

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6902053号  
(P6902053)

(45) 発行日 令和3年7月14日 (2021.7.14)

(24) 登録日 令和3年6月22日 (2021.6.22)

(51) Int. Cl.

F I

B O 1 J 19/12 (2006.01)

B O 1 J 19/12 C

H O 1 L 21/316 (2006.01)

H O 1 L 21/316 P

G O 2 B 3/00 (2006.01)

G O 2 B 3/00 A

請求項の数 6 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2018-560940 (P2018-560940)	(73) 特許権者	390040660
(86) (22) 出願日	平成29年5月26日 (2017.5.26)		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2019-518594 (P2019-518594A)		APPLIED MATERIALS, I NCORPORATED
(43) 公表日	令和1年7月4日 (2019.7.4)		アメリカ合衆国 カリフォルニア 950 54, サンタ クララ, パウアーズ アヴェニュー 3050
(86) 国際出願番号	PCT/US2017/034622	(74) 代理人	110002077
(87) 国際公開番号	W02017/205714		園田・小林特許業務法人
(87) 国際公開日	平成29年11月30日 (2017.11.30)	(72) 発明者	トレホ, オルランド
審査請求日	令和2年5月26日 (2020.5.26)		アメリカ合衆国 カリフォルニア 940 86, サニーベール, ウェスト オリ ーブ 360, アpartment 8
(31) 優先権主張番号	15/165,930		
(32) 優先日	平成28年5月26日 (2016.5.26)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		
早期審査対象出願			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 照射硬化レンズを備える処理チャンバ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

処理チャンバであって、

石英ウィンドウで区切られた第1の領域と第2の領域を有する処理チャンバの内部空間を画定する上方ハウジングと下方ハウジングを有するチャンバ本体と、

前記第2の領域内に配置された基板支持アセンブリであって、基板を支持するように構成された基板支持アセンブリと、

前記第1の領域内の前記基板支持アセンブリの上方に配置された2つの光源であって、各光源が放射線状の一次リフレクタ内に配置されたバルブを備える、2つの光源と、

前記2つの光源と前記石英ウィンドウとの間に配置された複数のレンズと  
を備え、前記複数のレンズの第1組が前記2つの光源に隣接して配置され、前記複数のレンズの第2組が二次リフレクタに結合され且つ前記第1組のレンズと前記石英ウィンドウの間に配置され、前記二次リフレクタは前記基板の直径よりも小さい直径を有する円筒形であり、前記第1の領域内の前記一次リフレクタの下方かつ前記基板支持アセンブリの上方に配置され、前記複数のレンズの第1組は前記一次リフレクタの下方かつ前記二次リフレクタの上方に配置され、前記複数のレンズが、前記基板が前記基板支持アセンブリの上に配置されたとき、前記2つの光源からの光を前記基板上の関心領域へ選択的に配向するように構成されている、内部に形成された複数の特徴を有する、処理チャンバ。

【請求項 2】

前記複数の特徴は前記複数のレンズの各レンズの本体の外側にある、請求項1に記載の

10

20

処理チャンバ。

【請求項 3】

前記複数の特徴は、前記基板が前記基板支持アセンブリの上に配置されたとき、光を前記基板の外部領域又は内部領域へ選択的に配向するように選択される深さ、間隔、及び角度を含む、請求項 1 に記載の処理チャンバ。

【請求項 4】

前記複数の特徴は前記複数のレンズの各レンズに刻印される、請求項 1 に記載の処理チャンバ。

【請求項 5】

前記複数の特徴は同心である、請求項 1 に記載の処理チャンバ。

10

【請求項 6】

前記複数のレンズの各レンズは本体を含み、前記複数のレンズ各レンズの前記特徴は前記本体に少なくとも部分的に形成される、請求項 1 に記載の処理チャンバ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

【0001】 本書に記載の実施形態は概して処理チャンバに関し、より具体的には、基板上の薄膜の UV 硬化のための紫外線 (UV) 硬化チャンバに関する。

【背景技術】

20

【0002】

関連技術の説明

【0002】 酸化ケイ素、炭化ケイ素及び炭素がドーパされた酸化ケイ素膜などのシリコン含有材料は、半導体デバイスの製造に頻繁に利用される。シリコン含有膜は様々な堆積プロセスによって半導体基板上に堆積される。その一例が化学気相堆積 (CVD) である。例えば、半導体基板は CVD チャンバ内に配置されてよく、シリコン含有化合物は、反応して、基板上に酸化ケイ素膜を堆積するため、酸素源に沿って供給されうる。他の実施例では、Si-C 結合を有する膜を堆積するため、有機シリコン源が使用されうる。CVD プロセスによって作られる膜層はまた、複合膜を形成するためスタックされてもよい。幾つかのプロセスでは、堆積プロセスによって作られる膜又は膜層を硬化、圧縮、及び/又はその内部応力を緩和するため、紫外線 (UV) 照射が利用されうる。また、水などの副生成物、有機フラグメント、或いは望ましくない結合が軽減又は除去される。CVD 膜の硬化及び圧縮のための UV 照射の利用はまた、個々のウエハの熱履歴 (thermal budget) の総量を低減し、製造プロセスを迅速化することができる。

30

【0003】

【0003】 薄膜の UV 硬化は、基板表面上の半径方向の不均一性をしばしば引き起こす。厚み、密度、及び収縮などの特性は基板全体にわたって異なりうる。現時点では、処理パラメータの制御は、ハードウェア構成要素を変えことなく、基板上の均一性の最適化に使用される。残念ながら、これらの制御は、UV 硬化中に生ずる一様性の問題すべてに対処できるわけではない。

40

【0004】

【0004】 したがって、UV 硬化チャンバを改善する必要がある。

【発明の概要】

【0005】

【0005】 本書に開示の実施形態は、UV 硬化を高めるレンズを有する処理チャンバに関する。一実施形態では、処理チャンバはチャンバ本体、基板支持アセンブリ、光源、及びレンズを含む。チャンバ本体は、処理チャンバの内部空間 (interior volume) を画定する。内部空間は、第 1 の領域と第 2 の領域を有する。基板支持アセンブリは、第 2 の領域内に配置される。基板支持アセンブリは、基板を支持するように構成される。光源は、第 1 の領域内の基板支持アセンブリの上方に配置される。レンズは内部

50

に形成される複数の特徴を含む。複数の特徴は、基板が基板支持アセンブリの上に置かれたとき、光源からの光を基板の関心領域へ配向するように構成されている。

【 0 0 0 6 】

【 0 0 0 6 】 別の実施形態では、処理チャンバが本書で開示される。処理チャンバはチャンバ本体、基板支持アセンブリ、光源、一次リフレクタ、二次リフレクタ、及びレンズを含む。チャンバ本体は、処理チャンバの内部空間を画定する。内部空間は、第 1 の領域と第 2 の領域を有する。基板支持アセンブリは、第 2 の領域内に配置される。基板支持アセンブリは、基板を支持するように構成される。光源は、第 1 の領域内の基板支持アセンブリの上方に配置される。一次リフレクタは、第 1 の領域内に配置される。一次リフレクタは、光源を少なくとも部分的に取り囲む。二次リフレクタは、一次リフレクタの下方かつ基板支持アセンブリの上方の第 1 の領域に配置される。二次リフレクタは、光源からの光を基板の表面に導くように構成される。レンズは、内部空間に配置される。レンズは、内部に形成される複数の特徴を有する。特徴は、第 2 のリフレクタから導かれた光を基板の関心領域へ配向するように構成されている。

10

【 0 0 0 7 】

【 0 0 0 7 】 別の実施形態では、基板を UV 処理する方法が本書で開示される。方法は、リフレクタを用いて UV 光を導くことを含む。導かれた UV 光は、内部に形成された複数の特徴を有するレンズによって、UV 処理チャンバ内に配置された基板上の関心領域へ配向される。方法は更に、配向された UV 光に曝露することによって、膜の特性を変えることを含む。

20

【 0 0 0 8 】

【 0 0 0 8 】 上述の本開示の特徴を詳細に理解しうるように、上記で簡単に要約された本開示のより具体的な説明が、実施形態を参照することによって得られ、一部の実施形態は、付随する図面に例示されている。しかしながら、本開示は他の等しく有効な実施形態も許容しうることから、付随する図面はこの開示の典型的な実施形態のみを例示しており、したがって、本開示の範囲を限定すると見なすべきではないことに、留意されたい。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図 1】一実施形態による硬化チャンバの断面図である。

【図 2】一実施形態による図 1 のレンズの上面図である。

30

【図 3】一実施形態により、線 B - B に沿って得られた図 2 のレンズの断面図である。

【図 4】別の実施形態による UV 硬化チャンバの断面図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

【 0 0 1 3 】 明確にするために、適用可能である場合には、図に共通する同一の要素を示すのに同一の参照番号を使用した。加えて、一実施形態の要素を、本書に記載された他の実施形態で利用するために有利に適合させてもよい。

【 0 0 1 1 】

【 0 0 1 4 】 図 1 は、一実施形態により、チャンバ 1 0 0 内に UV 光を配向するように構成されたレンズ 1 2 8 を有する UV 処理チャンバ 1 0 0 の断面図を示す。UV 処理チャンバ 1 0 0 は、チャンバ本体 1 0 2 を含む。チャンバ本体 1 0 2 は、上方ハウジング 1 0 4 及び下方ハウジング 1 0 6 を含む。上方ハウジング 1 0 4 は、上方領域 1 0 8 を画定する。下方ハウジング 1 0 6 は、上方領域 1 0 8 の下の下方領域 1 1 0 を画定する。上方領域 1 0 8 及び下方領域 1 1 0 は全体として、UV 処理チャンバ 1 0 0 の内部空間 1 1 2 を画定する。

40

【 0 0 1 2 】

【 0 0 1 5 】 UV 処理チャンバ 1 0 0 は更に、下方領域 1 1 0 に配置された基板支持アセンブリ 1 1 4 を含む。基板支持アセンブリ 1 1 4 は、支持プレート 1 1 6 及び支持プレート 1 1 6 に連結されたステム 1 1 8 を含む。支持プレート 1 1 6 は、処理中に基板 1 0 1 を支持するように構成される。

50

## 【 0 0 1 3 】

【 0 0 1 6 】 UV処理チャンバ100は更に、上方領域108に配置された光源120及び一次リフレクタ124を含みうる。光源120は例えば、UVランプであってよい。光源120は、バルブ122を含む。バルブ122は、一次リフレクタ124によって少なくとも部分的に取り囲まれうる。一次リフレクタ124は、光の照射を基板支持アセンブリ114に向けて反射するように構成されている。一実施形態では、UV処理チャンバ100は更に、上方領域108に配置された二次リフレクタ126を含む。二次リフレクタ126は、一次リフレクタ124の下方かつ基板指示アセンブリ114の上方に配置される。二次リフレクタ126は、基板の直径よりも小さい直径を有する。これによって、光源120の方向から見ると、二次リフレクタ126と基板101の外径との間には間隙がないことが保証される。二次リフレクタ126は、バルブ122によって生成される光を誘導し、何もしない場合には一次リフレクタの投光パターンの境界から外れてしまう光を反射するように機能し、その結果、照射は基板101に当たり、これによって基板101のUV処理が可能になる。

10

## 【 0 0 1 4 】

【 0 0 1 7 】 従来は、ハードウェア構成要素の変更を必要とすることなくプロセスの均一性を調整するため、幾つかの可変なプロセス制御パラメータ（すなわち、ノブ）が使用されていた。例えば、これらのノブには、基板101と光源120との間隔を制御すること、バルブ122の強度、一次リフレクタ124の位置と形状、並びに二次リフレクタ126の位置と形状を制御することが含まれうる。しかしながら、これらのノブは、基板101の幅全体にわたって基板処理結果の均一性を最適化するのが難しいことがある。しかしながら、基板101のエッジ近傍で強度を制御するノブは現在利用できない。

20

## 【 0 0 1 5 】

【 0 0 1 8 】 UV処理チャンバ100は更に、上方ハウジング104と下方ハウジング106との間に配置されたレンズ128を含む。レンズ128は、基板の特定のゾーン内で基板処理の均一性を制御する付加的なノブとして機能する。一実施形態では、レンズ128は、基板101のエッジ近傍で基板の均一性を制御するノブとしての役割を果たしうる。レンズ128は、石英のような透明材料から作製されうる。レンズ128は、二次リフレクタ126からの光を基板の関心領域（又はゾーン）へ配向するように、構成されている。例えば、光線は硬化中にチャンバ本体及び壁の中で失われることがある。レンズ128は、何もしない場合にはチャンバ本体の中で失われてしまう光の向きを変えて、基板101の表面へ向けるように、構成されうる。これにより、追加の光線が基板101の表面に接触するため、基板101の表面に沿って均一性を改善することができる。

30

## 【 0 0 1 6 】

【 0 0 1 9 】 図4は、別の実施例によるUV処理チャンバ400を示している。UV処理チャンバ400は、UV処理チャンバ100と実質的に同様である。図1のレンズ128の場所は石英ウィンドウ402と置き換えられ、UV処理チャンバ400内の上方ハウジング104と下方ハウジング106との間に配置される。UV処理チャンバ400は更に、一又は複数のレンズ128を含む。一実施形態では、一又は複数のレンズ128は一次リフレクタ124の下方に配置されうる。別の実施形態では、一又は複数のレンズ128は二次リフレクタ126の近傍に配置されうる。図4に例示したように、一又は複数のレンズ128は、一次リフレクタ124の下方かつ二次リフレクタ126の近傍に配置されうる。

40

## 【 0 0 1 7 】

【 0 0 2 0 】 一実施形態によれば、図2及び図3はレンズ128を示す。図2は、レンズ128の上面図を示す。図3は、線B-Bに沿って切り取られたレンズ128の断面図を示す。レンズ128は、上面201と底面203を有する本体202を含む。本体202は、二次リフレクタ126の直径よりも大きい直径209を有しうる。一実施形態では、レンズ128の直径209は基板101の直径よりも大きい。本体は1インチの厚みを有することがある。

50

## 【 0 0 1 8 】

[ 0 0 2 1 ] 本体は、本体 2 0 2 の底面 2 0 3 に形成される複数の特徴 2 0 4 を含む。一実施形態では、特徴 2 0 4 は、約 1 インチの厚みを有するレンズ 1 2 8 内に形成されうる。特徴 2 0 4 は、少なくとも部分的に本体 2 0 2 まで延在しうる。特徴 2 0 4 は、レンズ 1 2 8 の本体 2 0 2 に形成される同心円から形成されうる。一実施形態では、特徴 2 0 4 はレンズ 1 2 8 にエッチング、研磨、又は刻印されうる。別の実施形態では、特徴 2 0 4 はレンズ 1 2 8 に機械加工されうる。別の実施形態では、特徴 2 0 4 が本体 2 0 2 から外へ延在するように、特徴 2 0 4 は本体 2 0 2 まで外部に形成されてもよい。

## 【 0 0 1 9 】

[ 0 0 2 2 ] バルブからの入射光を基板 1 0 1 上の特定の領域へ配向するため、特徴 2 0 4 が特定の深さ 2 0 8、間隔 2 1 0、及び角度 2 1 2 を有するように、特徴 2 0 4 はエッチングされうる。例えば、深さ  $S$ 、間隔  $D$ 、及び角度  $\theta$  が与えられると、基板が基板支持アセンブリ上に配置されるときには、光を基板の外部領域又は内部領域へ選択的に配向するように、深さ 2 0 8、間隔 2 1 0、及び角度 2 1 2 は選択されうる。レンズ 1 2 8 は、基板支持アセンブリ 1 1 4 上に配置されると、入射光を基板 1 0 1 の外側エッジへ配向しうる。別の実施例では、深さ  $D_2$ 、間隔  $S_2$ 、及び角度  $\theta_2$  が与えられると、レンズ 1 2 8 は入射光を基板 1 0 1 の中心へ配向するように構成されうる。別の実施例では、入射光を基板 1 0 1 上の関心領域に向けるため、谷（中心エッジ間の領域）の調節が利用されうる。特徴 2 0 4 の深さ 2 0 8、間隔 2 1 0、及び角度 2 1 2 に加えて、本体 2 0 2 内に形成される特徴 2 0 4 の配置は、光が配向される基板 1 0 1 上の位置の調整に役立つ。しかも、光源に対するレンズの位置は、照射プロファイル全体に影響を及ぼす。例えば、レンズが光源に近づけば近づくほど、レンズ 1 2 8 が照射プロファイル全体に及ぼす影響は大きくなる。更には、レンズ 1 2 8 が基板 1 0 1 に近づけば近づくほど、レンズ 1 2 8 上の特徴 2 0 4 の位置と基板 1 0 1 上での強度変化との相関は強くなる。例えば、特徴 2 0 4 がレンズ 1 2 8 の周辺部の近傍に形成されるときには、基板 1 0 1 のエッジに向かう強度変化が生じる。しかしながら、レンズ 1 2 8 が移動して光源 1 2 0 に近づくにつれて、レンズ 1 2 8 上の特徴 2 0 4 の位置と基板 1 0 1 上の強度変化との相関は明確ではなくなる。例えば、図示したように、特徴 2 0 4 はレンズ 1 2 8 の周辺部の近傍に形成され、光を基板 1 0 1 の外側エッジに配向するように構成される。例えば、特徴 2 0 4 は、特徴が二次リフレクタ 1 2 6 の直径から外れるように形成されうる。別の実施例では、特徴 2 0 4 はレンズ 1 2 8 の中心により接近して形成され、特徴 2 0 4 が光をレンズ 1 2 8 の中心の周りだけに配向するように角度がつけられてもよい。追加の特徴 2 0 4 は、基板 1 0 1 の異なる関心領域に対応して、図 2 で破線で示されている。

## 【 0 0 2 0 】

[ 0 0 2 3 ] 操作中、UV 光はリフレクタ（一次リフレクタ又は二次リフレクタ）を用いて導かれる。導かれた UV 光は、内部に形成された複数の特徴を有するレンズによって配向される。導かれた UV 光は、UV 処理チャンバ内に配置された基板の関心領域に配向される。一実施形態では、基板上に形成された膜の性質は、直接 UV 光に曝露することによって変化する。

## 【 0 0 2 1 】

[ 0 0 2 4 ] したがって、レンズ 1 2 8 は、チャンバ 1 0 0 の追加の構成要素を交換する必要なく、基板均一性を制御するための追加のノブを提供する。

## 【 0 0 2 2 】

[ 0 0 2 5 ] 以上の説明は特定の実施形態を対象としているが、本開示の基本的な範囲を逸脱せずに他の実施形態及び更なる実施形態を考案してもよく、本開示の範囲は、添付の特許請求の範囲によって定められる。

【 図 1 】

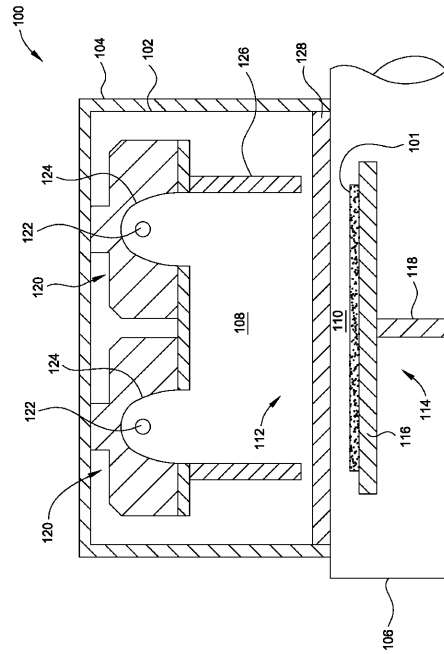


FIG. 1

【 図 2 】

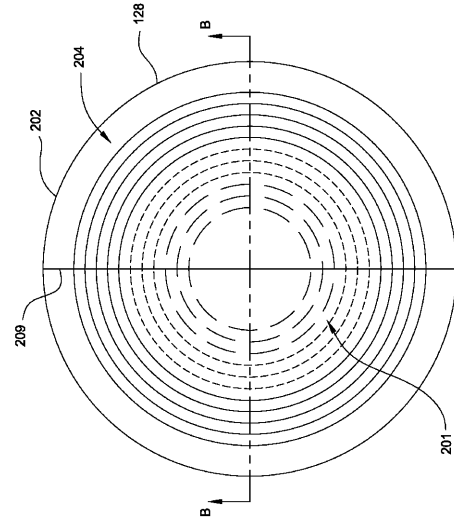


FIG. 2

【 図 3 】

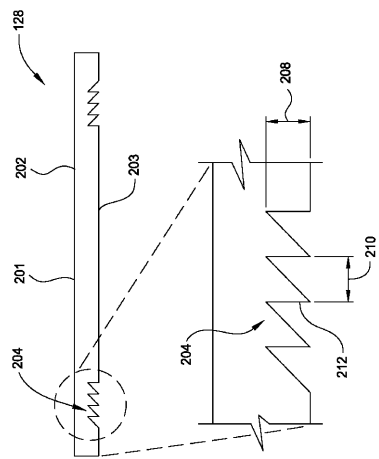
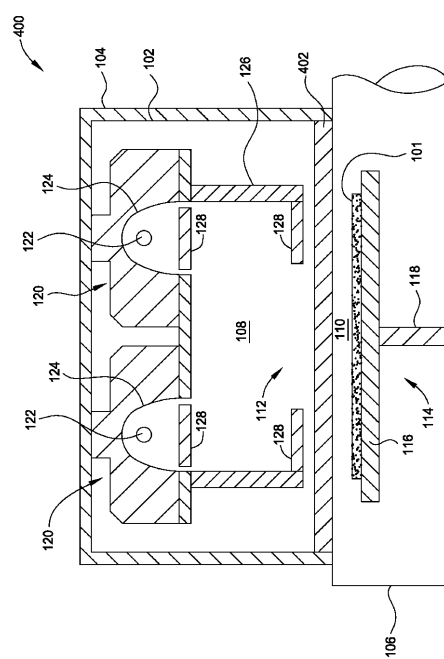


FIG. 3

【 図 4 】



**FIG. 4**

---

フロントページの続き

- (72)発明者 サンカラクリッシュナン, ランプラカッシュ  
アメリカ合衆国 カリフォルニア 95051, サンタ クララ, サラトガ アヴェニュー  
111, アpartment 2218
- (72)発明者 ゲン, ツァ-ジン  
アメリカ合衆国 カリフォルニア 95125, サン ノゼ, サンボネット ループ 933

審査官 山崎 直也

- (56)参考文献 特表2014-507064(JP,A)  
特開2010-287759(JP,A)  
米国特許出願公開第2013/0320235(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B01J 10/00 - 12/02  
14/00 - 19/32  
H01L 21/30  
21/312 - 21/32  
21/46  
21/47 - 21/475  
G02B 3/00