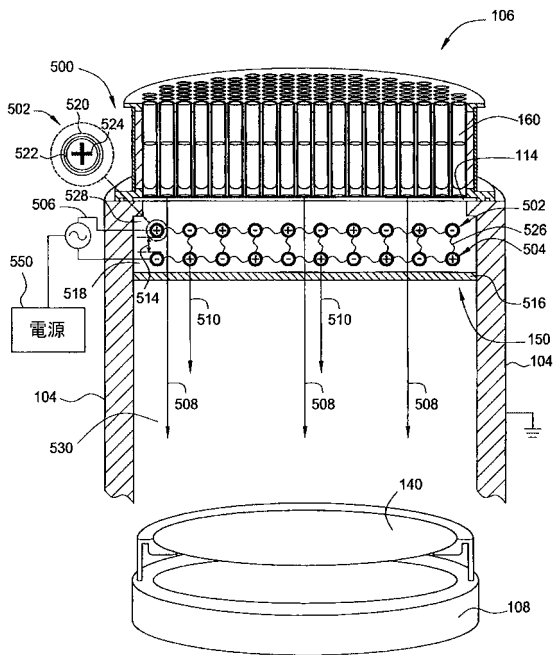
【図3】



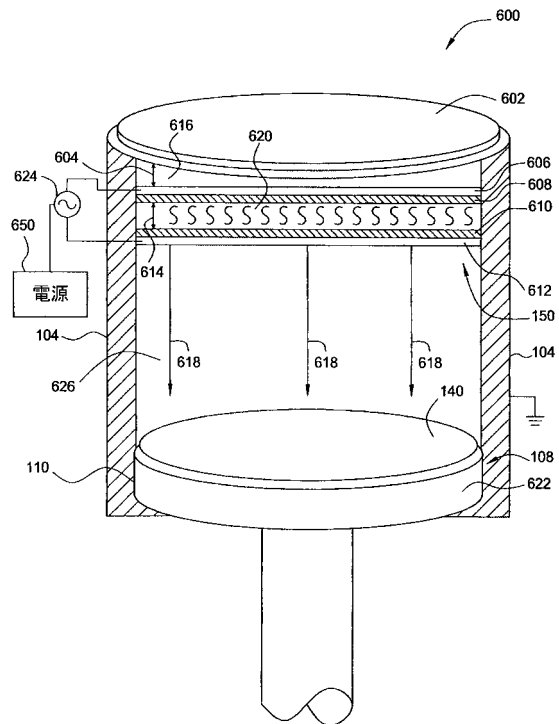
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

- (72)発明者 ラニッシュ, ヨセフ マイケル
アメリカ合衆国, カリフォルニア州, サン ホゼ, ウッドリーフ コート 3751
- (72)発明者 シン, カウシャル キショア
アメリカ合衆国, カリフォルニア州, サンタ クララ, サン ラファエル アヴェニュー
2118
- (72)発明者 アダムス, ブルース
アメリカ合衆国, オレゴン州, ポートランド, サウス ウェスト 13 ストリート 34
11

審査官 宮澤 尚之

- (56)参考文献 特開2001-137800(JP,A)
特開平01-134932(JP,A)
特開昭63-260132(JP,A)
特開2001-176865(JP,A)
特開平04-010410(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/26-21/268
H01L 21/20-21/205
H01L 21/302-21/3065
C23C 16/00-16/56