

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5539882号
(P5539882)

(45) 発行日 平成26年7月2日(2014.7.2)

(24) 登録日 平成26年5月9日(2014.5.9)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 21/205 (2006.01)
C 2 3 C 16/455 (2006.01)H O 1 L 21/205
C 2 3 C 16/455

請求項の数 10 (全 32 頁)

(21) 出願番号 特願2010-526932 (P2010-526932)
 (86) (22) 出願日 平成20年9月24日 (2008.9.24)
 (65) 公表番号 特表2010-541241 (P2010-541241A)
 (43) 公表日 平成22年12月24日 (2010.12.24)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2008/011063
 (87) 国際公開番号 W02009/042145
 (87) 国際公開日 平成21年4月2日 (2009.4.2)
 審査請求日 平成23年9月22日 (2011.9.22)
 (31) 優先権主張番号 11/861,402
 (32) 優先日 平成19年9月26日 (2007.9.26)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 590000846
 イーストマン コダック カンパニー
 アメリカ合衆国 ニューヨーク州 ロチェ
 スター ステート ストリート 343
 (74) 代理人 100099759
 弁理士 青木 篤
 (74) 代理人 100077517
 弁理士 石田 敬
 (74) 代理人 100087413
 弁理士 古賀 哲次
 (74) 代理人 100128495
 弁理士 出野 知
 (74) 代理人 100093665
 弁理士 蛭谷 厚志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 蒸着のための供給装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板の表面に薄膜材料を堆積させるための供給ヘッドであって、

(a) 第1、第2、第3の反応性ガス材料をそれぞれ受け入れるための第1、第2、第3の入力ポートを少なくとも備える複数の入力ポートと；

(b) 前記基板からある距離離れていて、前記第1、第2、第3の入力ポートのそれぞれに付随する第1、第2、第3の複数の平行な細長い出力開口部を備える出力面と；

(c) 供給チェンバーと誘導チャネルを互いに接続して、前記第1、第2、第3の反応性ガス材料のそれぞれを対応する入力ポートから対応する細長い出力開口部に導くためのネットワークとを備えていて；

この供給ヘッドは、前記第1、第2、第3の反応性ガス材料を前記出力面にある細長い出力開口部から前記基板に向けて同時に供給する設計にされており、

隣り合った2枚のプレートによって形成される少なくとも1つのガス拡散チャネルに前記複数の平行な細長い出力開口部のうちの少なくとも1つが付随して、その隣り合った2枚のプレートのうちの少なくとも一方のプレートが、前記少なくとも1つのガス拡散チャネルの領域内に凹凸パターンを有する、供給ヘッド。

【請求項 2】

前記凹凸パターンが、成形、エンボス加工、エッチング、アブレーション、機械加工、レーザー加工、リソグラフィ法のいずれかによって形成される、請求項1に記載の供給ヘッド。

【請求項 3】

前記少なくとも1つのガス拡散チャンネルが、付随する細長い出力開口部を規定する出力開口部を有する、請求項1または2に記載の供給ヘッド。

【請求項 4】

前記隣り合った2枚のプレートのそれぞれが、前記少なくとも1つのガス拡散チャンネルの共通領域に凹凸パターンを有する、請求項1～3のいずれか1項に記載の供給ヘッド。

【請求項 5】

隣り合った2枚のプレートによって供給チェンバーと誘導チャンネルも形成される、請求項1～4のいずれか1項に記載の供給ヘッド。

【請求項 6】

複数のガス拡散チャンネルが、鉛直方向に重ねた一対だけのプレートによって形成される、請求項1～5のいずれか1項に記載の供給ヘッド。

【請求項 7】

請求項1～6のいずれか1項に記載の供給ヘッドが、薄膜の堆積中はその供給ヘッドの出力面と基板の表面の間が一様な距離に維持されるシステムの中で、固体材料の薄膜を基板の表面に堆積させる、堆積システム。

【請求項 8】

薄膜を堆積させるために供給ヘッドから基板の表面に向かう1種類以上のガス材料の流れが原因で発生する圧力が、前記供給ヘッドの出力面を前記基板の表面から離している力の少なくとも一部を提供する、請求項7に記載の堆積システム。

【請求項 9】

基板の表面に薄膜材料を堆積させる方法であって、一連のガス流を薄膜堆積システムの供給ヘッドの出力面から基板の表面に同時に向かわせる操作を含んでおり、その一連のガス流は、少なくとも第1の反応性ガス材料と、不活性なパージ・ガスと、第2の反応性ガス材料とを含んでいて、第1の反応性ガス材料は、第2の反応性ガス材料で処理された基板の表面と反応することができ、前記供給ヘッドは、

(a) 少なくとも、第1の反応性ガス材料、第2の反応性ガス材料、不活性なパージ・ガスをそれぞれ受け入れるための第1、第2、第3の入力ポートと；

(b) 前記基板の表面の近くにあって複数の細長い出力開口部を有する出力面と；

(c) 供給チェンバーと誘導チャンネルを互いに接続していて、第1の反応性ガス材料、第2の反応性ガス材料、第3の反応性ガス材料のそれぞれを対応する入力ポートから対応する細長い出力開口部に導くためのネットワークとを備えていて、

前記入力ポートのそれぞれは、前記反応性ガス材料を前記基板に供給するため、独立に、少なくとも第1、第2、第3の細長い開口部のうちの1つに接続され、

隣り合った2枚のプレートによって形成される少なくとも1つのガス拡散チャンネルに複数の細長い出力開口部のうちの少なくとも1つが付随していて、その隣り合った2枚のプレートのうちの少なくとも一方のプレートが、前記ガス拡散チャンネルの領域内に凹凸パターンを有する、方法。

【請求項 10】

前記出力面が、第1、第2、第3の入力ポートのそれぞれに付随する第1、第2、第3の複数の細長い出力開口部を備えていて、前記供給ヘッドが、第1、第2、第3のガス材料を前記出力面内の細長い出力開口部から基板に同時に供給するように設計されており、供給チェンバーと誘導チャンネルを互いに接続する前記ネットワークが、第1、第2、第3のガス材料のそれぞれを対応する入力ポートから対応する細長い放出チャンネルに導き、隣り合った2枚のプレートによって形成されるガス拡散チャンネルに、前記細長い出力開口部のうちの少なくとも1つが付随していて、その隣り合った2枚のプレートのうちの少なくとも一方のプレートが、前記ガス拡散チャンネルの領域内に凹凸パターンを有する、請求項9に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

本発明は、全体として、特に薄膜材料を堆積させている間を通じてガス材料または液体材料の流れを拡散させることに関するものであり、より詳細には、複数のガス流を同時に基板に向かわせる分布用または供給用のヘッドを用いて基板の表面に原子層を堆積させる装置に関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

薄膜の蒸着で広く利用されている技術の1つに、反応チェンバーの中で反応する化学的に反応性のある分子を用いて望む膜を基板上に堆積させる化学蒸着（CVD）がある。CVDの用途で有用な分子前駆体には、堆積させる膜を構成する元素（原子）が含まれるとともに、追加の元素も一般に含まれる。CVD用前駆体は、気体相でチェンバーに供給されて基板の位置で反応し、その表面に薄膜を形成する揮発性分子である。化学反応により、望む膜厚の薄膜が堆積される。

【 0 0 0 3 】

たいていのCVD技術に共通するのは、1種類以上の分子前駆体のよく制御された流れをCVD反応装置の中に入れる必要があることである。基板は、分子前駆体相互間の化学反応を促進すると同時に副生成物を効果的に除去するため、制御された圧力下でよく制御された温度に維持される。CVDの最適な性能を得るには、プロセス全体を通じてガス流、温度、圧力が安定状態になる条件を実現して維持する能力と、中間体を最少にする、または除去する能力が必要とされる。

【 0 0 0 4 】

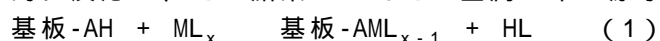
特に半導体、集積回路、ならびにそれ以外の電子デバイスの分野では、同じ形に被覆する優れた特性を持つ薄膜、その中でも特に高品質のより密な膜が、従来のCVD法で実現できる限界を超えて要求されている（特に、より低温で製造することのできる薄膜）。

【 0 0 0 5 】

原子層堆積（“ALD”）はCVDに代わる膜堆積技術であり、これまでのCVD技術と比べて厚さの精度と同じ形にする能力を改善することができる。ALD法では、従来のCVDによる従来の薄膜堆積プロセスを1つずつの原子層堆積ステップに分割する。ALDのステップが自動終了式になっていて、自動終了曝露時間まで実行したとき、またはその時間を超えて実行したときに、1つの原子層を堆積させることが望ましい。1つの原子層は一般に0.1～0.5分子単層の範囲であり、典型的なサイズは数オングストロームを超えない程度である。ALDでは、1つの原子層の堆積は、反応性分子前駆体と基板の間で化学反応が起こった結果である。それぞれの独立したALD反応-堆積ステップにおいて、正味の反応によって望む原子層が堆積され、分子前駆体に元々含まれていた“余分な”原子が実質的に除かれる。最も純粋な形態のALDでは、それぞれの前駆体の吸着と反応が、その反応とは別の1つまたは複数の前駆体の不在下で起こる。実際には、どのシステムでも、さまざまな前駆体がいづらか直接反応するのを回避するのは困難であるため、わずかな化学蒸着反応が起こる。ALDを実行すると主張するあらゆるシステムの目標は、わずかなCVD反応を許容できることを認めつつ、ALDシステムに対応した装置の性能と属性を得ることである。

【 0 0 0 6 】

ALDの用途では、一般に2種類の分子前駆体がALD反応装置の中に別々の段階に導入される。例えば金属前駆体分子 ML_x は、原子リガンドまたは分子リガンドLに結合した金属原子Mを含んでいる。例えばMとして、Al、W、Ta、Si、Znなどが可能だが、これだけに限定されるわけではない。金属前駆体は、基板の表面を分子前駆体と直接反応できるようにしたときにその基板と反応する。例えば基板の表面は、一般に、金属前駆体と反応する水素含有リガンドAHなどを含むようにされる。イオウ（S）、酸素（O）、窒素（N）が、典型的ないくつかの元素Aである。ガス状金属前駆体分子は、基板の表面であらゆるリガンドと効率的に反応し、その結果としてその金属の単一原子層が堆積される。

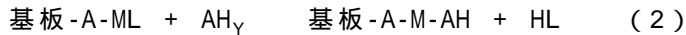


ただし、HLは反応の副生成物である。反応中、最初の表面リガンドAHが消費されて表面が

Lリガンドで覆われるため、表面は金属前駆体 ML_x とそれ以上反応することはできない。したがって表面にある最初のAHリガンドがすべて AML_{x-1} で置換されると、反応は自動的に終了する。この反応段階の後、一般に不活性ガスでパージする段階を実施して過剰な金属前駆体をチェンバーから除去した後、第2の反応性のガス状前駆体材料を独立に導入する。

【0007】

第2の分子前駆体は、金属前駆体に対する基板表面の反応性を回復させるのに用いられる。これは、例えばLリガンドを除去し、AHリガンドを再び堆積させることによってなされる。この場合、第2の前駆体は、一般に、望む（通常は非金属の）元素A（すなわちO、N、S）と水素を含んでいる（すなわち H_2O 、 NH_3 、 H_2S ）。次の反応は以下の通りである：



10

【0008】

この反応により、表面がAHで覆われた状態に戻る。（ここでは、単純にするため化学反応の原子数が釣り合っていない。）望む追加の元素Aが膜の中に組み込まれ、望まないリガンドLは揮発性の副生成物として除去される。ここでも、反応によって反応性部位（今回はLが末端にある部位）が消費され、基板上のその反応性部位が完全に欠乏したときに反応は自動的に終了する。次いで不活性なパージ-ガスを第2のパージ段階で流すことにより、第2の分子前駆体が蒸着チェンバーから除去される。

【0009】

まとめると、基本的なALDプロセスは、いろいろな化学物質の流束を基板に交互に当てる操作を必要とする。上述のように、代表的なALDプロセスは、4つの異なる操作段階を持つサイクルである：

20

1. ML_x 反応；
2. ML_x パージ；
3. AH_Y 反応；
4. AH_Y パージ、その後段階1に戻る。

【0010】

表面での反応と前駆体の除去を間にパージ操作を挟んで交互に繰り返すことで基板の表面を元の反応状態に戻すこの操作は、典型的なALD堆積サイクルである。ALD操作のカギとなる1つの特徴は、基板の表面を元の化学的状態に戻すことである。一群のこの繰り返しステップを利用すると、化学反応の速度、1サイクル当たりの堆積量、組成、厚さがどれも同じである同量の複数の層からなる膜を基板上に形成することができる。

30

【0011】

ALDは、多くのタイプの薄膜電子デバイス（例えば半導体デバイスや補助的な電子素子（抵抗器やキャパシタ、絶縁体、バス線、他の導電性構造など））を形成するための1つの製造ステップとして利用できる。ALDは、電子デバイスのいろいろな素子の薄い金属酸化物層の形成に特に適している。ALDで堆積させることのできる一般的なさまざまなクラスの機能性材料として、導体、誘電体、絶縁体、半導体がある。

【0012】

導電体として、有用なあらゆる導電性材料が可能である。例えば導電体として、透明な材料（インジウム-スズ酸化物（ITO）、ドーピングされた亜鉛酸化物 ZnO 、 SnO_2 、 In_2O_3 ）が挙げられる。導電体の厚さはさまざまであり、特別な例では50～1000nmの範囲が可能である。

40

【0013】

有用な半導体材料の例は、化合物半導体（例えばガリウムヒ素、窒化ガリウム、硫化カドミウム、真性酸化亜鉛、硫化亜鉛）である。

【0014】

誘電材料は、パターンニングされた回路のさまざまな部分を電氣的に絶縁する。誘電層は、絶縁体または絶縁層と呼ぶこともできる。誘電体として有用な材料の特別な例として、ストロンチウム酸塩、タンタル酸塩、チタン酸塩、ジルコン酸塩、アルミニウム酸化物、ケイ素酸化物、タンタル酸化物、ハフニウム酸化物、チタン酸化物、セレン化亜鉛、硫化

50

亜鉛がある。それに加え、例示したこれらのものの合金、組み合わせ、多層が、誘電体として利用可能である。これらの材料のうちでアルミニウム酸化物が好ましい。

【0015】

誘電構造層は、誘電定数の異なる2つ以上の層を含むことができる。このような絶縁体は、この明細書で引用するアメリカ合衆国特許第5,981,970号と、同時係属中のアメリカ合衆国特許出願公開第2006/0214154号で議論されている。誘電材料は、一般に、5eVよりも大きなバンド-ギャップを示す。有用な誘電層の厚さはさまざまであり、特別な例では10~300nmの範囲が可能である。

【0016】

上に説明した機能層を用いて多数のデバイス構造を作ることができる。抵抗器は、中程度~小さい値の導電率を持つ導電性材料を選択することによって製造できる。キャパシタは、2つの導体の間に誘電体を配置することによって製造できる。ダイオードは、キャリアの型が相補的な2つの半導体を2つの導電性電極の間に配置することによって製造できる。キャリアの型が相補的な2つの半導体の間に真性半導体領域を配置することもできる。真性とは、この領域にある自由な電荷キャリアが少ないことを意味する。ダイオードは、2つの導体の間に半導体を1つだけ配置することによっても構成できる。この場合、導体/半導体の界面の一方は、電流が一方向に強く流れるのを妨げるショットキー障壁を発生させる。トランジスタは、導体(ゲート)上に絶縁層を配置した後、半導体層を配置することによって製造できる。2つ以上の追加の導電性電極(ソースとドレイン)を互いに離して頂部の半導体層に接触させて配置すると、トランジスタを形成できる。上記のデバイスのどれも、必要な界面が作り出されるのであれば、さまざまな構成にすることができる。

【0017】

薄膜トランジスタの典型的な用途では、デバイスを通して流れる電流を制御できるスイッチが必要とされている。そのためそのスイッチをオンにしたとき、大きな電流がデバイスを通して流れられることが望ましい。電流の大きさは、半導体の電荷キャリアの移動度と関係する。デバイスをオフにするときには、電流が非常に少ないことが望ましい。これは、電荷キャリア濃度と関係する。さらに、可視光が薄膜トランジスタの応答にほとんど、またはまったく影響しないことが一般に好ましい。そうなるためには、可視光に曝露したときにバンド内の遷移が起こることのないよう、半導体のバンド・ギャップが十分に大きい(3eV超)必要がある。大きな移動度、小さなキャリア濃度、大きなバンド・ギャップを生み出すことのできる材料は、ZnOである。さらに、移動しているウェブの表面に体積の大きなものを製造するには、このプロセスで使用する化学物質が安価で毒性が低いことが非常に望ましい。その条件は、ZnOと、その前駆体の大半を用いることによって満たされる。

【0018】

自己飽和表面反応により、加工の誤差と、流れシステムの制約または表面の形状に関する制約(すなわち堆積されてアスペクト比の大きな三次元構造になること)が原因で輸送が一樣でなくなることに対してALDが比較的鈍感になる。さもないと、表面の一樣性が損なわれる可能性がある。一般に、反応プロセスにおいて化学物質の流束が一樣でないと、表面領域の異なる部分で終了する時間が異なることになる。しかしALDでは、それぞれの反応が基板の表面全体で完了することが可能になる。したがって終了する時間の違いが一樣性に悪影響を及ぼすことはない。そうなるのは、反応が最初に終了することになる領域は反応が自動的に終了するのに対し、他の領域は、完全に処理された表面で予定する反応が進むまで反応を継続できるからである。

【0019】

一般に、ALDプロセスでは単一のALDサイクル(すでに述べたように、1サイクルのステップ数は1~4)において0.1~0.2nmの膜が堆積される。有用かつ経済的に実現できるサイクルの時間は、半導体の多くの用途または大半の用途では3nm~30nmの範囲の一樣な膜厚が得られるように決め、他の用途ではそれよりも厚い膜が得られるように決めねばならな

10

20

30

40

50

い。工業的なスループットの基準によれば、基板は2～3分以内に処理されることが好ましい。これは、ALDサイクルの時間が0.6秒～6秒の範囲でなければならないことを意味する。

【0020】

ALDにより、よく制御された非常に一様な薄膜が堆積される可能性が大きい。しかしALDには固有の技術的可能性と利点があるにもかかわらず、多数の技術的障害が相変わらず残っている。重要な1つの考慮事項は、必要なサイクル数に関係する。反応物質とパーズのサイクルが繰り返されるため、ALDをうまく利用するには、化学物質の流束を ML_x から AH_y へと突然変化させることができるとともに、パーズ・サイクルを素早く実施できる装置が必要とされてきた。従来のALDシステムは、異なるガス状物質を必要な順番で基板の表面に素早くサイクルさせるように設計されている。しかし必要な一連のガス組成物をチェンバーの中に必要な速度で望ましくない何らかの混合が起こらないように導入する信頼できる方法を得るのは難しい。さらに、ALD装置は、多数の基板をコスト効率よく被覆できるようにするため、この順番を迅速に多くのサイクルにわたって効率的かつ信頼性よく実行できねばならない。

10

【0021】

所定の任意の反応温度でALD反応の自動的な終了に到達するのに必要な時間をできるだけ短くするため、1つの方法では、いわゆる“パルス”システムを利用してALD用反応装置の中に流入する化学物質の流束ができるだけ多くなるようにされてきた。ALD用反応装置に入る化学物質の流束を最大にするには、分子前駆体をできるだけ不活性ガスで希釈せずに高圧でALD用反応装置に導入するのが有利である。しかしこうした方法は、サイクルの時間を短くしてその分子前駆体をALD用反応装置から迅速に除去する必要があることに反する。迅速な除去は、ALD用反応装置の中にガスが滞在する時間をできるだけ短くすることを意味する。ガスの滞在時間は、反応装置の体積 V と、反応装置内の圧力 P と、流れの逆数 Q に比例する。すなわち、

20

$$= VP/Q \quad (3)$$

【0022】

典型的なALD用チェンバーでは、体積(V)と圧力(P)は、機械の制約とポンピングの制約によって独立に決まるため、滞在時間を正確に短い時間に制御することは難しい。そこでALD用反応装置内の圧力(P)を低くすると、ガスの滞在時間を短くするのが容易になり、ALD用反応装置から前駆体を除去(パーズ)する速度が大きくなる。逆に、ALD反応時間を最小にするには、ALD用反応装置の中を高圧にすることで前駆体の流束を最大にしてALD用反応装置に流入させる必要がある。それに加え、ガスの滞在時間と化学物質の利用効率の両方とも、流れに逆比例する。したがって流れを少なくすると効率が大きくなる一方で、ガスの滞在時間も長くなる。

30

【0023】

既存のALD法は、化学物質の利用効率を改善しつつ反応時間を短くすることと、パーズ・ガスの滞在時間と化学物質の除去時間をできるだけ短くする必要性の間のトレード・オフの妥協であった。ガス材料の“パルス式”供給に特有の制約を克服する1つの方法は、それぞれの反応ガスを連続的に供給し、基板をそれぞれのガスの中を順番に移動させるというものである。例えばYudovskyに付与された「サイクル式層堆積のためのガス分配システム」という名称のアメリカ合衆国特許第6,821,563号には、真空下での処理用チェンバーとして、前駆体とパーズ・ガスのための独立したガス・ポートを備えていて、各ガス・ポートの間には真空ポンプのポートがあるものが記載されている。各ガス・ポートは、ガス流を鉛直下方に基板へと向かわせる。独立したガス流は壁または仕切りによって分離され、真空ポンプがガスを各ガス流の両側で排気する。各区画の下部は基板の近く(例えば基板の表面から0.5mmまたはそれ以上の位置)まで延びている。このようにすると、区画の下部は、ガス流が下部のまわりを流れて基板の表面と反応した後に真空ポートに向かうのに十分な距離だけ基板の表面から離れる。

40

【0024】

50

回転式装置またはそれ以外の輸送装置を設けて1枚以上の基板ウエハを保持する。この構成では、基板が異なるガス流の下を往復し、それによってALD堆積が実行される。一実施態様では、チェンバーを横断して基板を直線的に移動させる。その場合、基板は多数回往復運動する。

【0025】

連続的なガス流を用いる別の方法が、Suntolaらに付与された「化合物薄膜をあらかじめ成形した状態で成長させる方法」という名称のアメリカ合衆国特許第4,413,022号に示されている。供給ガス用開口部、キャリア・ガス用開口部、真空用開口部が交互になったガス流アレイが設けられている。アレイの上方で基板を往復運動させると、やはりパルス操作の必要なしにALD堆積がなされる。特に図13と図14の実施態様では、固定された供給ガス用開口部アレイの上方を基板を往復運動させることにより、基板の表面と反応性蒸気の間で順番に相互作用が起こる。排出用開口部の間にあるキャリア・ガス用開口部によって拡散障壁が形成される。Suntolaらは、このような実施態様での操作が大気圧でさえ可能であると述べているが、その方法または実施例についてはほとんど、または詳細には示されていない。

【0026】

Yudovskyの'563号特許とSuntolaらの'022号特許に記載されているようなシステムではパルス式ガス法に固有の問題点のいくつかを回避できるが、これらのシステムには別の欠点がある。Yudovskyの'563号特許のガス流供給ユニットも、Suntolaらの'022号特許のガス流アレイも、基板から0.5mmよりも近い位置で使用することはできない。Yudovskyの'563号特許とSuntolaらの'022号特許に開示されているガス流供給装置のどちらも、例えば電子回路、光センサー、ディスプレイを形成するための可撓性基板として使用できる移動するウェブ表面で使用可能な構成にされていない。Yudovskyの'563号特許のガス流供給ユニットとSuntolaらの'022号特許のガス流アレイの両方とも、ガス流と真空の両方を提供するという複雑な構成であるため、これらの解決法を実施するのは難しく、大きなスケールにするのはコストがかかり、サイズが制限された移動する基板への堆積の用途での利用可能性は制限される。さらに、アレイの複数の異なる地点で一様な真空度を維持することも、ガス流と真空を同時に維持することも非常に難しいため、基板の表面に供給されるガス流束の一様性が損なわれる。

【0027】

Selitserのアメリカ合衆国特許出願公開第2005/0084610号には、大気圧での原子層化学蒸着法が開示されている。Selitserは、動作圧力を大気圧に変更すると反応速度が異常に大きくなると述べている。それには、反応物質の濃度が数桁大きくなり、その結果として表面の反応物質の割合が増大することが含まれる。Selitserの実施態様は、プロセスの各段階のための独立したチェンバーが関係するが、アメリカ合衆国特許出願公開第2005/0084610号の図10には、チェンバーの壁が除去された実施態様が表示されている。一連の独立した注入装置が、回転する円形の基板ホルダがたどる経路のまわりに間隔を空けて配置されている。それぞれの注入装置には、独立に動作する反応ガス用マニホールド、パージ・ガス用マニホールド、排出ガス用マニホールドが組み込まれていて制御を行ない、その注入装置は、プロセス中に基板の下を通過するとき、それぞれの基板について単層の堆積と反応ガスのパージを行なう1つの完全なサイクルとして機能する。Selitserは、ガス注入装置またはマニホールドの詳細についてほとんど、またはわずしか記載していないのに、注入装置の間隔の選択は、パージ・ガス流によって隣の注入装置からの汚染が阻止され、排出用マニホールドが各注入装置に組み込まれるようになされると述べている。

【0028】

互いに反応するALDガスを分離するための特に有用な1つの方法は、上に引用したアメリカ合衆国特許出願第11/620,738号のガス・ベアリングALD装置である。この装置の効率は、比較的大きな圧力が堆積ヘッドと基板の間のギャップに発生するため、ガスが、堆積がなされる基板に近い状態で供給領域から排出領域に向かう明確な経路をたどらざるをえなくなることから生じる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0029】

上記のどのシステムでも、ガスを直線的な開口部に沿って拡散させる有効な方法が不可欠である。同様に、排出チャンネルがガスを被覆堆積領域から一様に吸引することが非常に重要である。そのためこれらのどのシステムも、元々は狭い供給ラインを流れるガスを採取し、そのガスをより広い直線状の出口領域から非常に一様に出すことのできる拡散要素を必要とする。また、拡散要素をできるだけ少ない機械部品を用いてコスト効率よく構成することも重要である。

【0030】

本発明の1つの目的は、ALD被覆プロセスにおいて反応ガスを近くに位置させるとき、ガスを比較的正確に供給して供給ヘッドのサイズ全体で一様になるようにすることである。

【0031】

本発明の別の目的は、複数のガスを同時に流しているときにチャンネルが分離された状態を維持しつつ、ガスを拡散させることである。

【0032】

別の目的は、この一様性を得るため、出力チャンネルの広い面積全体に一様な背圧を発生させてガスの流れを拡散させることである。

【0033】

別の目的は、供給ヘッドのための効率的かつ組み立てが簡単な拡散システムを提供することである。

【0034】

別の目的は、内部供給ラインと供給ヘッドの拡散要素の両方を生み出す単一の組み立て法を可能にすることである。

【0035】

別の目的は、連続プロセスで利用でき、これまでの解決法よりもガス流の分離を改善できるALD堆積法とALD装置を提供することである。

【0036】

別の目的は、プロセス実行中の条件や環境に生じる潜在的な擾乱や予想外の出来事に対してより強いALD堆積法とALD装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0037】

本発明により、基板の表面に薄膜材料を堆積させるため、薄膜堆積システムの供給装置の出力面から一連のガス流を同時に基板の表面に向かわせる操作を含んでいて、その一連のガス流が、少なくとも第1の反応性ガス材料と、不活性なパージ・ガスと、第2の反応性ガス材料を含んでいる方法と、そのための装置が提供される。第1の反応性ガス材料は、第2の反応性ガス材料で処理された基板と反応することができる。本発明は特に、基板の表面に薄膜材料を堆積させるための供給ヘッドに関するものであり、この供給ヘッドは、

(a) 第1、第2、第3の反応性ガス材料をそれぞれ受け入れるための第1、第2、第3の入力ポートを少なくとも備える複数の入力ポートと；

(b) 基板からある距離離れていて、第1、第2、第3の入力ポートのそれぞれに付随する第1、第2、第3の複数の実質的に平行な細長い出力開口部を備える出力面と；

(c) 供給チェンバーと誘導チャンネルを互いに接続していて、第1、第2、第3の反応性ガス材料のそれぞれを対応する入力ポートから対応する細長い出力開口部に導くためのネットワークとを備えていて；

この供給ヘッドは、前記第1、第2、第3の反応性ガス材料を出力面にある細長い出力開口部から基板に向けて同時に供給する設計にされており、

隣り合った2枚のプレートによって形成される少なくとも1つのガス拡散チャンネルに複数の実質的に平行な細長い出力開口部のうちの少なくとも1つが付随していて、その隣り合った2枚のプレートのうちの少なくとも一方のプレートが、前記少なくとも1つのガス拡散

10

20

30

40

50

チャンネルの領域内に凹凸パターンを有する。

【 0 0 3 8 】

例えば供給装置は、単一の第1の細長い出力開口部と、単一の第2の細長い出力開口部と、単一の第3の細長い出力開口部とを備えることができるが、以下に説明するように、それぞれが複数個（2個または3個）あることが好ましい。したがって出力面は、基板からある距離離れていて、第1、第2、第3の入力ポートにそれぞれ付随する第1、第2、第3の複数の実質的に平行な細長い出力開口部を備えることが好ましい。ここでは供給ヘッドは、第1、第2、第3のガス材料を出力面内の細長い出力開口部から基板に同時に供給するように設計されている。互いに接続された供給チェンバーと誘導チャンネルのネットワークは、第1、第2、第3のガス材料のそれぞれを、対応する入力ポートから、好ましくは対応する細長い放出チャンネル（あとで説明する）を通じ、対応する細長い出力開口部へと導く。ここでは、供給ヘッドの正面にあるそれぞれの細長い出力開口部には、その細長い出力開口部を含む細長い放出チャンネル、またはその細長い出力開口部の前にある細長い放出チャンネルが付随している。

10

【 0 0 3 9 】

本発明による方法の一実施態様では、第1と第2のガス材料とともに反応性ガスにし、第3のガス材料をパージ・ガス（例えば窒素）にすることができる。一実施態様では、第1、第2、第3の細長い放出チャンネルは、第1のガス材料、第2のガス材料、第3のガス材料をそれぞれ出力面から基板へと中間の拡散要素なしに直接供給できる出力チャンネルにすることができる。別の一実施態様では、それぞれの細長い放出チャンネルは、第1のガス材料、第2のガス材料、第3のガス材料を、供給装置の出力面に出力チャンネルを有するガス拡散要素を別々に通過させた後、処理する基板へと間接的に供給することができる。

20

【 0 0 4 0 】

本発明の別の特徴によれば、基板の表面に薄膜材料を堆積させる方法は、一連のガス流を薄膜堆積システムの供給ヘッドの出力面から基板の表面に同時に向かわせる操作を含んでおり、その一連のガス流は、少なくとも第1の反応性ガス材料と、不活性なパージ・ガスと、第2の反応性ガス材料とを含んでいて、第1の反応性ガス材料は、第2の反応性ガス材料で処理された基板の表面と反応することができ、供給ヘッドは、

（a）少なくとも、第1の反応性ガス材料、第2の反応性ガス材料、不活性なパージ・ガスをそれぞれ受け入れるための第1、第2、第3の入力ポートと；

30

（b）基板の表面の近くにあって複数の細長い出力開口部を有する出力面と；

（c）供給チェンバーと誘導チャンネルを互いに接続していて、第1の反応性ガス材料、第2の反応性ガス材料、第3の反応性ガス材料のそれぞれを対応する入力ポートから対応する細長い出力開口部に導くためのネットワークとを備えていて、

入力ポートのそれぞれは、反応性ガス材料を基板に供給するため、独立に、少なくとも第1、第2、第3の細長い出力開口部のうちの1つに接続され、

隣り合った2枚のプレートによって形成される少なくとも1つのガス拡散チャンネルに複数の細長い出力開口部のうちの少なくとも1つが付随していて、その隣り合った2枚のプレートのうちの少なくとも一方のプレートが、ガス拡散チャンネルの領域内に凹凸パターンを有する。

40

【 0 0 4 1 】

本発明のさらに別の特徴は、より一般に、薄膜材料を基板上に堆積させるための供給ヘッドを組み立てる方法に関するものであり、この方法は、

（a）拡散要素を形成するための凹凸パターンを少なくとも一部に有する一群のプレートを製造し；

（b）そのプレートを互いに順番に付着させ、1つ以上の拡散要素に接続される供給ラインのネットワークを形成する操作を含んでいる。

【 0 0 4 2 】

最後に、本発明のさらに別の特徴は、流れ拡散装置と、対応する方法に関するものであり、その流れ拡散装置は、（a）凹凸パターン部を有する第1のプレートと、（b）第2のプ

50

レートとを備えていて、第1のプレートと第2のプレートが組み立てられて、前記凹凸パターン部によって規定される流れ拡散部を有する細長い出力開口部が形成され、その流れ拡散部は、ガス材料または液体材料の流れを拡散させることができる。ガス材料または液体材料の流れを拡散させる対応するこの方法は、凹凸パターン部を有する第1のプレートと第2のプレートを組み立ててその凹凸パターン部によって規定される流れ拡散部を形成し、ガス材料または液体材料をその流れ拡散部通過させる操作を含んでいて、前記凹凸パターン部が互いに向かい合ったプレートの間であって細長い入力開口部と細長い出力開口部を接続し、ガス材料または液体材料が流れられるようにしている。供給ヘッドは、さまざまな用途のため、複数の第1の細長い放出チャネルおよび/または複数の第2の細長い放出チャネルを備えることが好ましい。しかし最低限、1段階供給ヘッドが、例えば1つだけの金属チャネルおよび/または1つだけの酸化剤チャネルを少なくとも2つのパージ・チャネルと組み合わせて持てることが好ましい。複数の個々の“供給ヘッド・サブ-ユニット”は、互いに接続されているか、薄膜を基板上に堆積させている間に同時に輸送されるか、共通の1つの期間に同じ基板を処理するものであり、別々に構成されていても、堆積後に分離可能であっても、本発明の目的では“供給ヘッド”と見なされる。

【0043】

一実施態様では、開口部を有するプレートは、出力面に実質的に平行に配置されていて、開口部を有するそのプレートのうちの少なくとも1つの開口部が、第1、第2、第3の細長い放出チャネルを形成する。別の一実施態様では、開口部を有するプレートは、出力面に対して実質的に垂直に配置される。

【0044】

一実施態様では、1つ以上のガス流が、少なくとも基板の表面を供給装置の面から分離するのに寄与する圧力を供給する。

【0045】

別の一実施態様では、システムが、供給ヘッドと基板を相対的に往復運動させる。好ましい一実施態様では、システムは、薄膜を堆積させる基板を連続運動させて動作させることができる。このシステムは、実質的に大気圧である周囲環境に開かれた密封されていない環境の中で支持体をウェブの上に載せて、またはウェブとして運び、供給ヘッドの位置を通過させることができる。

【発明の効果】

【0046】

本発明の1つの利点は、基板上に原子層を堆積させるためのコンパクトな装置として、異なる多くのタイプの基板と堆積環境によく適合したものを提供できることである。

【0047】

本発明の別の利点は、好ましい実施態様では大気圧条件下で動作させるのが可能であることである。

【0048】

本発明のさらに別の利点は、ウェブその他の移動している基板への堆積に適合させるのが可能であることである。その中には、大面積の基板への堆積が含まれる。

【0049】

本発明のさらに別の利点は、大気圧での低温プロセスで利用できることである。このプロセスは、周囲の大気が開かれている密封されていない環境で実施できる。

【0050】

当業者にとって、本発明のこれらの目的、特徴、利点、ならびに他の目的、特徴、利点は、図面を参照した以下の詳細な説明を読めば明らかであろう。図面には、本発明の代表的な実施態様が示されている。

【0051】

この明細書は、特に本発明の主題を指摘していて明確に権利を主張する請求項を結論とするが、本発明は、添付の図面を参照した以下の説明からよりよく理解されよう。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 2 】

【図 1 A】マイクロ-チャンネル式拡散要素を形成する凹凸パターンを含むプレート組立体の概略図が示されている。

【図 1 B】マイクロ-チャンネル式拡散要素を形成する凹凸パターンを含むプレート組立体の概略図が示されている。

【図 1 C】マイクロ-チャンネル式拡散要素を形成する凹凸パターンを含むプレート組立体の概略図が示されている。

【図 1 D】マイクロ-チャンネル式拡散要素を形成する凹凸パターンを含むプレート組立体の概略図が示されている。

【図 2】拡散要素の凹凸パターンのいくつかの例と、可変凹凸パターンの可能性を示してある。 10

【図 3】本発明による原子層堆積のための供給装置の一実施態様の側方断面図である。

【図 4】供給装置の一実施態様の側方断面図であり、薄膜が堆積される基板に供給されるガス材料の配置の一例を示している。

【図 5 A】供給装置の一実施態様の側方断面図であり、付随する堆積操作の概略が示されている。

【図 5 B】供給装置の一実施態様の側方断面図であり、付随する堆積操作の概略が示されている。

【図 6】一実施態様による堆積システムの供給装置を斜めから見た分解図であり、オプションの拡散ユニットが含まれている。 20

【図 7 A】図6の供給装置のための接続プレートの斜視図である。

【図 7 B】図6の供給装置のためのガス・チェンバー用プレートの平面図である。

【図 7 C】図6の供給装置のためのガス誘導プレートの平面図である。

【図 7 D】図6の供給装置のためのベース・プレートの平面図である。

【図 8】単一の材料片から加工された供給装置の一実施態様の供給部の斜視図であり、この供給装置には本発明の拡散要素を直接取り付けることができよう。

【図 9】一実施態様における供給装置の2プレート式拡散組立体を示す斜視図である。

【図 1 0 A】水平プレート式拡散組立体の一実施態様の2枚あるプレートの一の方の平面図である。

【図 1 0 B】水平プレート式拡散組立体の一実施態様の2枚あるプレートの一の方の断面の斜視図である。 30

【図 1 1 A】図9に関して水平プレート式拡散組立体の他方のプレートの平面図である。

【図 1 1 B】図9に関して水平プレート式拡散組立体の他方のプレートの断面の斜視図である。

【図 1 2 A】組み立てられた2プレート式拡散組立体の断面図である。

【図 1 2 B】組み立てられた2プレート式拡散組立体の拡大断面図である。

【図 1 3】一実施態様による堆積システムの供給装置の分解斜視図であり、得られる出力面に対して垂直なプレートが用いられている。

【図 1 4】プレートが垂直な方向を向いた設計で用いるための、凹凸パターンを含まないスペーサ・プレートの平面図である。 40

【図 1 5 A】プレートが垂直な方向を向いた設計で用いるための、凹凸パターンを含む供給プレートの平面図である。

【図 1 5 B】プレートが垂直な方向を向いた設計で用いるための、凹凸パターンを含む供給プレートの斜視図である。

【図 1 5 C】プレートが垂直な方向を向いた設計で用いるための、凹凸パターンを含む供給プレートの断面の斜視図である。

【図 1 6 A】プレートが垂直な方向を向いた設計で用いるための、粗い凹凸パターンを含む供給プレートの平面図である。

【図 1 6 B】プレートが垂直な方向を向いた設計で用いるための、粗い凹凸パターンを含む供給プレートの斜視図である。 50

【図16C】プレートが垂直な方向を向いた設計で用いるための、粗い凹凸パターンを含む供給プレートの断面の斜視図である。

【図17A】拡散装置から出ていくガスが基板に直接ぶつからないようにする偏向板を備える密封用プレートを有する凹凸含有プレートを示している。

【図17B】拡散装置から出ていくガスが基板に直接ぶつからないようにする偏向板を備える密封用プレートを有する凹凸含有プレートを示している。

【図18】本発明の供給装置を組み立てる方法の流れ図である。

【発明を実施するための形態】

【0053】

この説明は、特に、流体材料を基板に供給する本発明の装置の一部を形成するか、その装置と協働する拡散要素に関する。特に示したり説明したりしない要素は、当業者によく知られているさまざまな形態を取りうるものと理解されたい。

【0054】

より詳細には、本発明は、供給チャネルからガス流を拡散させ、より長い線形領域全体に一樣に出ていくようにする手段に関する。この方法は広い範囲の技術に適用できるが、重要な1つの用途は、空間依存性のあるALDの分野である。

【0055】

ガス流をうまく拡散させるため、直線的な領域の全体に一樣な流れの背圧を供給する要素を考案する必要がある。流れを制限するため、流れが利用できる開放断面が非常に狭いチャネルを作る必要がある。適切な背圧を供給するため、流れにとっての開放断面は、10 0,000 μm^2 未満、好ましくは10,000 μm^2 未満の開口部を持たねばならない。

【0056】

図1Aを参照すると、2枚の完全に平坦なプレート200が互いに組み立てられると、これらのプレートは互いに気密状態になり、組み立てられたプレート・ユニット215を形成することがわかる。ガスを図面に垂直な方向に流すことを試みたとすると、この組み立てられたプレート・ユニット215はガスを通過させないであろう。

【0057】

あるいはプレートの一方または両方に高さの小さな変化または微視的な変化がある領域を備えることができる。最大の高さは、プレートの主要面の高さ、すなわち元の高さと揃っている。高さの変化がある領域を凹凸パターンと呼ぶことができる。凹凸パターンを有するプレートをを用いてプレート組立体を作ると、マイクロチャネルが形成されて流れが制限される。

【0058】

例えば図1Bでは、1枚の平坦なプレート200を、表面の一部に凹凸パターンを有するプレート220と組み合わせることができる。これら2枚のプレートを組み合わせて組み立てられたプレート・ユニット225を形成すると、これらのプレートが接触することによって制限用開口部が形成される。図1Cと図1Dは、それぞれ、凹凸パターンを有する2枚のプレート220が、または2枚のプレート200と両面に凹凸パターンを有する1枚のプレート230が組み合わせられ、さまざまな拡散パターン（例えば組み立てられたプレート・ユニット235と245）が作り出されることを示している。

【0059】

凹凸パターンは、組み立てられたときに流れを望むように制限する任意の構造が可能である。一例は、プレートの選択された領域を単に粗くすることであろう。このような領域は、方向性なしに粗くする方法（例えば、粗い仕上げになるよう設計された紙やすりがけ、サンドブラスト、エッチング）によって作り出すことができる。

【0060】

あるいはマイクロ-チャネルの領域は、明確な凹凸またはあらかじめ決められた凹凸を作り出す方法によって作ることができる。そのような方法には、エンボス加工またはスタンピングによってパターンニングする方法が含まれる。好ましい1つのパターンニング法は、フォトレジスト・パターンを付着させることのできる部分をフォトエッチングした後、フ

10

20

30

40

50

ォトレジストが存在していない領域で金属をエッチングする操作を含んでいる。この方法を単一の部分で数回実施し、深さが異なるパターンを作るとともに、その部分をより広い金属シートから目立たせることができる。

【 0 0 6 1 】

その部分は、基板上に材料を堆積させて作ることもできる。そのような場合には、最初の平坦な基板を適切な任意の材料から製造することができる。次に、材料をパターンニングされた状態で堆積させることにより、あるパターンをこのプレートの表面に作り出す。材料の堆積は光学的パターンニングを利用して行なうことができる。例えば光感受性材料（例えばフォトレジスト）の一樣な被覆を付着させた後、光に基づく方法を利用してその材料をパターンニングし、現像する。付着型印刷法（例えばインクジェット印刷、グラビア印刷、スクリーン印刷）によって凹凸のための材料も付着させることができる。

10

【 0 0 6 2 】

その部分は直接成形することもできる。この方法はポリマー材料に特に適しており、望むプレートの鋳型を作った後、ポリマー成形に関してよく知られている任意の方法を利用してその部分を作り出す。

【 0 0 6 3 】

本発明のプレートは、実質的に平坦な構造であって厚さの変化が0.001インチ~0.5インチであり、プレートの片面または両面に凹凸パターンが存在することを特徴とする。

【 0 0 6 4 】

典型的なプレートの構造を図2に斜視図で示してある。この図には、軸の方向も示してある。金属プレートの表面には、z方向に沿って最も高い領域250がある。ガスが拡散装置から出ていくケースでは、ガスは、比較的深い凹部255に何らかの方法で到着する。ガスは、凹部255によってx軸方向に沿って横に流れることが可能になり、その後、y方向の拡散領域260を通過する。例示を目的として、いくつかの異なるパターンを拡散領域260に示してある。その中には、円筒形の柱265、正方形の柱270、任意の形状の柱275が含まれる。柱265、270、275のz方向に沿った高さは、一般に、その柱の上面がプレートの表面250の比較的平坦な領域と同じ高さでなければならない。そのため平坦なプレートを図2のプレートと重ねたとき、柱構造の上面と接触するため、ガスは、柱構造の間に残された領域だけを通らざるをえなくなる。柱265、270、275のパターンは例示であり、必要な背圧を提供する適切な任意のパターンを選択できる。

20

30

【 0 0 6 5 】

図2は、単一のプレート構造の表面にあるいくつかの異なる拡散部のパターンを示している。単一の拡散チャネルの表面にいくつかの異なる構造があって特別なガス出力パターンを生み出すことが望ましかろう。あるいは望む一樣な流れが発生するのであれば、単一のパターンしかないことも望ましかろう。さらに、凹凸のサイズまたは密度が拡散組立体内のどの位置にあるかによって異なる単一のパターンを用いてもよい。

【 0 0 6 6 】

以下の説明では、“ガス”または“ガス材料”という用語は広い意味で使用され、気化した原子、化合物、材料、またはガス状の原子、化合物、材料の任意のものを含む。この明細書で用いる他の用語、例えば反応物質、前駆体、真空、不活性ガスなどはどれも、材料堆積の当業者によく理解されている従来の意味を持つ。提示した図面は実際の縮尺通りになっていないが、それは、本発明のいくつかの実施態様の全体的な機能と構造的配置を示すためである。

40

【 0 0 6 7 】

以下の説明では、重ね合わせは、従来と同じように、1つの要素の部分が別の要素の対応する部分と揃い、輪郭が一般に一致するようにして要素が互いに上下に、または接して配置されていることを意味する。

【 0 0 6 8 】

“上流”と“下流”という用語は、ガス流の方向に関する従来と同じ意味を持つ。

【 0 0 6 9 】

50

本発明を特に適用できるのは、ガス材料を基板の表面に供給するための改良された分配装置を利用して、より広くウェブをベースとした基板に堆積させることができ、改善されたスループット速度で非常に一様な薄膜の堆積を実現できるALDの1つの形態に対してである。本発明の装置と方法では、ガス材料の分配が（パルス式ではなく）連続的になされる。本発明の装置により、大気圧またはその近傍と真空下で動作させることが可能になり、しかも気密にされていない環境、すなわち大気を開かれた環境で動作させることができる。

【0070】

図3を参照すると、本発明に従って基板20の表面に原子層を堆積させるための供給ヘッド10の一実施態様の側方断面図が示されている。供給ヘッド10は、第1のガス材料を受け入れるために導入管14に接続されたガス入力ポートと、第2のガス材料を受け入れるために導入管16に接続されたガス入力ポートと、第3のガス材料を受け入れるために導入管18に接続されたガス入力ポートを備えている。これらのガスは、複数の出力チャネル12を通じて出力面36から出ていく。その構造的配置を以下に説明する。図3と図4～図5Bの点線矢印は、供給ヘッド10から基板20へのガスの供給を示す。図3では、点線矢印Xで排出ガスの経路（この図では上向きで示してある）と、導管24に接続された排出ポートに通じる排出チャネル22も示してある。説明を簡単にするため、排出ガスは図4～図5Bには示していない。排出ガスは反応しなかった前駆体の一部をまだ含んでいる可能性があるため、1つの反応物質を優勢に含む排出流が、別の反応物質を優勢に含む排出流と混合できるようにするのは望ましくなからう。そのため供給ヘッド10は、いくつかの独立な排出ポートを備えることができるものとする。

【0071】

一実施態様では、ガス導入管14と16は、基板の表面で順番に反応してALD堆積を実現する第1のガスと第2のガスを受け入れることができる。ガス導入管18は、第1のガスと第2のガスに対して不活性なパージ・ガスを受け入れる。供給ヘッド10は基板20から距離Dだけ離れている。基板20は基板支持体の上に置くことができる。これについてはあとでより詳細に説明する。基板20と供給ヘッド10は相対運動させることができる。そのためには、基板20を運動させるか、供給ヘッド10を運動させるか、基板20と供給ヘッド10の両方を運動させる。図3に示した特別な実施態様では、基板20は、基板支持体96によって出力面36を横断して往復運動する。それを、図3では、矢印Aと、基板20の左右の点線で示してある。供給ヘッド10を用いて薄膜を堆積させるのに往復運動は必ずしも必要でないことに注意されたい。基板20と供給ヘッド10の間の他のタイプの相対運動も可能であろう。例えば基板20または供給ヘッド10を1つ以上の方向に移動させることができよう。これについてはあとでより詳細に説明する。

【0072】

図4の断面図は、供給ヘッド10の出力面36の一部全体に放出されるガス流を示している（すでに指摘したように、排出路は省略してある）。この特別な構成では、それぞれの出力チャネル12には、図3に示したガス導入路14、16、18のうちの1つからのガスが流れる。それぞれの出力チャネル12は、一般に、第1の反応性ガス材料O、または第2の反応性ガス材料M、または第3の反応性ガス材料Iを供給する。

【0073】

図4は、ガスの比較的基本的な配置、または単純な配置を示している。（材料Oなどの）非金属堆積前駆体からなる複数の流れ、または（材料Mなどの）金属含有前駆体材料からなる複数の流れを1回だけの薄膜堆積操作においてさまざまなポートで順番に供給することができる。あるいは複雑な薄膜材料を作るとき（例えば金属層が交互になっているときや、金属酸化物材料の中に混合されるドーパントがより少なくなっていくとき）には、反応性ガスの混合物（例えば金属前駆体材料の混合物、または金属前駆体と非金属前駆体の混合物）を単一の出力チャネルに適用することができる。反応物質用チャネルの間に挟まれる不活性ガス（パージ・ガスとも呼ぶ）のためのIで表示した流れが、ガスが互いに反応する可能性の大きいすべての反応物質用チャネルを分離していることが重要である。第

1と第2の反応性ガス材料OとMは互いに反応してALD堆積を実現するが、どちらの反応性ガス材料O、Mも不活性なガス材料Iとは反応しない。図4以下で用いる名称は、典型的ないくつかのタイプの反応性ガスを示している。例えば第1の反応性ガス材料Oを酸化性ガス材料にし、第2の反応性ガス材料Mを金属含有化合物（例えば亜鉛を含む材料）にすることができよう。不活性なガス材料Iは、窒素、アルゴン、ヘリウムや、ALDシステムでパージ・ガスとして一般に使用される他のガスにすることができよう。不活性なガス材料Iは、第1の反応性ガス材料Oと第2の反応性ガス材料Mに対して不活性である。一実施態様では、第1の反応性ガス材料と第2の反応性ガス材料の間の反応により、半導体で用いられる金属酸化物または他の二化合物（亜鉛酸化物 ZnO 、または ZnS ）が形成されよう。3種類以上の反応性ガス材料の間の反応により、三元化合物（例えば $ZnAlO$ ）を形成することができよう。

10

【0074】

図5Aと図5Bの断面図は、反応性ガス材料OとMを供給するときに基板20が供給ヘッド10の出力面36に沿って移動しながら実施されるALD被覆操作を単純化して示している。図5Aでは、基板20の表面は、最初に、出力チャンネル12から連続的に放出される酸化性材料を受け取る（第1の反応性ガス材料Oが供給されることが図示されている）。基板の表面は今や、材料Mと反応しやすい材料Oが一部反応した形態のものを含んでいる。次に、基板20が第2の反応性ガス材料Mからなる金属化合物の経路を通過するにつれて材料Mとの反応が起こり、これら2種類の反応性ガス材料から形成できる金属酸化物、または他の何らかの薄膜材料が形成される。従来の解決法とは異なり、図5Aと図5Bに示した堆積シーケンスは、所定の基板またはその特定の領域に関して堆積中を通じてパルス式ではなく連続である。すなわち材料OとMは、基板20が供給ヘッド10の表面を通過するとき、またはそれとは逆に供給ヘッド10が基板20の表面に沿って通過するとき、連続的に放出される。

20

【0075】

図5Aと図5Bからわかるように、不活性なガス材料Iは、第1の反応性ガス材料Oの流れと第2の反応性ガス材料Mの流れの間に位置する出力チャンネル12に供給される。図3に示してあるように、排出チャンネル22が存在していることに注意されたい。供給ヘッド10から放出されてプロセス中に使用された消費されたガスを排気するには、少量の吸引流を供給する排出チャンネル22だけが必要とされる。

【0076】

30

一実施態様では、譲受人に譲渡された上記の同時係属中のアメリカ合衆国特許出願第11/620,744号により詳しく説明されているように、基板20に対してガス圧を供給し、及ぼすその圧力を少なくとも一部の原因として分離距離Dを維持する。出力面36と基板20の表面の間にわずかなガス圧を維持することにより、本発明の装置は、供給ヘッド10そのものまたは基板20のための空気ベアリング、より適切にはガス流体ベアリングの少なくとも一部を提供することができる。この構成により、供給ヘッド10の移動に必要なものが単純になる。これについてはあとで説明する。供給ヘッドを基板に近づけてガス圧で支えられるという効果により、ガス流同士を分離しやすくなる。供給ヘッドをこれら流れの中に浮かべることができるため、圧力場が反応性ガス流とパージ・ガス流の領域に形成され、ガスは、他のガス流とほとんど、またはまったく混合することなく、入口から出口に向かう。このような一実施態様では、分離距離Dが比較的小さいため、距離Dをわずかに変化させるにも（例えば100ミクロンでさえ）、流速を、したがって分離距離Dを与えるガス圧を大きく変化させる必要があろう。例えば一実施態様では、分離距離Dを二倍にするには（1mm未満の変化が関係する）、分離距離Dを与えるガスの流速を2倍よりも大きくする必要、好ましくは4倍よりも大きくする必要があろう。

40

【0077】

本発明は浮動ヘッド・システムを必要としないが、供給ヘッドと基板の間隔は、従来のシステムと同様に固定された距離Dにできる。例えば供給ヘッドと基板を互いを分離する距離の位置で機械的に固定することができる。その場合、供給ヘッドは、流速の変化に回答して基板に対して鉛直方向に移動することはできず、基板は、鉛直方向に関して固定さ

50

れた基板支持体上にある。

【 0 0 7 8 】

本発明の一実施態様では、供給ヘッドは、基板の表面に薄膜材料を堆積させるためのガス材料を供給する出力面を持つとともに、

(a) 共通に供給される第1、第2、第3のガス材料のそれぞれを受け入れることのできる第1、第2、第3の入力ポートを少なくとも備える複数の入力ポートと；

(b) 第1の複数の細長い放出チャネルと、第2の複数の細長い放出チャネルと、第3の複数の細長い放出チャネルとを備えていて、その第1、第2、第3の細長い放出チャネルのそれぞれには、対応する第1、第2、第3の入力ポートのうちの1つからのガス流体を通すことができ；

第1、第2、第3の複数の細長い放出チャネルのそれぞれは長さ方向に延びていて実質的に平行であり；

それぞれの第1の細長い放出チャネルは、長手方向の両側が最も近い第2の細長い放出チャネルから第3の細長い放出チャネルの分だけ離れており；

それぞれの第1の細長い放出チャネルとそれぞれの第2の細長い放出チャネルは、第3の細長い放出チャネルの間に位置し；

第1、第2、第3の複数の細長い放出チャネルのうちの少なくとも1つの複数の細長い放出チャネルに含まれるそれぞれの細長い放出チャネルは、第1、第2、第3のガス材料のうちの少なくとも1つの流れをそれぞれ供給ヘッドの出力面に対して実質的に直角な方向を向けることができ、そのガス材料の流れは、少なくとも1つの複数の細長い放出チャネルに含まれるそれぞれの細長い放出チャネルから、直接または間接に、基板の表面に対して実質的に垂直に供給することができ；供給ヘッドは、出力面に対して実質的に平行に配置された、開口部を有する複数のプレートの形態に形成されていて、そのプレートが積み重ねられて相互接続された供給チェンバーと誘導チャネルのネットワークを規定することで、第1、第2、第3の入力ポートそれぞれからの対応するガス材料を、対応する複数の細長い放出チャネルをたどらせる。

【 0 0 7 9 】

図6の分解図は、このような一実施態様における組立体全体の一部に関し、開口部を有する一群のプレートから供給ヘッド10をいかにして構成できるかと、ガスの1つのほんの一部に関してガス流の経路の一例を示している。供給ヘッド10のための接続プレート100は、供給ヘッド10の上流にあるガス供給源（図6には図示せず）に接続される一群の入力ポート104を備えている。それぞれの入力ポート104は、受け取ったガスを下流のガス・チェンバー用プレート110に向かわせる誘導チェンバー102に通じている。ガス・チェンバー用プレート110は、ガス誘導プレート120に存在する個々の誘導チャネル122にガス流が通じている供給チェンバー112を有する。ガス流は、誘導チャネル122から、ベース・プレート130に存在する特定の細長い排出チャネル134へと進む。ガス拡散ユニット140が入力ガスを拡散させて最終的に出力面36に供給する。拡散システムは、上記の浮動ヘッド・システムにとって特に有利である。なぜなら供給ヘッドの内部に背圧を供給してヘッドの浮動を容易にできるからである。ガス流の一例F1が、供給ヘッド10の部品組立体の各部品を通過する。

【 0 0 8 0 】

図6の実施例に示してあるように、供給ヘッド10の供給組立体150は、開口部を有する複数のプレート、すなわち接続プレート100、ガス・チェンバー用プレート120、ベース・プレート130が積み重ねられた構成として形成されている。この“水平な”実施態様では、これらのプレートは出力面36に実質的に平行に配置されている。

【 0 0 8 1 】

本発明のガス拡散ユニット140は、あとで説明するように、開口部を有するプレートを積み重ねて形成される。図6に示したプレートそのものはどれも、積み重ねられたプレートからなる積層体から製造できることがわかるであろう。例えば互いに組み合わせるのに適した開口部を有するプレートを4枚または5枚積層させることによって接続プレート100

を形成することが望ましかろう。このタイプの構成は、誘導チェンバー102と入力ポート104を形成するための加工法または成形法よりも複雑にはならないようにできる。

【0082】

図7A～図7Dは、それぞれ、互いに組み合わせて図6の実施態様の供給ヘッド10を形成できる主要な部品を示している。図7Aは接続プレート100の斜視図であり、多数の誘導チェンバー102と入力ポート104が示されている。図7Bは、ガス・チェンバー用プレート110の平面図である。一実施態様の供給ヘッド10では、供給チェンバー113が、パージ・ガスまたは不活性ガスのために使用される（安定状態の動作中に同じ分子種同士を分子ベースで混合する操作が含まれる）。一実施態様では、供給チェンバーで前駆体ガス（O）が混合され、排出チェンバー116がこの反応性ガスの排出路を提供する。同様に、供給チェンバー112が他の必要な反応性ガスである第2の反応性ガス材料（M）を供給し、排出チェンバー114がこのガスの排出路を提供する。

10

【0083】

図7Cは、この実施態様の供給ヘッド10のためのガス誘導プレート120の平面図である。第2の反応性ガス材料（M）を供給する多数の誘導チャンネル122が、適切な供給チェンバー112（この図には図示せず）をベース・プレート130と接続するパターンに配置されている。対応する排出誘導チャンネル123が誘導チャンネル122の近くに位置している。誘導チャンネル90が第1の反応性ガス材料（O）を供給する。誘導チャンネル92がパージ・ガス（I）を供給する。ここでも、図6と図7A～図7Dは代表的な一実施態様を示しているものであり、他の多くの実施態様も可能であることを強調しておく必要がある。

20

【0084】

図6の実施態様の供給ヘッドの要素は重ねられたいくつかのプレートで構成されていて、本発明の拡散装置にガスを正確な位置で供給するのに必要なガス流路を実現している。この方法が有用なのは、開口部を有するプレートを単純に積み重ねて非常に複雑な経路を作り出せるからである。あるいは単一の材料ブロックを加工する現在の加工法または迅速なプロトタイプ作製法を利用し、本発明の拡散装置とのインターフェイスとなる十分な内部経路が含まれるようにすることが可能である。例えば図8は、加工された単一のブロック300の一実施態様を示している。このブロックでは、ブロックを貫通する穴を開けることによって供給ライン305が形成される。これらのラインは、図示してあるように両端から出ていくこと、または一端にキャップを被せたり封止したりすることができる。動作中は、これらチャンネルは、両端から供給すること、または全体システムに取り付けられたあとに続くブロックに通じる供給路として機能することができる。これらの供給ラインからは小さなチャンネル310が拡散プレート組立体140へと延び、細長い出力面開口部へと通じるさまざまなチャンネルに供給がなされる。

30

【0085】

図9～図12Bは、水平に配置された本発明のガス拡散プレート組立体140の構成を詳細に示している。拡散プレート組立体140は、図9の斜めから見た分解図に示してあるように、2枚のプレート315と320で構成されることが好ましい。この組立体の上部プレート315を図10A（平面図）と図10B（斜視図）により詳細に示してある。斜視図は、点線10B-10Bでの断面を採用してある。拡散パターン325の領域が示されている。この組立体の下部プレート320を図11A（平面図）と図11B（斜視図）により詳細に示してある。斜視図は、点線11B-11Bでの断面を採用してある。

40

【0086】

これらのプレートを組み合わせる操作を図12Aと図12Bに示してあり、組み立てられた構造と、1つのチャンネルの拡大図がそれぞれ示されている。組み立てられたプレート構造では、供給されるガス330がプレートに入り、今やプレート315とプレート320が組み立てられているために細かいチャンネルで構成されている拡散領域325を強制的に通過させられる。拡散されたガス335は、この拡散装置を通過した後、出力面へと出ていく。

【0087】

図6に戻ると、接続プレート100、ガス・チェンバー用プレート110、ガス誘導プレート1

50

20、ベース・プレート130として示した諸要素の組み合わせをまとめて供給組立体150にすることができる。供給組立体150として別の実施態様も可能である。その中には、図6の座標を利用して開口部を有するプレートを水平ではなく鉛直にしたもので形成した実施態様が含まれる。

【0088】

図13を参照すると、そのような別の実施態様を上から見た（すなわちガス放出側から見た）図が示されている。このような別の構成は、開口部を有する積み重ねられたプレートが供給ヘッドの出力面に対して垂直に配置されたものを利用した供給組立体で使用できる。

【0089】

拡散領域のない典型的なプレートの輪郭365を図14に示してある。一連のプレートを積み重ねたとき、供給穴360が供給チャネルを形成する。

【0090】

図13に戻ると、オプションの2枚の端部プレート350が、この構造の両端に位置している。例示したこの構造の個々の要素は以下のものである。

プレート370：供給ライン#2を拡散装置を介して出力面に接続する；

プレート375：供給ライン#5を拡散装置を介して出力面に接続する；

プレート380：供給ライン#4を拡散装置を介して出力面に接続する；

プレート385：供給ライン#10を拡散装置を介して出力面に接続する；

プレート390：供給ライン#7を拡散装置を介して出力面に接続する；

プレート395：供給ライン#8を拡散装置を介して出力面に接続する。

【0091】

プレートのタイプと並べる順番を変更することで、入力チャネルから出力面の位置までのあらゆる組み合わせと順番を実現できることがわかるであろう。

【0092】

図13の特別な実施態様では、プレートは、一方の面にだけエッチングされたパターンを持ち、その裏側（見えない）は、供給ラインのために必要な穴と組み立てまたは締め付けに必要な穴（ネジ穴、揃えるための穴）を除いて滑らかである。並んでいる任意の2枚のプレートを考えると、z方向で次に来るプレートの裏側が、前のプレートと接する平坦な密封用プレートとして機能し、z方向で前のほうを向いている面は、出力面にある次の細長い開口部のためのチャネルおよび拡散装置として機能する。

【0093】

あるいは両面にエッチングされたパターンを有するプレートを用意した後、それらのプレートの間に平坦なスペーサ・プレートを用いて気密機構を提供することができる。

【0094】

図15A～図15Cは、鉛直なプレート組立体で用いられる典型的なプレートの詳細な図である。ここではそのプレートは、8番目の供給穴を出力面拡散領域に接続するプレートである。図15Aは平面図であり、図15Bは斜視図であり、図15Cは、図15Bの点線15C-15Cで切断した断面の斜視図である。

【0095】

図15Cでは、プレートの拡大図に、指定した供給ライン360からガスを取り込み、そのガスを拡散領域410へと供給する供給チャネル405が示されている。拡散領域410は、例えばすでに図2で説明した凹凸パターン（図示せず）を有する。

【0096】

拡散チャネルを有する別のタイプのプレートを図16A～図16Cに示してある。この実施態様では、プレートは、離散した拡散パターンを介して5番目の供給チャネルを出力領域に接続している。離散した拡散パターンは、離散した凹部430を有する主に突起した領域420で構成されて凹凸パターンを形成しており、ガスは、この凹凸パターンを通して組み立てられた構造の中に入ることができる。この場合には、このプレートが組み立てられた別の平坦なプレートと向き合うと突起した領域420が流れを阻止するため、ガスは離散した凹

10

20

30

40

50

部の間を流れねばならない。その凹部は、拡散チャネルの個々の入口領域が互いに接続されることがないようにしてパターンニングされている。別の実施態様では、図2に示したような拡散チャネル260の中に、流路の実質的に連続なネットワークが形成される。その図2では、柱その他の突起またはミクロな阻止領域が、ガス材料の通過を可能にしているマイクロチャネルを分離している。

【0097】

本発明の拡散装置が適用されるALD蒸着装置は出力面に隣り合った複数の細長い開口部を必要としていて、そのうちのいくつかはガスを出力面に供給するのに対し、それ以外はガスを吸引する。本発明の拡散装置はいつでも両方向に機能することができる。違いは、ガスが強制的に出力面に向かうか、そこから吸引されるかである。

10

【0098】

拡散チャネルの出力は、目で見えて出力面の平面と接触しているようにできる。あるいは凹凸パターンを有するプレートに密封用プレートを接触させて作り出した拡散装置から出るガスをさらに拡散させねばならない可能性がある。図17Aと図17Bは、凹凸パターン含有プレート450が、拡散領域465から出るガスを偏向させた後に出力面36に到達させる特別な突起460を有する密封用プレート455と接触する設計を示している。

【0099】

図13に戻ると、組立体にはプレートが任意の順番で示されている。簡単にするため、開口部を有するそれぞれのタイプのプレートを文字で示すことができる。すなわちパージ・プレートP、反応物質プレートR、排出プレートEにする。典型的なALD堆積に関して2種類の反応性ガスと必要なパージ・ガスを供給するための最小の供給組立体と排出チャネルは、すべて略号を用いると以下のように表わせるであろう。

20

P-E1-R1-E1-P-E2-R2-E2-P-E1-R1-E1-P-E2-R2-E2-P-E1-R1-E1-P

ただしR1とR2は、使用する2種類の異なる反応性ガスに関して向きの異なる反応物質プレートを表わし、E1とE2は、それに対応して向きが異なる排出プレートを表わす。

【0100】

ここで図3に戻ると、細長い排出チャネル154は、従来の意味の真空ポートである必要はなく、単に対応する出力チャネル12からの流れが吸引されるようになっていけばよい。するとそのチャネル内で流れのパターンを一様にするのが容易になる。隣の細長い放出チャネルでのガス圧を逆転させた値にしたものよりわずかに小さい負の吸引にすると、秩序立った流れにするのが容易になる。負の吸引は、例えば供給源での吸引圧を0.2~1.0気圧にして動作させることができる。それに対して典型的な真空は、例えば0.1気圧よりも小さい。

30

【0101】

供給ヘッド10によって提供される流れパターンを用いると、パルス式のガスが個別に蒸着チェンバーに向かうというすでに発明の背景の項で指摘したような従来法と比べて多数の利点が得られる。堆積装置の可動性が改善され、本発明の装置は、基板のサイズが堆積ヘッドのサイズよりも大きい大体積の堆積の用途に適している。流れの力学も以前の方法より改善される。

【0102】

40

流れの配置を本発明で利用されるようにすると、図3に示したように、供給ヘッド10と基板20の間の距離Dを非常に小さくすることができる。この距離は1mm未満であることが好ましい。出力面36を基板の表面から1ミル（約0.025mm）以内と非常に接近させて配置することができる。比較すると、Yudovskyに付与されたアメリカ合衆国特許第6,821,563号に記載されているような以前の方法は、基板の表面までの距離が0.5mm以上に制限されていたのに対し、本発明の実施態様は、0.5mm未満（例えば0.450mm未満）で実施することができる。実際、本発明では供給ヘッド10を基板の表面により近く配置することが好ましい。特に好ましい一実施態様では、基板の表面からの距離Dを0.20mm以下に、好ましくは100 μ m未満にできる。

【0103】

50

一実施態様では、浮動システムを利用して本発明の供給ヘッド10の出力面36と基板の表面20の間を適切な分離距離D（図3）に維持することができる。

【0104】

1つ以上の出力チャネル12から放出されるガスの圧力が力を発生させる。この力が有用なクッションまたは“空気”ベアリング（ガス流体ベアリング）の効果を供給ヘッド10に提供するには、基板と密に接触させることのできる出力面36に沿って十分な着陸領域、すなわち堅固な表面領域が存在せねばならない。着陸領域の割合は、出力面36のうちでガス圧を下に形成することのできる堅固な領域の相対量に対応する。最も簡単に表現すると、着陸面積は、出力面36の全面積から出力チャネル12と排出チャネル22の全表面積を差し引いた値として計算できる。これは、幅w1の出力チャネル12または幅w2の排出チャネル22のガス流の面積を除く全表面積をできるだけ大きくせねばならないことを意味する。一実施態様では、95%という着陸面積が提供される。別の実施態様では、より小さな着陸面積の値、例えば85%または75%を使用できる。ガスの流速を調節して分離力またはクッション力を変化させ、その結果として距離Dを変えることもできよう。

10

【0105】

ガス流体ベアリングを用意することには利点があることがわかるであろう。その結果、供給ヘッド10は、基板20の上方へ距離Dの位置に実質的に維持される。このようにすると、適切な任意のタイプの輸送機構を利用して供給ヘッド10を実質的に摩擦なく移動させることができる。すると供給ヘッド10を前後に移動させるときに基板20の表面の上方に“浮上”させ、材料の堆積中を通じて基板20の表面を横断して掃引することができよう。

20

【0106】

好ましい実施態様の堆積ヘッドは、水平に配置されるか、鉛直に配置されるか、その組み合わせにされるかには関係なく、1つのプロセスで組み立てられる一連のプレートを備えている。組み立てプロセスの一例を図18に示す。

【0107】

基本的に、基板に薄膜材料を堆積させるための供給ヘッドの組み立てプロセスは、（a）拡散要素を形成するための凹凸パターンを少なくとも一部に有する一群のプレートを製造するステップ（図18のステップ500）と；（b）そのプレート群を互いに順番に接合し、1つ以上の拡散要素に接続される供給ラインのネットワークを形成するステップを含んでいる。このようなプロセスは、場合によっては、凹凸パターンを含まないスペーサ・プレートを、それぞれが凹凸パターンを有する少なくとも一対のプレートの間に配置するステップを含む。

30

【0108】

一実施態様では、順番に組み立てることにより、出力面にある第1のガス材料のための複数の細長い出力開口部のそれぞれが、出力面にある第2のガス材料のための複数の細長い出力開口部のうちの少なくとも1つから、出力面にある第3のガス材料のための複数の細長い出力開口部のうちの少なくとも1つによって分離されているようにして複数の流路が作り出される。別の一実施態様では、順番に組み立てることにより、出力面にある第1のガス材料のための複数の細長い出力開口部のそれぞれが、出力面にある第2のガス材料のための複数の細長い出力開口部のうちの少なくとも1つから、堆積中に出力面の領域からガス材料を吸引するため出力面にあって排出ポートに接続されている少なくとも1つの細長い排出開口部によって分離されているようにして複数の流路が作り出される。

40

【0109】

プレートは、適切な手段で最初に製造することができる。手段として、スタンピング、エンボス加工、成形、エッチング、フォトリソグラフィ、アブレーションといった方法があるが、これだけに限られるわけではない。

【0110】

密封剤または接着剤をプレートの表面に付着させてそのプレート同士を互いに接合することができる（図18のステップ502）。これらのプレートは細かくパターンニングされた領域を含んでいる可能性があるため、組み立て中に過剰な接着剤を付着させないことが極め

50

て重要である。接着剤が付着すると、供給ヘッドの重要な領域がブロックされるであろう。あるいは内部構造の重要な領域の邪魔をしないよう、接着剤をあるパターンニングされた形態で付着させることができる。それでも力学的な安定性を得るのに十分な接着力が得られる。接着剤は、プロセス中のステップの1つの副生成物であってもよい。それは例えば、エッチング・プロセスの後にプレートの表面に残ったフォトレジストである。

【0111】

接着剤または密封剤は、エポキシをベースとした接着剤、シリコンをベースとした接着剤、アクリレートをベースとした接着剤、グリースなどの公知の多数の材料の中から選択することができる。

【0112】

パターンニングされたプレートを適切な順番で配置し、入力面の細長い開口部から出力面の細長い開口部へと望み通りにつながるようにする。一般に、プレートは、ある種の位置揃え構造の上に組み立てられる（ステップ504）。この位置揃え構造は、制御された任意の面、またはプレートの表面の一部が載る一群の面にすることができる。するとプレートが組み立てられるときにすでによく揃った状態になる。好ましい1つの位置揃え構造は、位置揃えピンを有する基部を持たねばならない。これらのピンは、全プレート上の特定の位置に存在する穴と連係する。2つの位置揃えピンが存在していることが好ましい。組み立て中に部品に過剰な応力を与えないようにするため、位置揃え用の穴の1つは円形であり、他方はスロットであることが好ましい。

【0113】

すべての部品と接着剤が位置揃え構造の上に組み立てられると、圧力プレートをこの構造に適用して圧力および/または熱を加え、この構造を硬化させる（ステップ506）。

【0114】

上記のピンによる位置揃えによって構造の位置揃えがうまくいっているが、プレートの製造プロセスにおける変動により、出力面が適切に付着させる上で十分に平坦ではなくなる可能性がある。そのような場合、望む表面仕上げにするため、完全なユニットまたは注文品としての出力面を削ったり磨いたりすると有用である可能性がある（ステップ508）。最後に、汚染なしに堆積操作が可能となるように清浄にするステップを実施することが望ましい（ステップ600）。

【0115】

当業者であればわかるように、この明細書に記載したような流れ拡散装置は、流体を基板上に分布させるのに使用されるさまざまな装置において有用である可能性がある。基本的な特徴として、(a) 凹凸パターン部を有する第1のプレートと、(b) 第2のプレートとを備えていて、第1のプレートと第2のプレートが組み立てられることで、凹凸パターン部によって規定される流れ拡散部を有する細長い出力開口部が形成され、その流れ拡散部は、ガス材料または液体材料の流れを拡散させることができる。このような流れ拡散装置の利用には、主に、ガス材料または液体材料の流れをこのような流れ拡散装置を通じて拡散させることが含まれる。その使用方法には、凹凸パターン部を有する第1のプレートと第2のプレートを組み立てることによって形成される凹凸パターン部によって規定される流れ拡散部をガス材料または液体材料を通過させる操作が含まれる。ここでは凹凸パターン部は、互いに向かい合ったプレートの間にあって細長い入力開口部と細長い出力開口部を接続し、ガス材料または液体材料が流れられるようにしている。

【0116】

本発明をいくつかの好ましい実施態様を特に参照して詳細に説明してきたが、当業者には、本発明の範囲を逸脱することなく、上に説明し、添付の請求項に指摘してある本発明の精神と範囲の中でさまざまなバリエーションや変更が可能であることが理解されよう。

【符号の説明】

【0117】

- 10 供給ヘッド
- 12 出力チャネル

10

20

30

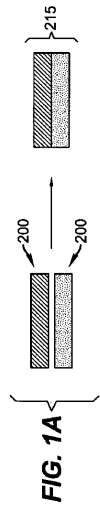
40

50

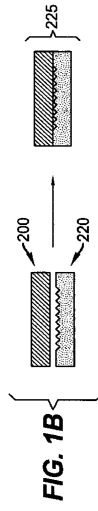
14、16、18	ガス導入管	
20	基板	
22	排出チャネル	
24	排出ポートの導管	
36	出力面	
90	前駆体材料の誘導チャネル	
92	バージ・ガスの誘導チャネル	
96	基板支持体	
100	接続プレート	
102	誘導チェンバー	10
104	入力ポート	
110	ガス・チェンバー用プレート	
112、113、115	供給チェンバー	
114、116	排出チェンバー	
120	ガス誘導プレート	
122	前駆体材料の誘導チャネル	
123	排出誘導チャネル	
130	ベース・プレート	
132	細長い放出チャネル	
134	細長い排出チャネル	20
140	ガス拡散プレート組立体	
150	供給組立体	
154	細長い排出チャネル	
200	基本となる平坦なプレート	
220	基本となる凹凸含有プレート	
230	基本となる両面に凹凸を有するプレート	
215	組み立てられたプレート・ユニット	
225	組み立てられたプレート・ユニット	
235	組み立てられたプレート・ユニット	
245	組み立てられたプレート・ユニット	30
250	プレートの高くなった平坦領域	
255	誘導チャネル凹部	
260	プレート上の拡散領域	
265	円筒形の柱	
270	正方形の柱	
275	任意の形状の柱	
300	加工されたブロック	
305	加工されたブロック内の供給ライン	
310	チャネル	
315	水平な拡散組立体のための第1のプレート	40
320	水平な拡散組立体のための第2のプレート	
325	水平なプレート上の拡散領域	
330	ガス供給	
335	拡散されたガス	
350	鉛直なプレート組立体の端部プレート	
360	供給穴	
365	典型的なプレートの輪郭	
370	供給ライン#2を出力面に接続するための鉛直なプレート	
375	供給ライン#5を出力面に接続するための鉛直なプレート	
380	供給ライン#4を出力面に接続するための鉛直なプレート	50

385	供給ライン#10を出力面に接続するための鉛直なプレート	
390	供給ライン#7を出力面に接続するための鉛直なプレート	
395	供給ライン#8を出力面に接続するための鉛直なプレート	
405	プレート上の供給チャネルのための凹部	
410	プレート上の拡散領域	
420	離散した拡散チャネルの高くなった領域	
430	離散した拡散チャネルのスロット	
450	両面に凹凸を有するプレート	
455	突起を有する密封用プレート	
460	密封用プレート上の突起	10
465	拡散領域	
500	プレートを製造するステップ	
502	接着剤を付着させて面を接合する	
504	位置揃え構造にプレートを取り付ける	
506	圧力と熱を加えて硬化させる	
508	活性な面を削って磨く	
600	清浄にする	
A	矢印	
D	距離	
E	排出プレート	20
F1、F2、F3、F4	ガス流	
I	第3の不活性ガス材料	
M	第2の反応性ガス材料	
O	第1の反応性ガス材料	
P	パージ・プレート	
R	反応物質プレート	
S	スペーサ・プレート	
X	矢印	

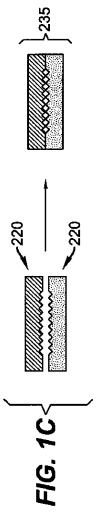
【 1 A 】



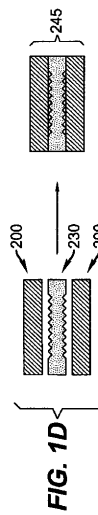
【 1 B 】



【 1 C 】



【 1 D 】



【図 2】

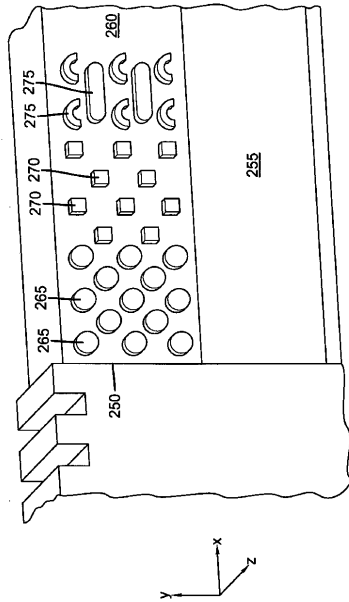


FIG. 2

【図 3】

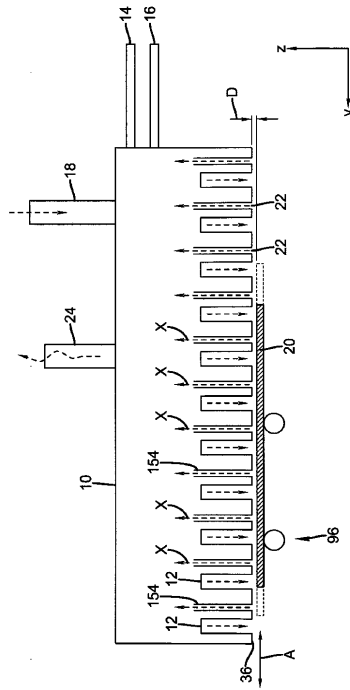


FIG. 3

【図 4】

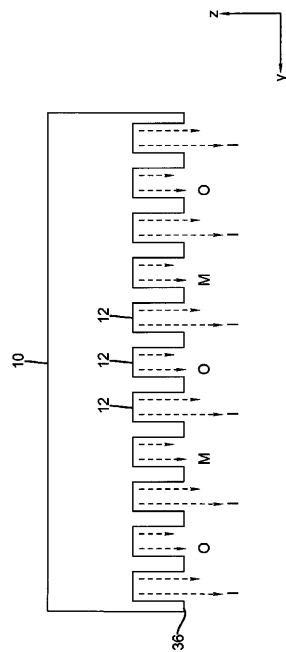


FIG. 4

【図 5 A】

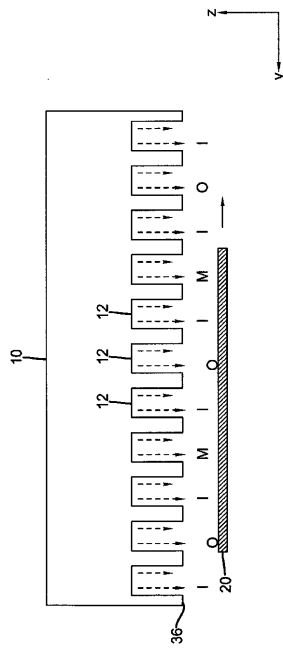


FIG. 5A

【図 5 B】

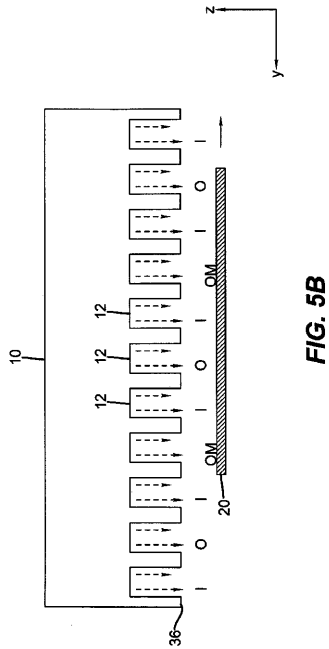


FIG. 5B

【図 6】

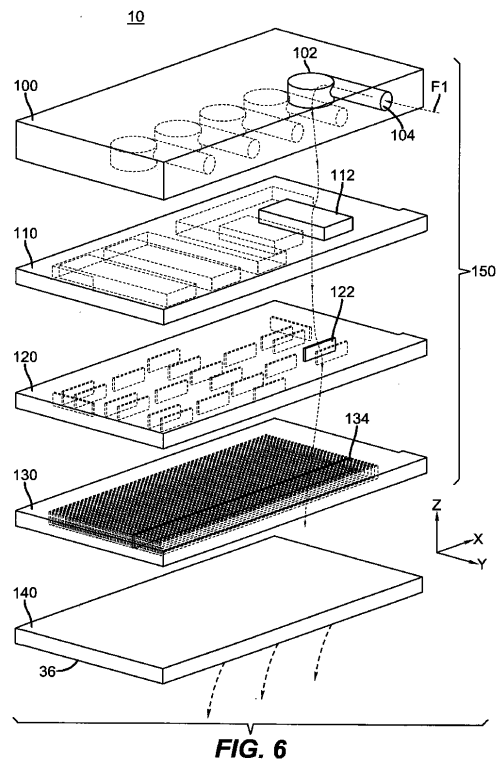


FIG. 6

【図 7 A】

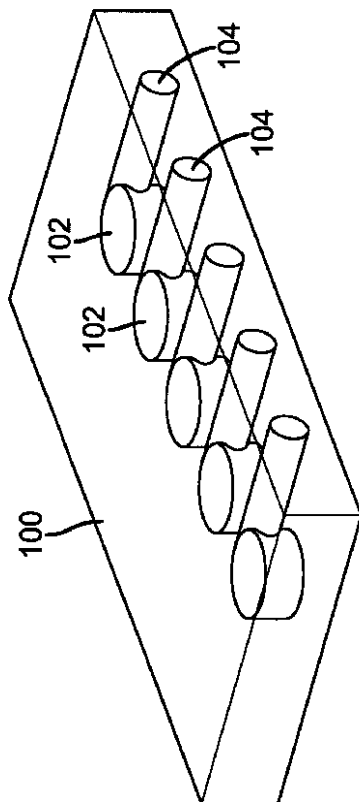


FIG. 7A

【図 7 B】

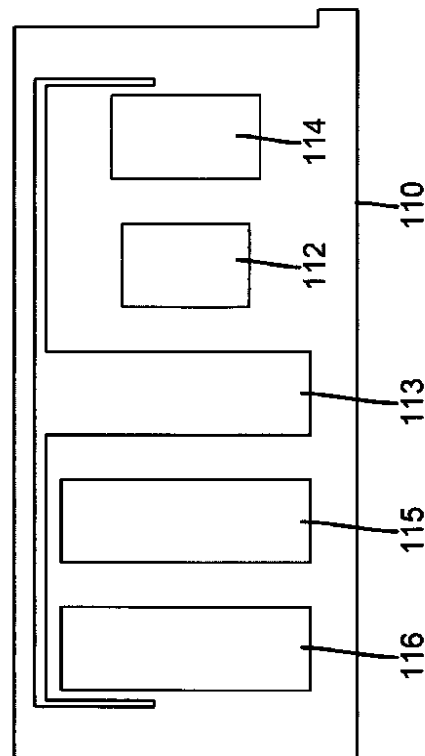
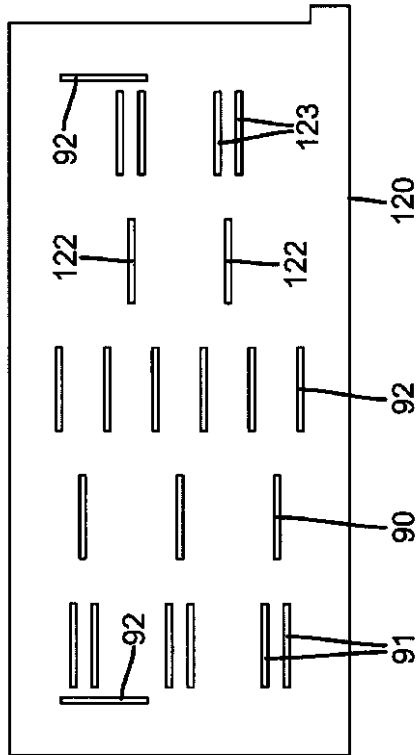
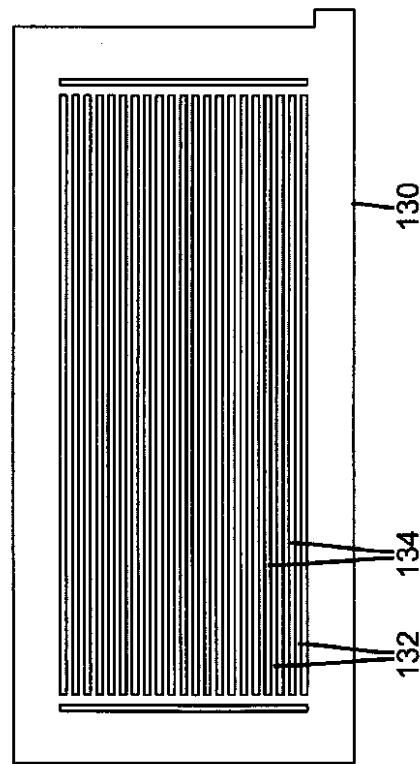


FIG. 7B

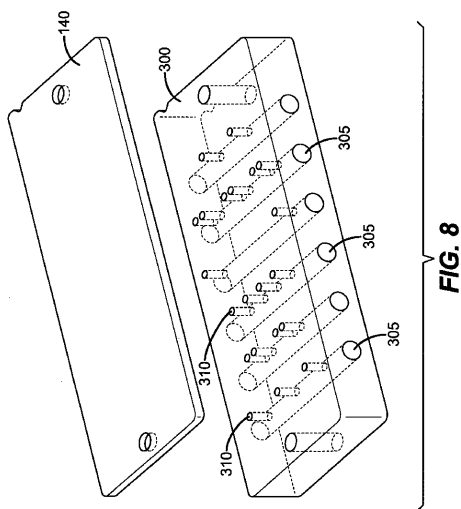
【図 7 C】

**FIG. 7C**

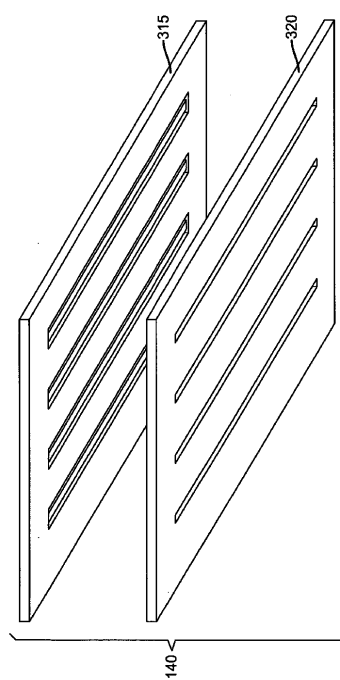
【図 7 D】

**FIG. 7D**

【図 8】

**FIG. 8**

【図 9】

**FIG. 9**

【 図 1 4 】

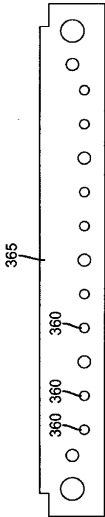


FIG. 14

【 図 1 5 A 】

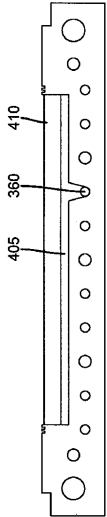


FIG. 15A

【 図 1 5 B 】

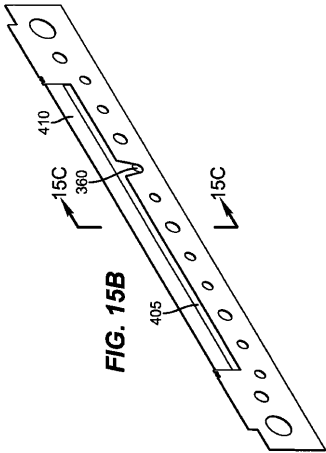


FIG. 15B

【 図 1 5 C 】

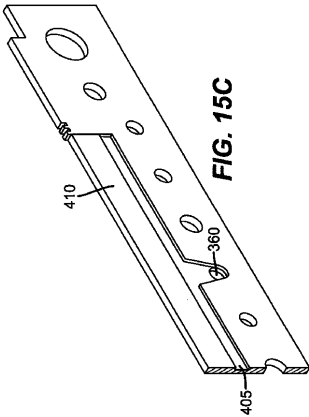


FIG. 15C

【図 16 A】

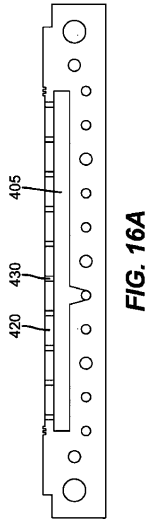


FIG. 16A

【図 16 B】

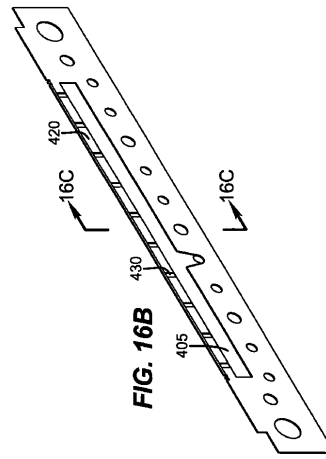


FIG. 16B

【図 16 C】

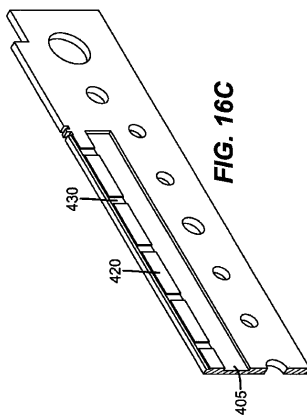


FIG. 16C

【図 17 B】

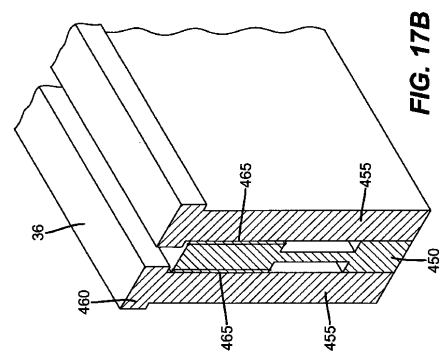


FIG. 17B

【図 17 A】

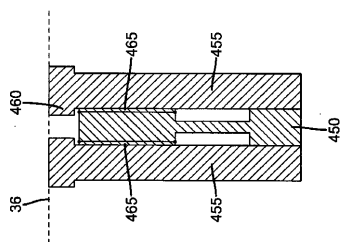


FIG. 17A

【図 18】

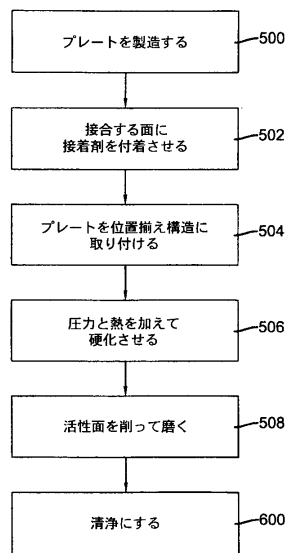


図 18

フロントページの続き

(74)代理人 100144417

弁理士 堂垣 泰雄

(72)発明者 ケール, ロジャー スタンレー

アメリカ合衆国, ニューヨーク 1 4 6 5 0 , ロチェスター, ステイト ストリート 3 4 3

(72)発明者 レビー, デイビッド ハワード

アメリカ合衆国, ニューヨーク 1 4 6 5 0 , ロチェスター, ステイト ストリート 3 4 3

(72)発明者 マーレイ, ジェイムズ ティー.

アメリカ合衆国, ニューヨーク 1 4 6 5 0 , ロチェスター, ステイト ストリート 3 4 3

審査官 小田 浩

(56)参考文献 特開昭 6 3 - 1 9 5 2 6 9 (J P , A)

特開 2 0 0 2 - 3 5 9 2 3 5 (J P , A)

米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 0 8 4 6 1 0 (U S , A 1)

特開 2 0 0 4 - 0 1 4 9 5 3 (J P , A)

米国特許出願公開第 2 0 0 4 / 0 0 6 7 6 4 1 (U S , A 1)

米国特許出願公開第 2 0 0 4 / 0 0 6 5 2 5 5 (U S , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 L 2 1 / 2 0 5

C 2 3 C 1 6 / 4 5 5