

(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 1

H01L 21/305	(2006.01)	H01L 21/302	105Z
H01L 21/316	(2006.01)	H01L 21/316	A
C23C 8/24	(2006.01)	C23C 8/24	
C23C 8/08	(2006.01)	C23C 8/08	
H01L 21/268	(2006.01)	H01L 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)
 (86) (22) 出願日 平成28年2月25日 (2016.2.25)
 (65) 公表番号 特表2018-514943 (P2018-514943A)
 (43) 公表日 平成30年6月7日 (2018.6.7)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2016/019619
 (87) 國際公開番号 WO2016/153716
 (87) 國際公開日 平成28年9月29日 (2016.9.29)
 審査請求日 平成31年2月25日 (2019.2.25)
 (31) 優先権主張番号 62/135,836
 (32) 優先日 平成27年3月20日 (2015.3.20)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(73) 特許権者 390040660
アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド
APPLIED MATERIALS, INCORPORATED
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
アヴェニュー 3050
(74) 代理人 110002077
園田・小林特許業務法人
(72) 発明者 リウ, ウエイ
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 アヴェニュー 5035

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100度～セ氏約130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、

20

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。

【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、

30

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。

【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おり、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。

【0003】

材料をコンフォーマルに堆積して3D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5Torr未満）ことから、3Dコンフォーマルではない。

10

【0004】

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】

【0005】

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

【0006】

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。

【0007】

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

【0008】

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の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】

【0009】

【図1】様々な実施態様による処理シーケンスを示す。

40

【図2A】一実施態様による処理シーケンスを示す。

【図2B】一実施態様による処理シーケンスを示す。

【図2C】一実施態様による処理シーケンスを示す。

【図3A】別の実施態様による処理シーケンスを示す。

【図3B】別の実施態様による処理シーケンスを示す。

【図3C】別の実施態様による処理シーケンスを示す。

【図4A】別の実施態様による処理シーケンスを示す。

【図4B】別の実施態様による処理シーケンスを示す。

【図4C】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。

10

【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。

20

【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。

30

【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は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、ページ処理が実施され得る。

40

【0015】

滞留時間(dwelling 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

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もよい。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、B^{*}、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、B₂H₆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、B^{*}又は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、B₂H₆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、B^{*}又は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。

10

【 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 Br^{*} 又は他のハロゲンラジカルである。

20

【 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 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キング処理が表面 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。

30

【 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 】

40

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、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

50

i C Nなどの生成物を表面 3 0 4 上に形成する。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ので、表面 3 0 4 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 4 B 及び 4 C 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 3 0 4 上に形成され得る。コンフォーマル層は S i C N であり得る。

【 0 0 2 8 】

図 5 は、一実施形態による処理チャンバ 5 0 0 の概略断面図を示す。処理シーケンス 1 0 0 は処理チャンバ 5 0 0 内で実施され得る。処理チャンバ 5 0 0 は、処理領域 5 0 7 を画定する、底部 5 0 2 、側壁 5 0 4 、及び上部 5 0 6 を含む。処理領域 5 0 7 内に基板支持体 5 0 8 が配置され、基板 5 1 2 は基板支持体 5 0 8 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 5 1 0 が基板支持体 5 0 8 に形成され、基板 5 1 2 の温度を制御し得る。基板支持体 5 0 8 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 5 1 4 が配置され得る。フラッシュ熱源 5 1 4 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 5 1 6 が側壁 5 0 4 に形成され、種源 5 1 8 が種注入ポート 5 1 6 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 5 0 0 内で実施され得る。処理チャンバ 5 0 0 は、処理領域 5 0 7 をページするためにページガス源（図示せず）に接続されたページガス注入ポート（図示せず）を含み得る。

【 0 0 2 9 】

図 6 は、一実施形態による処理チャンバ 6 0 0 の概略断面図を示す。処理シーケンス 1 0 0 は処理チャンバ 6 0 0 . 内で実施され得る。処理チャンバ 6 0 0 は、底部 6 0 2 、側壁 6 0 4 、及び上部 6 0 6 を含む。処理チャンバ 6 0 0 内に仕切り 6 0 8 が配置され、2 つの処理ステーション 6 1 0 , 6 1 1 を形成し得る。仕切り 6 0 8 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 6 1 0 は、基板支持体 6 1 2 、及び基板支持体 6 1 2 に埋め込まれた温度制御要素 6 1 4 を含み得る。温度制御要素 6 1 4 は、図 5 で示した温度制御要素 5 1 0 と同じであり得る。第 1 の処理ステーション 6 1 0 における側壁に種注入ポート 6 2 2 が形成され、種注入ポート 6 2 2 に種源 6 2 4 が連結され得る。第 1 の処理ステーション 6 1 0 は、処理ステーション 6 1 0 をページするためにページガス源（図示せず）に接続されたページガス注入ポート（図示せず）を更に含み得る。

【 0 0 3 0 】

第 2 の処理ステーション 6 1 1 は、基板 6 1 6 を支持する基板支持体 6 1 8 を含み得る。基板支持体 6 1 8 は、温度制御要素 6 1 4 と同じ温度制御要素（図示せず）を含み得る。基板支持体 6 1 8 の上方にフラッシュ熱源 6 2 0 が配置され得る。フラッシュ熱源 6 2 0 は、図 5 で示したフラッシュ熱源 5 1 4 と同じであり得る。第 2 の処理ステーション 6 1 1 は、種注入ポート 6 2 6 を更に含み、種注入ポート 6 2 6 に種源 6 2 8 が連結され得る。種源 6 2 8 及び種注入ポート 6 2 6 は、基板 6 1 6 の表面に第 2 の種を送達するのに用いられ得る。基板 6 1 6 は、第 1 の処理ステーション 6 1 0 及び第 2 の処理ステーション 6 1 1 に動かされ、処理シーケンス 1 0 0 が実施され得る。

【 0 0 3 1 】

図 7 は、幾つかの実施形態に係る装置 7 0 0 の概略上面断面図である。処理チャンバ 7 0 0 は、複数の処理ステーション 7 0 2 , 7 0 4 , 7 0 6 , 7 0 8 , 7 1 0 , 7 1 2 （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 7 0 2 , 7 0 4 , 7 0 6 , 7 0 8 , 7 1 0 , 7 1 2 は、基板（図示せず）を支持するための基板ホルダ 7 1 4 を含む。基板ホルダ 7 1 4 は、基板支持体 7 1 6 に形成され得る。基板支持体 7 1 6 は、基板ホルダ 7 1 4 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 7 0 2 , 7 0 4 , 7 0 6 , 7 0 8 , 7 1 0 , 7 1 2 は、物理的な仕切り又はエアカーテンであり得る仕切り 7 1 8 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

10

20

30

40

50

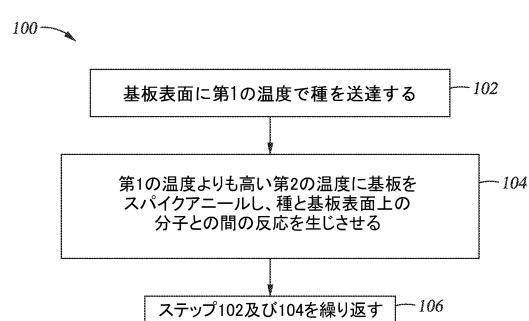
あり、その他の処理ステーションは、スパイクアニール処理を実施可能であり得る。一実施態様で、基板の表面への種の送達は、処理ステーション 702, 706, 710 で実施される。基板の表面が種で飽和した後、基板支持体 716 が回転し、基板を処理ステーション 704, 708, 712 に配置して、ここでスパイクアニール処理が実施され得る。処理シーケンス 100 を実施するために、基板支持体 716 が回転され、選択された処理ステーションに基板を配置し得る。

【0032】

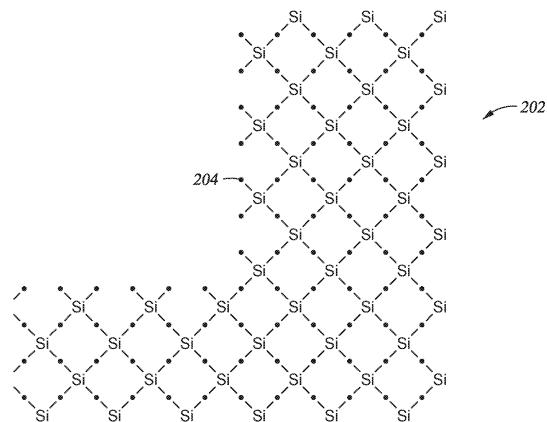
これまでの記述は、幾つかの実施形態を対象としているが、その基本的な範囲から逸脱しなければ他の実施形態及び更なる実施形態が考案されてよく、その範囲は、下記の特許請求の範囲によって定められる。

10

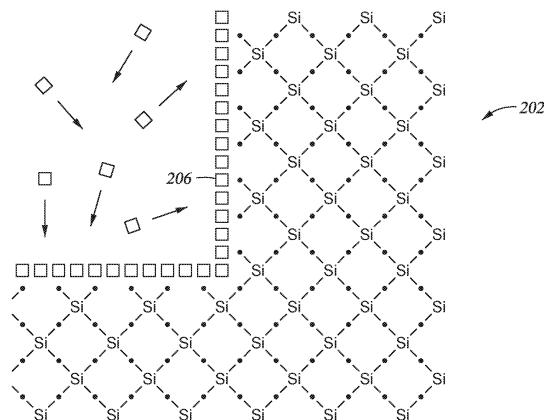
【図1】



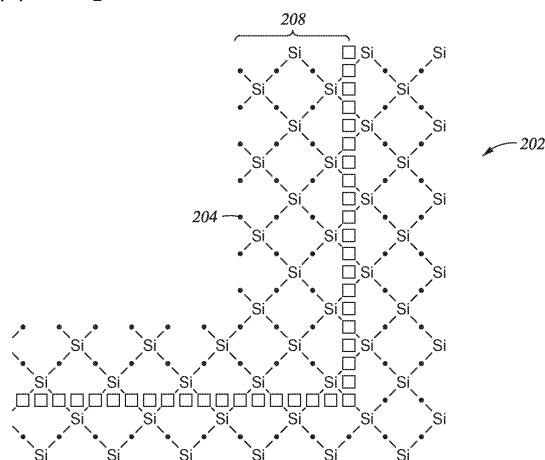
【図2 A】



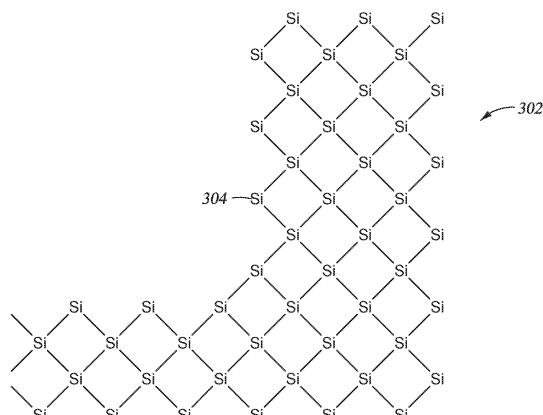
【図2 B】



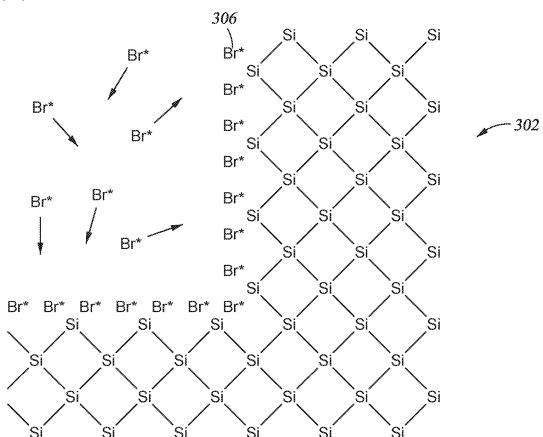
【図2 C】



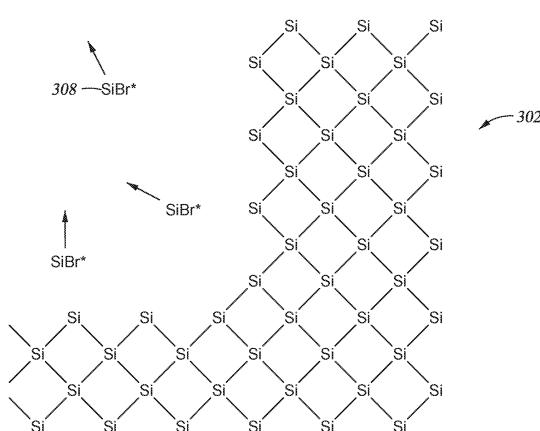
【図3A】



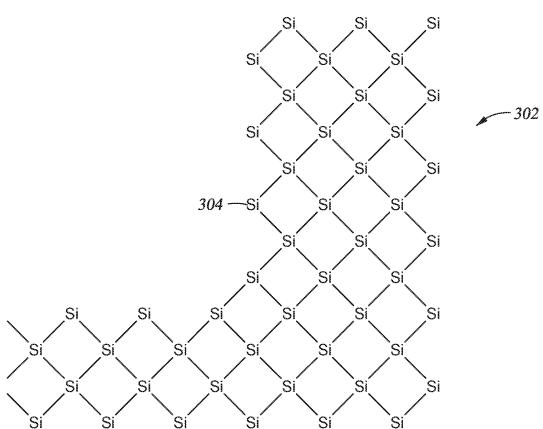
【図3B】



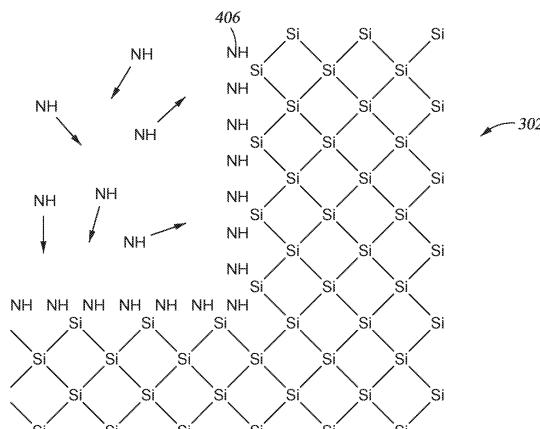
【図3C】



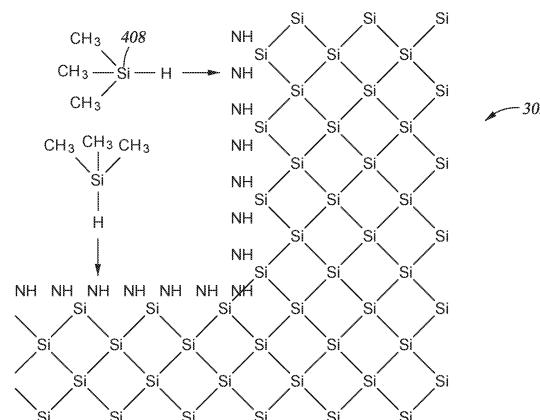
【図4A】



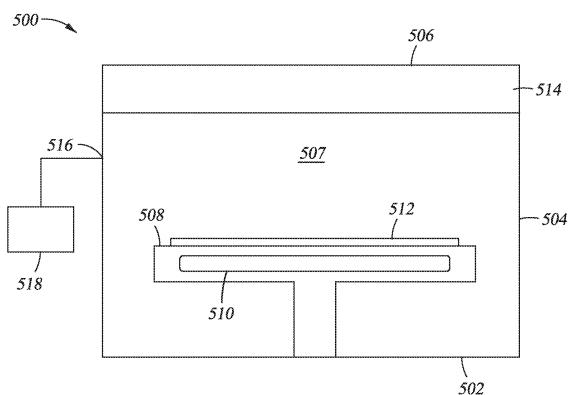
【図4B】



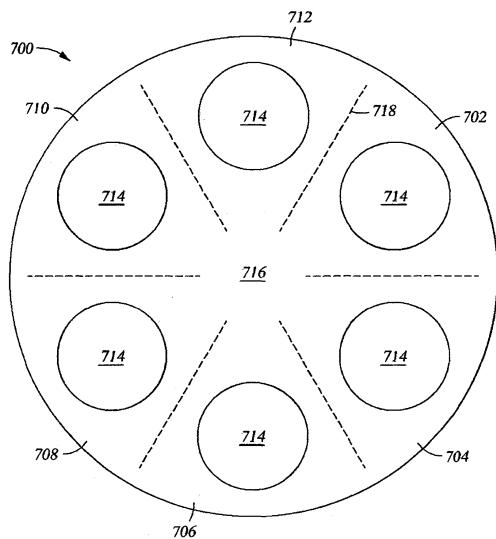
【図4C】



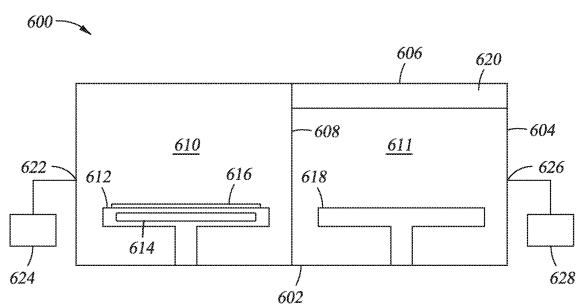
【図5】



【図7】



【図6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 01 L 21/26 (2006.01) H 01 L 21/26 F
C 23 C 16/42 (2006.01) C 23 C 16/42
C 23 C 16/46 (2006.01) C 23 C 16/46

(72)発明者 マユール, アビラシュ ジエー.
アメリカ合衆国 カリフォルニア 93907, サリナス, オルソン ブレイス 17651
(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 95055, サンタ クララ, ピー.オー. ボックス
3113

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 01 L 21 / 3065
C 23 C 8 / 08
C 23 C 8 / 24
C 23 C 16 / 42
C 23 C 16 / 46
H 01 L 21 / 26
H 01 L 21 / 268
H 01 L 21 / 316
H 01 L 21 / 318
H 01 L 21 / 31