

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号  
特許第6807860号  
(P6807860)

(45) 発行日 令和3年1月6日(2021.1.6)

(24) 登録日 令和2年12月10日(2020.12.10)

(51) Int.Cl. F I

HO 1 L 21/3065 (2006.01)

HO 1 L 21/316 (2006.01)

C 2 3 C 8/24 (2006.01)

C 2 3 C 8/08 (2006.01)

HO 1 L 21/268 (2006.01)

HO 1 L 21/302 1 O 5 Z

HO 1 L 21/316 A

C 2 3 C 8/24

C 2 3 C 8/08

HO 1 L 21/268 F

請求項の数 10 (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2017-549291 (P2017-549291)	(73) 特許権者	390040660
(86) (22) 出願日	平成28年2月25日 (2016.2.25)		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2018-514943 (P2018-514943A)		APPLIED MATERIALS, INCORPORATED
(43) 公表日	平成30年6月7日 (2018.6.7)		アメリカ合衆国 カリフォルニア 95054, サンタ クララ, パウアーズ
(86) 国際出願番号	PCT/US2016/019619		アヴェニュー 3050
(87) 国際公開番号	W02016/153716	(74) 代理人	110002077
(87) 国際公開日	平成28年9月29日 (2016.9.29)		園田・小林特許業務法人
審査請求日	平成31年2月25日 (2019.2.25)	(72) 発明者	リウ, ウェイ
(31) 優先権主張番号	62/135,836		アメリカ合衆国 カリフォルニア 95129, サン ノゼ, ムーアパーク ア
(32) 優先日	平成27年3月20日 (2015.3.20)		ヴェニュー 5035
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 3Dコンフォーマル処理用原子層処理チャンバ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の温度にある基板の表面に窒素又はハロゲンを含むラジカルを送達すること、  
前記第 1 の温度により、前記ラジカルと前記基板の前記表面との間のさらなる反応を回避しつつ、前記ラジカルを前記基板の前記表面に吸着させること、  
前記基板の前記表面を、前記ラジカルが前記基板の前記表面と反応する第 2 の温度に加熱することであって、前記第 2 の温度が前記第 1 の温度よりも高く、前記第 2 の温度がセ氏約 1 0 0 0 度～セ氏約 1 3 0 0 度の範囲である、加熱すること、及び  
前記送達すること、前記吸着させること、及び前記加熱することを繰り返すこと  
を含む、方法。

【請求項 2】

前記ラジカルが、ハロゲンを含有するラジカルであり、前記基板の前記表面がケイ素を含み、前記第 2 の温度で前記ハロゲンを含有するラジカルが前記ケイ素と反応して生成物を生成し、前記生成物が前記基板の前記表面から除去される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記ラジカルと前記基板の前記表面との間の反応の生成物を前記基板から取り除くことをさらに含む、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

第 1 の温度にある基板の表面にラジカルを送達すること、  
前記第 1 の温度により、前記ラジカルを、前記基板の前記表面に拡散させずに前記基板

の前記表面に吸着させること、

前記基板の前記表面を、前記ラジカルが前記基板の前記表面に拡散する第2の温度で加熱すること、及び

前記送達すること、前記吸着させること、及び前記加熱することを繰り返すことを含む、方法。

【請求項5】

前記第2の温度が前記第1の温度よりも高く、前記第2の温度がセ氏約1000度～セ氏約1300度の範囲である、請求項4に記載の方法。

【請求項6】

前記ラジカルが窒素又はホウ素を含む、請求項4に記載の方法。

10

【請求項7】

前記基板の前記表面が二酸化ケイ素又はケイ素を含む、請求項6に記載の方法。

【請求項8】

底部、

側壁、

上部、

を備える処理チャンバであって、前記底部と前記側壁と前記上部とが処理領域を画定し、前記処理チャンバはさらに、

前記側壁に形成され、前記処理領域につながる注入ポート、

前記処理領域に配置された基板支持体、

前記基板支持体に配置された温度制御要素、

前記基板支持体の上方に配置された、複数のレーザを含むフラッシュ熱源、及び

前記注入ポートに連結されたラジカルガス源

を備える、処理チャンバ。

20

【請求項9】

底部、

側壁、

上部、

を備える処理チャンバであって、前記底部と前記側壁と前記上部とが処理領域を画定し、前記処理チャンバはさらに、

前記側壁に形成され、前記処理領域につながる注入ポート、

前記処理領域に配置された基板支持体、

前記基板支持体に配置された温度制御要素、

前記基板支持体の上方に配置された、複数のランプを含むフラッシュ熱源、及び

前記注入ポートに連結されたラジカルガス源

を備える、処理チャンバ。

30

【請求項10】

前記温度制御要素が加熱要素を含む、請求項8又は9に記載の処理チャンバ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本明細書に記載の実施態様は半導体製造プロセスに関する。より詳細には、半導体基板上で材料層を形成或いは処置する方法が開示される。

【背景技術】

【0002】

数十年前に登場して以来、半導体デバイスの形状はそのサイズにおいて劇的に縮小している。現代の半導体製造設備は、日常的に45nm、32nm、及び28nmの特徴サイズでデバイスを生産しており、12nm未満の寸法を有するデバイスを作製すべく新しい設備が開発、実装されている。更に、性能が向上し電力消費が低減したデバイスを求めて、チップの構造が2次元(2D)から3次元(3D)構造へと転換期を迎えている。その

50

結果、そのようなデバイスを形成すべく材料をコンフォーマル（共形）に堆積することがますます重要となっている。

【 0 0 0 3 】

材料をコンフォーマルに堆積して 3 D 構造を形成することは高温で行われることがある。しかしながら、熱収支が抑制され寸法形状に対する要件が厳格化するなか、高温での熱処理は高度なデバイスノードには不適切である。熱収支を減らす場合、プラズマ又は光を用いて反応物の結合を予め切断することが実施され得る。しかしながら、一般に、プラズマ又は光で発生させたイオン又はラジカルによる処理は、プラズマシースが存在することと、プラズマを維持するには圧力が低い（典型的には約 5 T o r r 未満）ことから、3 D コンフォーマルではない。

10

【 0 0 0 4 】

従って、材料層を形成或いは処置する改善された方法が、当技術分野で求められている。

【 発明の概要 】

【 0 0 0 5 】

本明細書に記載の実施態様は、半導体基板上で材料層を形成又は処置する方法に関する。一実施態様で、方法は、基板の表面に種を送達することを含む。基板は第 1 の温度にあり、種は基板の表面に吸着する。方法は、基板の表面を第 2 の温度に加熱することを更に含み、第 2 の温度で種が基板の表面と反応する。方法は、送達及び加熱プロセスを繰り返すことを更に含む。

20

【 0 0 0 6 】

別の実施態様で、方法は、種を基板の表面に送達することを含む。基板は第 1 の温度にあり、種は基板の表面に吸着する。方法は、基板の表面を第 2 の温度に加熱することを更に含み、第 2 の温度で種が基板の表面に拡散する。方法は、送達及び加熱プロセスを繰り返すことを更に含む。

【 0 0 0 7 】

別の実施態様で、方法は、基板を処理チャンバ内に配置すること、及び、第 1 の種を基板の表面に送達することを含む。基板は第 1 の温度にあり、第 1 の種は基板の表面に吸着する。方法は、基板の表面に吸着していない余分な第 1 の種を除去すること、及び、基板の表面を第 2 の温度に加熱することを更に含む。第 2 の温度で、第 1 の種が基板の表面と反応する。方法は、送達及び加熱プロセスを繰り返すことを更に含む。

30

【 0 0 0 8 】

本開示の上述の特徴が詳細に理解されるよう、上記で概説し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り得られる。それら実施形態の幾つかは添付図面で示されている。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得るため、添付の図面は本開示の典型的な実施形態のみを示しており、従って本開示の範囲を限定するとみ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 】 様々な実施態様による処理シーケンスを示す。

40

【 図 2 A 】 一実施態様による処理シーケンスを示す。

【 図 2 B 】 一実施態様による処理シーケンスを示す。

【 図 2 C 】 一実施態様による処理シーケンスを示す。

【 図 3 A 】 別の実施態様による処理シーケンスを示す。

【 図 3 B 】 別の実施態様による処理シーケンスを示す。

【 図 3 C 】 別の実施態様による処理シーケンスを示す。

【 図 4 A 】 別の実施態様による処理シーケンスを示す。

【 図 4 B 】 別の実施態様による処理シーケンスを示す。

【 図 4 C 】 別の実施態様による処理シーケンスを示す。

【 図 5 】 一実施形態による処理チャンバの概略断面図を示す。

50

【図 6】別の実施形態による処理チャンバの概略断面図を示す。

【図 7】別の実施形態による処理チャンバの概略断面上面図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

理解を容易にするために、可能な場合には、複数の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。一実施形態で開示する要素は、具体的な記述がなくとも、他の実施形態で有益に利用できることが企図されている。

【0011】

本明細書に記載の実施態様は、半導体基板上で材料層を形成又は処置する方法に関する。一実施態様では、原子層プロセスを実施する方法が、第 1 の温度で種を基板の表面に送達すること、その後、基板の表面を第 2 の温度までスパイクアニールして、種と基板の表面の分子との間の反応を生じさせること、を含む。第 2 の温度は第 1 の温度よりも高い。送達及びスパイクアニール処理を繰り返すことにより、基板の表面でコンフォーマル層が形成されるか、或いは基板表面でコンフォーマルエッチング処理が実施される。

【0012】

図 1 は、様々な実施態様による処理シーケンス 100 を示す。処理シーケンス 100 は、基板の表面に対して実施される原子層プロセスであり得る。処理シーケンス 100 はブロック 102 で開始される。ブロック 102 で、種が基板の表面に送達される。基板は、シリコン基板などの任意の適切な基板であり得、基板表面がケイ素分子を含み得る。ある実施態様では、酸化物層などの誘電体層が基板上に形成され得、基板表面が酸化物分子を含み得る。基板の表面は複数の特徴を含み得る。基板は処理チャンバ内に配置され得る。一実施態様で、処理チャンバが 1 つの処理ステーションを含む。別の実施態様では処理チャンバが 2 つの処理ステーションを含む。他の実施態様では、処理チャンバが処理ステーションを 2 つよりも多く含む。基板の表面に種を送達することは、2 つ以上の処理ステーションを有する処理チャンバ内の 1 つの処理ステーションで実施され得る。

【0013】

種は、一又は複数のガスもしくはラジカルなどの任意の適切な種であり得る。ラジカルは遠隔で形成されて基板表面に送達されてもよい。或いは、ラジカルが、処理チャンバに導入されたガスを励起することにより形成されてもよい。処理チャンバ内のガスを励起するのに用いられるプラズマ源は、容量結合プラズマ源、誘導結合プラズマ源、又はマイクロ波プラズマ源などの任意の適切なプラズマ源であり得る。基板が第 1 の温度まで加熱又は冷却されている間、種は、基板の表面に導入され得る。第 1 の温度で、種は基板表面上の分子と反応しない。代わりに、種は、表面が種で飽和するまで基板表面に吸着する。基板の第 1 の温度は、種を基板表面に吸着させるのに十分高く、種と基板表面上の分子との間の反応を避けるのに十分低い。第 1 の温度に起因する種と基板の表面上の分子との間の反応がないので、基板の表面における種の飽和は、自己制御プロセスである。

【0014】

ブロック 104 で、基板上でスパイクアニール処理が実施される。スパイクアニール処理は、基板表面の温度を、基板の他の部分の温度を有意に上昇させることなく、第 2 の温度に急速に上昇させることができる。スパイクアニール処理は、同じ処理チャンバ内で基板に対し実施される。一実施態様で、処理チャンバは、2 つの処理ステーションを含む。基板表面への種の送達是一方の処理ステーションで実施され、基板は、スパイクアニール処理が実施される他方の処理ステーションへ移送される。基板の表面に吸着していない余分な種を除去するために、基板表面への種の送達の後、スパイクアニール処理の前に、パージ処理が実施され得る。

【0015】

滞留時間 (dwell time)、すなわちレーザ又はフラッシュランプなどフラッシュ熱源で基板を加熱する時間は、約 1 マイクロ秒などの短時間であり得る。滞留時間が短くバルク基板の温度が有意に上昇しないので、冷却期間中にバルク基板を通じた熱の素早い放散が確保される。基板の表面において第 2 の温度から開始温度へ戻る冷却期

10

20

30

40

50

間も、例えば約 10 から 100 マイクロ秒と短い。

#### 【0016】

基板の表面がセ氏 1000 度超などの第 2 の温度に急速に加熱されると、飽和した基板表面に吸着した種が基板表面の分子との反応性を有するようになる。第 2 の温度は、セ氏約 1000 度からセ氏約 1300 度の範囲であり得る。一実施態様で、種が基板表面内に拡散される。別の実施態様では、種が基板表面の一部分を、基板表面の当該部分との生成物を形成することによって、コンフォーマルに破断する。更に別の実施態様では、第 2 の種が処理チャンバに導入され、第 2 の温度で、第 2 の種が基板表面上の種と反応して基板表面上にコンフォーマル層を形成する。

#### 【0017】

次に、ブロック 106 で、ブロック 102 及び 104 に記載のプロセスが繰り返される。ブロック 102 及び 104 に記載のプロセスの繰り返しの結果、コンフォーマル層が基板表面上に形成されるか、或いは基板表面に拡散される。或いは、ブロック 102 及び 104 に記載のプロセスを繰り返すことにより、表面の一部分をコンフォーマルに除去する。

#### 【0018】

図 2A ~ 2C は、一実施態様による処理シーケンス 100 を示す。図 2A に示すように、基板（図示せず）の表面 204 は特徴 202 を含み得る。図 2A に示すように、特徴 202 は二酸化ケイ素で作製されている。しかしながら、特徴 202 の材料は二酸化ケイ素に限定されなくてよい。ある実施態様では、特徴 202 がケイ素で作製されている。表面 204 を有する基板が、処理チャンバ内の基板支持体上に配置される。ある実施態様では、表面 204 を有する基板が、処理チャンバの第 1 の処理ステーションにおける基板支持体上に配置される。表面 204 は、表面 204 から任意の汚染物を除去するために洗浄処理で洗浄されていてよい。洗浄処理は、ハロゲン系洗浄ガス又はラジカルなど、塩素又はフッ素系ガス又はラジカルなどを利用した洗浄処理など、任意の適切な洗浄処理であり得る。基板は、基板支持体に形成された温度制御デバイスにより、第 1 の温度に到達し得る。第 1 の温度は、種及び表面 204 の材料のタイプに基づき変化し得る。第 1 の温度は十分に低いので、種と表面 204 との間の反応はない。

#### 【0019】

図 2B に示すように、種 206 が、処理チャンバ又は処理チャンバの処理ステーションに導入される。種 206 は、表面 204 が種 206 で飽和するまで、表面 204 に吸着する。種は、一又は複数のガス又はラジカルなどの任意の適切な種であり得る。一実施態様で、種 206 は  $\text{NH}^*$  ラジカルなどの窒素含有ラジカルである。別の実施態様で、種 206 は、ホウ素含有ガス又はホウ素含有ラジカルなどのホウ素含有種である。ホウ素含有ラジカルは、 $\text{B}^*$ 、 $\text{BH}_x^*$ 、又は任意の適切なホウ素含有ラジカルであり得る。

#### 【0020】

一実施態様で、種 206 は、表面 204 を有する基板が配置された処理チャンバの処理領域に、ホウ素含有ガスを導入することによって形成される。ホウ素含有ガスは、 $\text{B}_2\text{H}_6$  などの任意の適切なホウ素含有ガスであり得る。ホウ素含有ガスは、容量結合プラズマ源、誘導結合プラズマ源、又はマイクロ波プラズマ源などのプラズマ源により活性化されて、種 206 を含有するプラズマを形成し得る。種 206 は、 $\text{B}^*$  又は  $\text{BH}_x^*$  などのホウ素含有ラジカルであり得、式中、 $x$  は 1、2、又は 3 であり得る。別の実施態様で、種 206 は、表面 204 を有する基板が配置された処理チャンバに連結された遠隔プラズマ源にホウ素含有ガスを流入させることにより、形成される。ホウ素含有ガスは、 $\text{B}_2\text{H}_6$  などの任意の適切なホウ素含有ガスであり得る。ホウ素含有ガスは遠隔プラズマ源によって活性化され、種 206 を含有するプラズマを形成し得る。種 206 は、 $\text{B}^*$  又は  $\text{BH}_x^*$  などのホウ素含有ラジカルであり得、式中、 $x$  は 1、2、又は 3 であり得る。種 206 を処理チャンバの処理領域に流入させる。

#### 【0021】

次に、図 2C に示すように、表面 204 の温度が急速に第 2 の温度まで上昇させられ、

10

20

30

40

50

種 2 0 6 が表面 2 0 4 の分子との反応性を有するようになる。一実施態様で、種 2 0 6 が特徴 2 0 2 に拡散される。基板表面 2 0 4 の温度は、スパイクアニール処理によって急速に上昇し得る。スパイクアニール処理は同じ処理チャンバで実施され得る。ある実施態様では、基板が処理チャンバ内の第 2 の処理ステーションに移送され、スパイクアニール処理が第 2 の処理ステーションで実施されてもよい。図 2 B 及び 2 C に記載の処理を繰り返した結果、特徴 2 0 2 の部分 2 0 8 に窒化などの改質がなされる。

#### 【 0 0 2 2 】

図 3 A ~ 3 C は、別の実施態様による処理シーケンス 1 0 0 を示す。図 3 A に示すように、基板（図示せず）の表面 3 0 4 は特徴 3 0 2 を含み得る。図 3 A に示すように、特徴 3 0 2 はケイ素で作製されている。しかしながら、特徴 3 0 2 の材料はケイ素に限定されなくてよい。表面 3 0 4 を有する基板が、処理チャンバ内の基板支持体上に配置される。ある実施態様では、表面 3 0 4 を有する基板が、処理チャンバの第 1 の処理ステーションにおける基板支持体上に配置される。基板は、基板支持体に形成された温度制御デバイスにより、第 1 の温度に到達し得る。第 1 の温度は、種及び表面 3 0 4 の材料のタイプに基づき変化し得る。第 1 の温度は十分に低いので、種と表面 3 0 4 との間の反応はない。

#### 【 0 0 2 3 】

図 3 B に示すように、種 3 0 6 が、処理チャンバ又は処理チャンバの処理ステーションに導入される。種 3 0 6 は、表面 3 0 4 が種 3 0 6 で飽和するまで、表面 3 0 4 に吸着する。種は、一又は複数のガス又はラジカルなどの任意の適切な反応性の種であり得る。一実施態様で、種 3 0 6 は  $\text{Br}^*$  又は他のハロゲンラジカルである。

#### 【 0 0 2 4 】

次に、図 3 C に示すように、表面 3 0 4 の温度が急速に第 2 の温度まで上昇させられ、種 3 0 6 が表面 3 0 4 の分子との反応性を有するようになる。一実施態様で、種 3 0 6、及び表面 3 0 4 のケイ素分子が  $\text{SiBr}_x$  などの生成物 3 0 8 を形成し、生成物 3 0 8 は表面 3 0 4 から除去される。基板表面 3 0 4 の温度は、スパイクアニール処理によって急速に上昇し得る。スパイクアニール処理は同じ処理チャンバで実施され得る。ある実施態様では、基板が処理チャンバ内の第 2 の処理ステーションに移送され、スパイクアニール処理が第 2 の処理ステーションで実施されてもよい。図 3 B 及び 3 C に記載の処理を繰り返した結果、コンフォーマルエッチング処理が表面 3 0 4 上で実施され、特徴 3 0 2 の、実質的に均一な厚さを有する部分が除去され得る。

#### 【 0 0 2 5 】

図 4 A ~ 4 C は、別の実施態様による処理シーケンス 1 0 0 を示す。図 4 A に示すように、基板（図示せず）の表面 3 0 4 は特徴 3 0 2 を含み得る。図 4 A に示すように、特徴 3 0 2 はケイ素で作製されている。しかしながら、特徴 3 0 2 の材料はケイ素に限定されなくてよい。表面 3 0 4 を有する基板が、処理チャンバ内の基板支持体上に配置される。ある実施態様では、表面 3 0 4 を有する基板が、処理チャンバの第 1 の処理ステーションにおける基板支持体上に配置される。基板は、基板支持体に形成された温度制御デバイスにより、第 1 の温度に到達し得る。第 1 の温度は、種及び表面 3 0 4 の材料のタイプに基づき変化し得る。第 1 の温度は十分に低いので、種と表面 3 0 4 との間の反応はない。

#### 【 0 0 2 6 】

図 4 B に示すように、種 4 0 6 が、処理チャンバ又は処理チャンバの処理ステーションに導入される。種 4 0 6 は、表面 3 0 4 が種 4 0 6 で飽和するまで、表面 3 0 4 に吸着する。種は、一又は複数のガス又はラジカルなどの任意の適切な種であり得る。一実施態様で、種 4 0 6 は、 $\text{NH}^*$  ラジカルもしくはアンモニアガスなどの窒素含有ラジカル又はガスである。

#### 【 0 0 2 7 】

次に、図 3 C に示すように、表面 3 0 4 の温度が急速に第 2 の温度まで上昇させられ、第 2 の種 4 0 8 が処理チャンバ又は処理チャンバの第 2 の処理ステーションに導入される。第 2 の種 4 0 8 はトリメチルシランであり得る。第 2 の温度で、種 4 0 6 が第 2 の種 4 0 8 に対し反応性を有するようになる。一実施態様で、種 4 0 6 及び第 2 の種 4 0 8 が S

10

20

30

40

50

i C Nなどの生成物を表面304上に形成する。基板表面304の温度は、スパイクアニール処理によって急速に上昇し得るので、表面304は第2の温度に達する。スパイクアニール処理は同じ処理チャンバで実施され得る。ある実施態様では、基板が処理チャンバ内の第2の処理ステーションに移送され、スパイクアニール処理が第2の処理ステーションで実施されてもよい。図4B及び4Cに記載の処理を繰り返した結果、コンフォーマル層が表面304上に形成され得る。コンフォーマル層はSiCNであり得る。

#### 【0028】

図5は、一実施形態による処理チャンバ500の概略断面図を示す。処理シーケンス100は処理チャンバ500内で実施され得る。処理チャンバ500は、処理領域507を画定する、底部502、側壁504、及び上部506を含む。処理領域507内に基板支持体508が配置され、基板512は基板支持体508上に配置され得る。加熱要素又は冷却チャネルなどの温度制御要素510が基板支持体508に形成され、基板512の温度を制御し得る。基板支持体508上方に、スパイクアニール処理を実施するためのフラッシュ熱源514が配置され得る。フラッシュ熱源514は、複数のレーザ又はフラッシュランプを含み得る。種注入ポート516が側壁504に形成され、種源518が種注入ポート516に接続され得る。先に述べた、種の基板表面への送達及びスパイクアニールのシーケンスが、処理チャンバ500内で実施され得る。処理チャンバ500は、処理領域507をパージするためにパージガス源（図示せず）に接続されたパージガス注入ポート（図示せず）を含み得る。

#### 【0029】

図6は、一実施形態による処理チャンバ600の概略断面図を示す。処理シーケンス100は処理チャンバ600内で実施され得る。処理チャンバ600は、底部602、側壁604、及び上部606を含む。処理チャンバ600内に仕切り608が配置され、2つの処理ステーション610、611を形成し得る。仕切り608は、物理的な仕切り又はエアカーテンであり得る。第1の処理ステーション610は、基板支持体612、及び基板支持体612に埋め込まれた温度制御要素614を含み得る。温度制御要素614は、図5で示した温度制御要素510と同じであり得る。第1の処理ステーション610における側壁に種注入ポート622が形成され、種注入ポート622に種源624が連結され得る。第1の処理ステーション610は、処理ステーション610をパージするためにパージガス源（図示せず）に接続されたパージガス注入ポート（図示せず）を更に含み得る。

#### 【0030】

第2の処理ステーション611は、基板616を支持する基板支持体618を含み得る。基板支持体618は、温度制御要素614と同じ温度制御要素（図示せず）を含み得る。基板支持体618の上方にフラッシュ熱源620が配置され得る。フラッシュ熱源620は、図5で示したフラッシュ熱源514と同じであり得る。第2の処理ステーション611は、種注入ポート626を更に含み、種注入ポート626に種源628が連結され得る。種源628及び種注入ポート626は、基板616の表面に第2の種を送達するのに用いられ得る。基板616は、第1の処理ステーション610及び第2の処理ステーション611に動かされ、処理シーケンス100が実施され得る。

#### 【0031】

図7は、幾つかの実施形態に係る装置700の概略上面断面図である。処理チャンバ700は、複数の処理ステーション702、704、706、708、710、712（6つ示しているが6つに限定されない）を含み得る。各処理ステーション702、704、706、708、710、712は、基板（図示せず）を支持するための基板ホルダ714を含む。基板ホルダ714は、基板支持体716に形成され得る。基板支持体716は、基板ホルダ714上に配置された基板の温度を制御するための温度制御要素（図示せず）を含み得る。複数の処理ステーション702、704、706、708、710、712は、物理的な仕切り又はエアカーテンであり得る仕切り718で分離され得る。複数の処理ステーションのうち幾つかは、基板に第1の温度で種を送達することを実施可能で

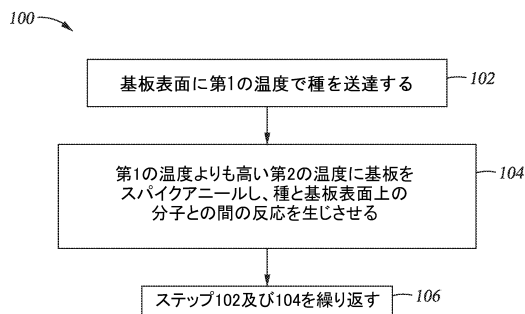
あり、その他の処理ステーションは、スパイクアニール処理を実施可能であり得る。一実施態様で、基板の表面への種の送達は、処理ステーション702, 706, 710で実施される。基板の表面が種で飽和した後、基板支持体716が回転し、基板を処理ステーション704, 708, 712に配置して、ここでスパイクアニール処理が実施され得る。処理シーケンス100を実施するために、基板支持体716が回転され、選択された処理ステーションに基板を配置し得る。

# 【0032】

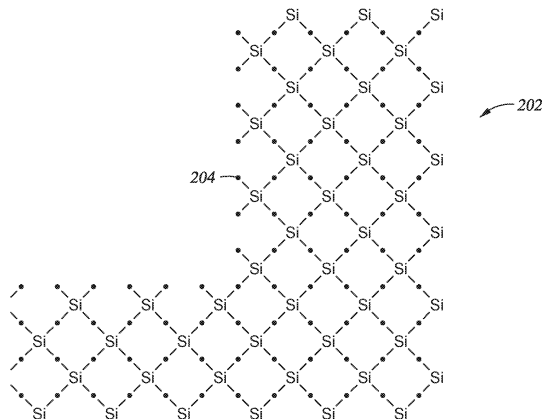
これまでの記述は、幾つかの実施形態を対象としているが、その基本的な範囲から逸脱しなければ他の実施形態及び更なる実施形態が考案されてよく、その範囲は、下記の特許請求の範囲によって定められる。

10

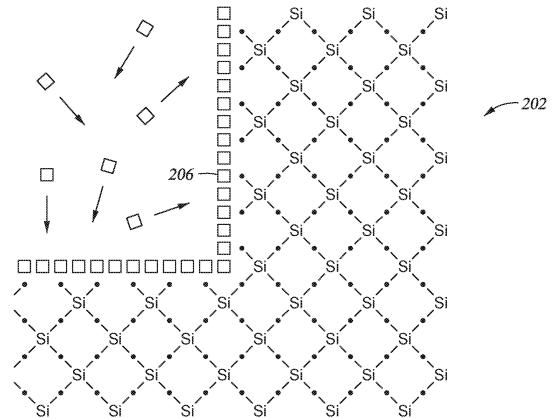
## 【図1】



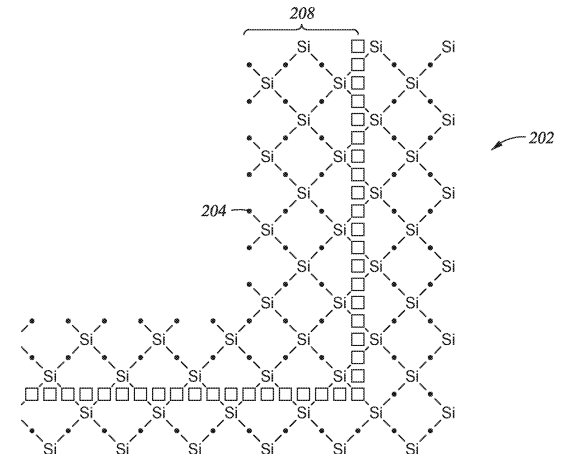
## 【図2A】



## 【図2B】

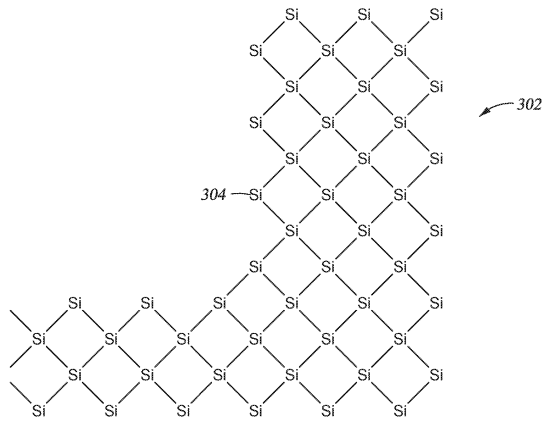


## 【図2C】

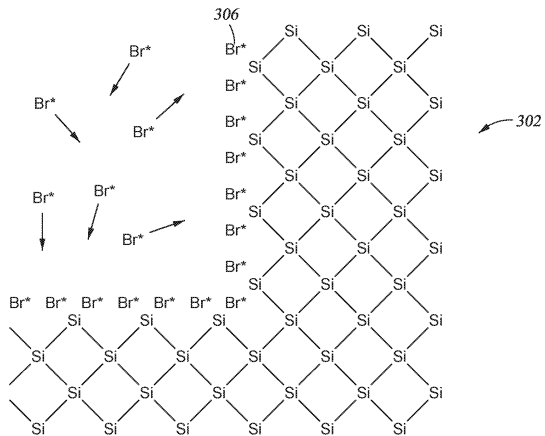




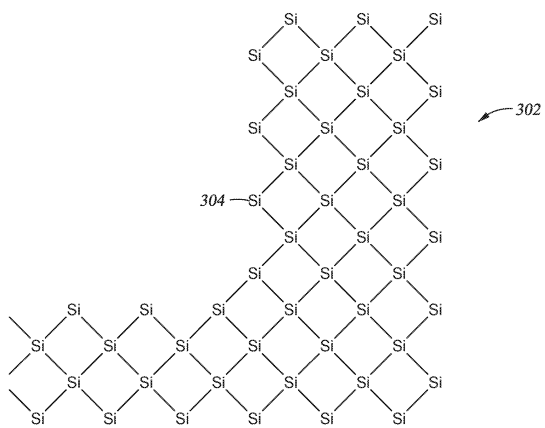
【図 3 A】



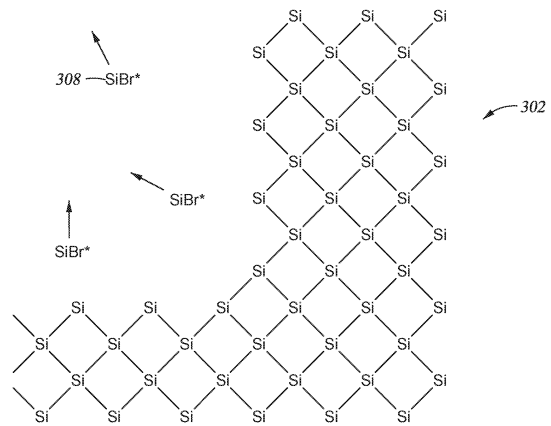
【図 3 B】



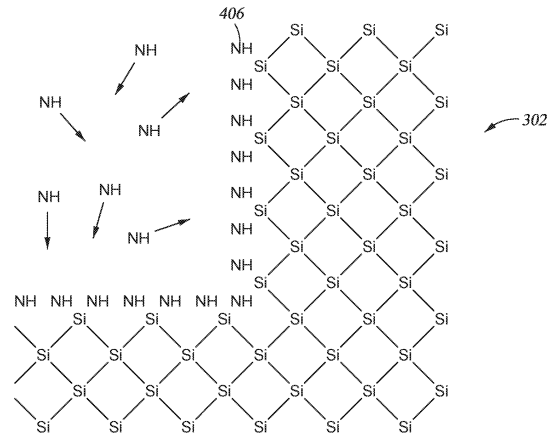
【図 4 A】



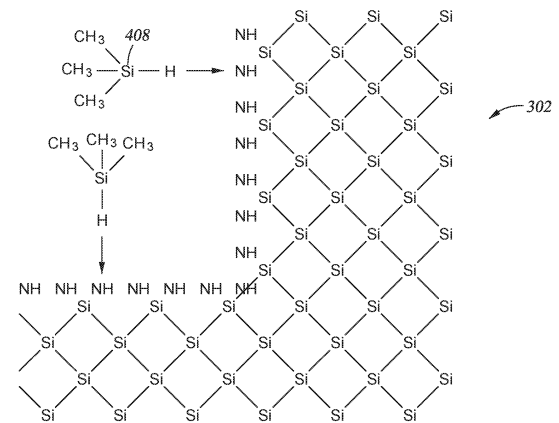
【図 3 C】



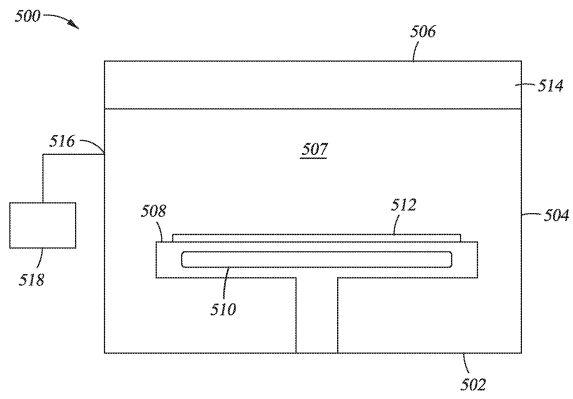
【図 4 B】



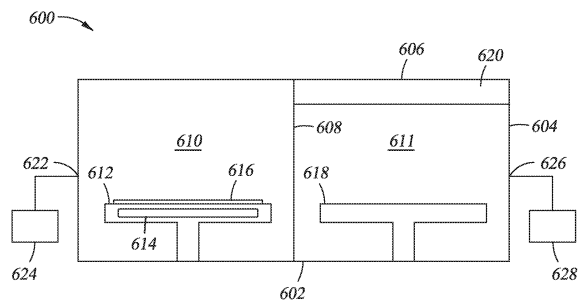
【図 4 C】



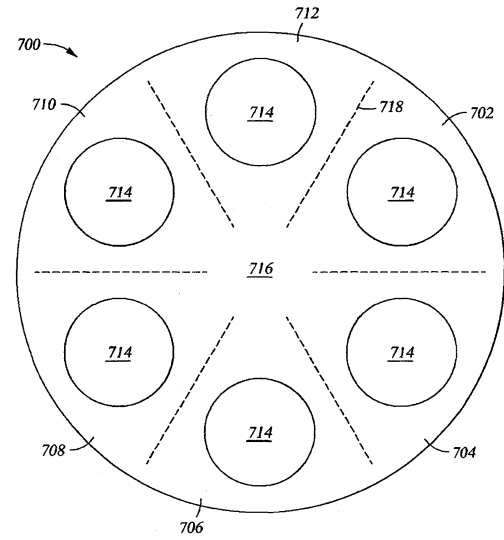
【図 5】



【図 6】



【図 7】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
H 0 1 L 21/26 (2006.01)		H 0 1 L 21/26	F
C 2 3 C 16/42 (2006.01)		C 2 3 C 16/42	
C 2 3 C 16/46 (2006.01)		C 2 3 C 16/46	

(72)発明者 マユール, アビラシュ ジェー .  
 アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 3 9 0 7 , サリナス, オルソン プレイス 1 7 6 5 1

(72)発明者 スタウト, フィリップ  
 アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 5 0 5 5 , サンタ クララ, ピー.オー. ボックス  
 3 1 1 3

審査官 加藤 芳健

(56)参考文献 特開平01-289121(JP,A)  
 特開平01-103840(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 1 L	2 1 / 3 0 6 5
C 2 3 C	8 / 0 8
C 2 3 C	8 / 2 4
C 2 3 C	1 6 / 4 2
C 2 3 C	1 6 / 4 6
H 0 1 L	2 1 / 2 6
H 0 1 L	2 1 / 2 6 8
H 0 1 L	2 1 / 3 1 6
H 0 1 L	2 1 / 3 1 8
H 0 1 L	2 1 / 3 1