

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2005-506446

(P2005-506446A)

(43) 公表日 平成17年3月3日(2005.3.3)

(51) Int.Cl.⁷**C23C 16/455**
H01L 21/205

F 1

C 23 C 16/455
H 01 L 21/205

テーマコード(参考)

4 K 03 O
5 F 04 5

審査請求 有 予備審査請求 有 (全 35 頁)

(21) 出願番号	特願2003-536480 (P2003-536480)
(86) (22) 出願日	平成14年10月15日 (2002.10.15)
(85) 翻訳文提出日	平成16年4月15日 (2004.4.15)
(86) 國際出願番号	PCT/US2002/032741
(87) 國際公開番号	W02003/033762
(87) 國際公開日	平成15年4月24日 (2003.4.24)
(31) 優先権主張番号	09/977,612
(32) 優先日	平成13年10月15日 (2001.10.15)
(33) 優先権主張国	米国(US)
(31) 優先権主張番号	10/166,902
(32) 優先日	平成14年6月11日 (2002.6.11)
(33) 優先権主張国	米国(US)
(31) 優先権主張番号	10/190,792
(32) 優先日	平成14年7月8日 (2002.7.8)
(33) 優先権主張国	米国(US)

(71) 出願人	591132519 マイクロン・テクノロジー・インコーポレーテッド MICRON TECHNOLOGY INCORPORATED アメリカ合衆国アイダホ州83706-9632, ボイス, サウス・フェデラル・ウェイ 8000
(74) 代理人	100089705 弁理士 社本 一夫
(74) 代理人	100076691 弁理士 増井 忠式
(74) 代理人	100075270 弁理士 小林 泰

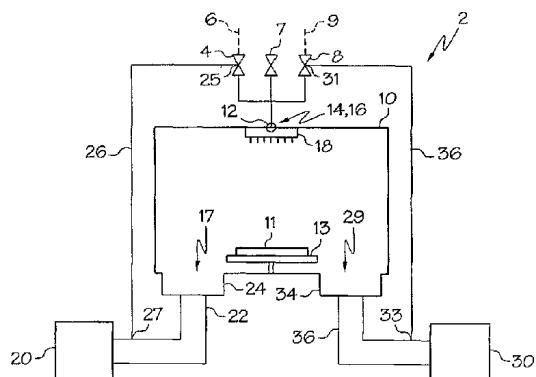
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】原子層堆積装置及び方法

(57) 【要約】

【課題】

【解決手段】化学剤及び反応性気体の混合を最小にする原子層堆積装置及び方法が開示されている。分配前方ライン26を設置し且つ監視することにより、所望のとき及び所望の箇所にてのみ第一の前駆体及び第二の前駆体がその他の化学剤及び反応性気体と混合される。また、独立的で且つ、専用のチャンバ出口17、29、隔離弁24、34、排出前方ライン22、36及び排出ポンプ20、30が提供され、これらは、必要なとき、特定の気体に対して作動される。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

原子層堆積装置において、

第一の前駆体入口と、第二の前駆体入口と、第一のチャンバ出口とを有するプロセス反応器チャンバと、

該プロセス反応器チャンバの前記第一の前駆体入口に結合された第一の分配弁と、前記プロセス反応器チャンバの前記第二の前駆体入口に結合された第二の分配弁と、前記プロセス反応器チャンバに結合されて、該プロセス反応器チャンバから選択的に分離する形態とされた第一の排出路と、

第一及び第二の端部を有する第一の分配前方ラインとを備え、

前記第一の端部が、前記第一の分配弁に結合され、

前記第一の分配前方ラインの前記第二の端部が、前記第一の排出路又は第一の分配ポンプの一方に結合される、原子層堆積装置。

【請求項 2】

前記第一の分配前方ラインの前記第二の端部が、前記第一の排出路に結合される、請求項1に記載の装置。

【請求項 3】

前記第一の排出路が、第一の排出ポンプと、第一の隔離弁と、第一の排出前方ラインとを更に備え、

前記第一の排出ポンプが、前記第一の排出前方ラインにより前記第一の隔離弁に結合される、請求項1に記載の装置。 20

【請求項 4】

前記第一の排出路が、前記第一の隔離弁が閉じた状態にあるとき、前記プロセス反応器チャンバから隔離されるようにした、請求項3に記載の装置。

【請求項 5】

前記第一の隔離弁が、前記プロセス反応器チャンバの第一のチャンバ出口に直結される、請求項3に記載の装置。

【請求項 6】

前記第一の分配前方ラインの前記第二の端部が、前記第一の排出路における前記第一の隔離弁に結合される、請求項3に記載の装置。 30

【請求項 7】

前記第一の分配前方ラインの前記第二の端部が、前記第一の排出路における前記第一の排出ポンプに結合される、請求項3に記載の装置。

【請求項 8】

前記第一の分配前方ラインの前記第二の端部が、前記第一の排出路における前記第一の排出前方ラインに結合される、請求項3に記載の装置。

【請求項 9】

第二のチャンバ出口に結合された第二の排出路を更に備える、請求項1に記載の装置。

【請求項 10】

前記第二の排出路が、第二の排出ポンプと、第二の隔離弁と、第二の排出前方ラインとを更に備え、 40

前記第二の排出ポンプが、前記第二の排出前方ラインにより前記第二の隔離弁に結合される、請求項9に記載の装置。

【請求項 11】

前記第二の排出路が、前記隔離弁が閉じた状態にあるとき、前記プロセス反応器チャンバから隔離されるようにした、請求項9に記載の装置。

【請求項 12】

前記第二の隔離弁が、前記プロセス反応器チャンバの第二のチャンバ出口に直結される、請求項9に記載の装置。

【請求項 13】

10

20

30

40

50

前記第一の分配前方ラインの前記第二の端部が、前記第一の分配ポンプに結合される、請求項1に記載の装置。

【請求項14】

第一及び第二の端部を備える、第二の分配前方ラインを更に備え、

前記第一の端部が、前記第二の分配弁に結合され、

前記第二の分配前方ラインの第二の端部が第二の排出路に結合される、請求項1に記載の装置。

【請求項15】

前記第二の排出路が、第二の排出ポンプと、第二の隔離弁と、第二の排出前方ラインとを更に備え、

前記第二の排出ポンプが、前記第二の排出前方ラインにより前記第二の隔離弁に結合される、請求項14に記載の装置。

【請求項16】

前記第二の分配前方ラインの前記第二の端部が、前記第二の排出路における前記第二の隔離弁に結合される、請求項15に記載の装置。

【請求項17】

前記第二の分配前方ラインの前記第二の端部が、前記第二の排出路における前記第二の排出ポンプに結合される、請求項15に記載の装置。

【請求項18】

前記第二の分配前方ラインの前記第二の端部が、前記第二の排出路における前記第二の排出前方ラインに結合される、請求項15に記載の装置。

【請求項19】

第一及び第二の端部を備える、第二の分配前方ラインを更に備え、

前記第一の端部が、前記第二の分配弁に結合され、

前記第二の分配前方ラインの第二の端部が、前記第二の分配ポンプに結合される、請求項1に記載の装置。

【請求項20】

前記プロセス反応器チャンバが第二のチャンバ出口を備える、請求項1に記載の装置。

【請求項21】

前記第一の前駆体入口に結合された第一の蒸気供給部を更に備える、請求項1に記載の装置。

【請求項22】

前記第二の前駆体入口に結合された第二の蒸気供給部を更に備える、請求項1に記載の装置。

【請求項23】

前記第一の前駆体入口及び前記第二の前駆体入口が共通の開口部を共用する、請求項1に記載の装置。

【請求項24】

前記第一の前駆体入口及び前記第二の前駆体入口が別個の開口部を有する、請求項1に記載の装置。

【請求項25】

ページ弁を備える、請求項1に記載の装置。

【請求項26】

前記プロセス反応器チャンバが、シャワーヘッド装置を更に有する、請求項1に記載の装置。

【請求項27】

原子層堆積装置において、

プロセス反応器チャンバと、

該プロセス反応器の第一のチャンバ出口に直結された第一の隔離弁と、

第一の排出前方ラインにより前記第一の隔離弁に結合された第一の排出ポンプと、

10

20

30

40

50

前記プロセス反応器の第一のチャンバ出口に直結された、第二の隔離弁と、第二の排出前方ラインにより前記第二の隔離弁に結合された第二の排出ポンプとを備える、原子層堆積装置。

【請求項 28】

バージ弁を備える、請求項 27 に記載の装置。

【請求項 29】

前記プロセス反応器チャンバが、シャワー ヘッド装置を更に有する、請求項 27 に記載の装置。

【請求項 30】

前記プロセス反応器チャンバが、第一の前駆体入口と、第二の前駆体入口と、第一のチャンバ出口と、第二のチャンバ出口とを備える、請求項 27 に記載の装置。 10

【請求項 31】

前記第一の前駆体入口に結合された第一の蒸気供給部を更に備える、請求項 30 に記載の装置。

【請求項 32】

前記第二の前駆体入口に結合された第二の蒸気供給部を更に備える、請求項 30 に記載の装置。

【請求項 33】

前記第一の前駆体入口及び前記第二の前駆体入口が共通の開口部を共用する、請求項 30 に記載の装置。 20

【請求項 34】

前記第一の前駆体入口及び前記第二の前駆体入口が別個の開口部を有する、請求項 30 に記載の装置。

【請求項 35】

原子層堆積方法において、

第一の前駆体をプロセス反応器チャンバの第一の前駆体入口内に導入するステップと、前記第一の前駆体を基板に吸着させ得るように前記プロセス反応器チャンバを制御するステップと、

吸収されない第一の前駆体を前記チャンバからバージするステップと、

第二の前駆体を前記プロセス反応器チャンバの第二の前駆体入口内に導入するステップと 30
、

前記第二の前駆体が前記第一の前駆体と反応するように前記プロセス反応器チャンバを制御するステップと、

反応しない第二の前駆体を前記プロセス反応器チャンバからバージするステップとを備える、原子層堆積方法。 40

【請求項 36】

第一の入口状態と、第一の迂回状態との間で交互に変化するように第一の分配弁を制御するステップを更に備え、

前記第一の入口状態が、前記第一の前駆体を前記プロセス反応器チャンバの前記第一の前駆体入口に偏向させることを特徴とし、

前記第一の迂回状態が、前記第一の前駆体を前記第一の分配弁に結合された第一の前方ラインに偏向させることを特徴とする、請求項 35 に記載の方法。

【請求項 37】

前記第一の分配弁を制御する前記ステップが、前記第一の前駆体の連続的な流れを維持するステップを更に備える、請求項 36 に記載の方法。

【請求項 38】

前記第一の前方ラインに偏向された前記第一の前駆体を前記前方ラインに結合された第一の排出ポンプに排除するステップを更に備える、請求項 36 に記載の方法。

【請求項 39】

前記前方ラインに偏向された前記第一の前駆体を前記第一の前方ラインに結合された前記 50

第一の排出路に排除するステップを更に備える、請求項 3 6 に記載の方法。

【請求項 4 0】

前記第一の前方ラインに偏向された前記第一の前駆体を前記第一の前方ラインに結合された前記第一の分配ポンプに排除するステップを更に備える、請求項 3 6 に記載の方法。

【請求項 4 1】

第二の入口状態と、第二の迂回状態との間で交互に変化するように第二の分配弁を制御するステップを更に備え、

前記第二の入口状態が、前記第二の前駆体を前記プロセス反応器チャンバの前記第二の前駆体入口に偏向させることを特徴とし、

前記第二の迂回状態が、前記第二の前駆体を前記第二の分配弁に結合された第二の前方ラインに偏向させることを特徴とする、請求項 3 5 に記載の方法。 10

【請求項 4 2】

前記第一の分配弁を制御する前記ステップが、前記第二の前駆体の連続的な流れを維持するステップを更に備える、請求項 4 1 に記載の方法。

【請求項 4 3】

前記第二の前方ラインに偏向された前記第二の前駆体を前記第二の前方ラインに結合された第二の排出ポンプに排除するステップを更に備える、請求項 4 1 に記載の方法。

【請求項 4 4】

前記第二の前方ラインに偏向された前記第二の前駆体を前記第二の前方ラインに結合された前記第二の排出路に排除するステップを更に備える、請求項 4 1 に記載の方法。 20

【請求項 4 5】

前記第二の前方ラインに偏向された前記第二の前駆体を前記第二の前方ラインに結合された前記第二の分配ポンプに排除するステップを更に備える、請求項 4 1 に記載の方法。

【請求項 4 6】

前記第一の前駆体の連続的な流れを維持しつつ、前記第一の前駆体を前記プロセス反応器チャンバの前記第一の前駆体入口内に選択的に偏向させるステップを更に備える、請求項 3 5 に記載の方法。

【請求項 4 7】

前記第二の前駆体の連続的な流れを維持しつつ、前記第二の前駆体を前記プロセス反応器チャンバの前記第二の前駆体入口内に選択的に偏向させるステップを更に備える、請求項 3 5 に記載の方法。 30

【請求項 4 8】

前記吸收されない第一の前駆体を前記プロセス反応器チャンバ外にページする前記ステップが、前記反応器チャンバの第一の排出出口に結合された第一の隔離弁を開放するステップを更に備える、請求項 3 5 に記載の方法。

【請求項 4 9】

前記第一の隔離弁及び前記第一の排出出口が前記第一の排出路を画成する、請求項 4 8 に記載の方法。

【請求項 5 0】

前記吸收されない第二の前駆体を前記プロセス反応器チャンバ外にページする前記ステップが、前記反応器チャンバの第二の排出出口に形成された第二の隔離弁を開放するステップを更に備える、請求項 3 5 に記載の方法。 40

【請求項 5 1】

前記第二の隔離弁及び前記第二の排出出口が前記第二の排出路を画成する、請求項 5 0 に記載の方法。

【請求項 5 2】

前記吸收されない第一の前駆体を前記プロセス反応器チャンバ外にページする前記ステップが、前記反応器チャンバの第一の排出出口に結合された第一の隔離弁を開放するステップを更に備え、

前記反応しない第二の前駆体を前記プロセス反応器チャンバ外にページする前記ステップ 50

が、前記反応器チャンバの第二の排出出口に結合された第二の隔離弁を開放するステップを更に備える、請求項 3 5 に記載の方法。

【請求項 5 3】

前記第二の隔離弁が閉じられている間、前記第一の隔離弁が開放している、請求項 5 2 に記載の方法。

【請求項 5 4】

前記第一の隔離弁が閉じられている間、前記第二の隔離弁が開放している、請求項 5 2 に記載の方法。

【請求項 5 5】

前記第二の隔離弁が閉じられている間、前記第一の隔離弁が開放し、

前記第一の隔離弁が閉じられている間、前記第二の隔離弁が開放している、請求項 5 2 に記載の方法。

【請求項 5 6】

前記第一の隔離弁が前記第二の隔離弁と独立的である、請求項 5 2 に記載の方法。

【請求項 5 7】

前記第一の排出出口が前記第二の排出出口と独立的である、請求項 5 2 に記載の方法。

【請求項 5 8】

第一の排出通路を開放して吸収されない第一の前駆体を前記プロセス反応器チャンバから除去することにより、前記プロセス反応器チャンバをバージする、請求項 3 5 に記載の方法。

【請求項 5 9】

第二の排出路を開放して反応しない第二の前駆体を前記プロセス反応器チャンバから除去することにより、前記プロセス反応器チャンバをバージする、請求項 3 5 に記載の方法。

【請求項 6 0】

第一の排出路を開放して吸収されない第一の前駆体を前記第一のプロセス反応器チャンバから除去することにより、前記プロセス反応器チャンバをバージし、

第二の排出路を開放して反応しない第二の前駆体を前記プロセス反応器チャンバから除去することにより前記プロセス反応器チャンバをバージする、請求項 3 5 に記載の方法。

【請求項 6 1】

前記第一の排出路が、前記第二の排出路が閉じられている間に開放される、請求項 6 0 に記載の方法。

【請求項 6 2】

前記第二の排出路が、前記第一の排出路が閉じられている間に開放される、請求項 6 0 に記載の方法。

【請求項 6 3】

前記第一の排出路が、前記第二の排出路が閉じられている間に開放し、

前記第二の排出路が、前記第一の排出路が閉じられている間に開放する、請求項 6 0 に記載の方法。

【請求項 6 4】

前記第一の排出路が前記第二の排出路と独立的である、請求項 6 0 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、原子層堆積法 (atomic layer deposition) に関する。より具体的には、本発明は、原子層堆積チャンバの性能を向上させる装置及び方法に関する。

【0 0 0 2】

極薄膜を堆積させる方法は、原子層堆積法 (ALD) である。この方法は、従来の化学的気相成長法に卓越する幾つかの利点を有する。この方法は、より低温度で行うことができ、広範囲に亘る前駆体を使用し、極薄膜を製造し、本質的に、100 パーセントのステッ

10

20

30

40

50

プロセス率を得、また、複雑な膜基質を「マイクロエンジニア」するために使用することができる。

【0003】

ALD法において、前駆体を気体相にて混合させずに、個々の前駆体を連続的な仕方にてウエハの表面に押し出す。個々の前駆体の各々は、表面と反応して同時に1つの層のみが形成されるような仕方にて原子層を形成する。この表面の反応は、反応が完了し且つ、同時に1つ以上の層が堆積されることを許容しないように行なわれる。このことは、いかに多くの分子が表面に過剰な供給モードにて施されることを問題とせずに生ずる。膜は、気体の短い破裂分を急速なサイクルにて導入することにより形成される。

【0004】

当該発明者等の認識によれば、ALD法に伴ない2つの問題が生ずる。1つの問題は、蒸気相にて導入された液体前駆体の流れが拡大することに関する。液体供給システムを使用するALD加工法の間、液体前駆体の確立された流れを蒸気相に保つ必要がある。流れを作用可能に保つためには、堆積過程にて液体前駆体が必要とされないとき、流れをALDチャンバの前方ライン(fo r e - l i n e)に偏向させなければならない。対向する気体がパルス状であるとき、反応しない化学剤は前方ライン内で偏向された化学剤と混合し且つ、反応して、前方ライン内で蓄積物を生じさせる。この蓄積は多量であり且つ、前方ラインを詰まらせる可能性がある。第二の問題は、気体の反応に関する。プロセス気体は、ALD法に対し個々に導入され且つ、同一の前方ラインを通じて処分され、気体又は蒸気が互いに反応するようにする。

【0005】

従って、偏向させた液体前駆体が前方ラインに詰まるのを最小にするALD装置及び方法が必要とされている。また、不要な全ての反応を最小にし得るような仕方にて反応性気体又は蒸気に共通の全ての領域を制御することが当該技術にて必要とされている。

【0006】

改良されたALD装置及び方法が提供される本発明によってこうした必要性は満たされる。本発明は、第二の前方ラインを設置し且つ監視することにより必要なときに且つ必要な箇所にてのみ別個の化学剤が混合することを許容するALD装置及び方法を提供することにより、前方ラインの詰まりを最小にするという最初の必要性を満たすものである。本発明は、プロセス気体又は蒸気の望ましくない反応を生じさせるであろう領域内で互いに接触せずに、反応性気体又は蒸気をプロセス反応器チャンバから除去することを許容することにより、ポンプライン内での気体の反応を最小にするという第二の必要性を満足させる。このことは、必要なとき、特定の気体に対して作用させる独立的で且つ専用のポンプライン及び相応した隔離弁を提供することにより実現される。別個のポンプラインは、反応性気体の望ましくない反応を最小にする仕方にて気体を排出することを許容する。従って、本発明の1つの目的は、排出前方ラインの詰まりを防止し得るように、供給前方ライン及び第二の排出経路を使用することで改良されたALD装置及び方法を提供することである。

【0007】

本発明の好ましい実施の形態の以下の詳細な説明は、同様の構造体を同様の参照番号で表示する以下の図面と共に読むとき、最もよく理解できる。

最初に、図1を参照すると、本発明の1つの実施の形態によるALD装置2が示されている。図1には、プロセス反応器チャンバ10と、第一の分配弁4と、第二の分配弁8と、隔離弁24と、排出前方ライン22と、排出ポンプ20と、分配前方ライン26とを備えるALD装置2が示されている。プロセス反応器チャンバ10は、第一の前駆体14と、第二の前駆体入口16と、第一のチャンバ出口17とを有している。第一の分配弁4は、プロセス反応器チャンバ10の第一の前駆体入口14に結合されている。第二の分配弁8は、上記プロセス反応器チャンバ10の第二の前駆体入口16に結合されている。隔離弁24は、プロセス反応器チャンバ10の第一のチャンバ出口17に直結されている。排出ポンプ20は、排出経路を画成する排出前方ライン22により隔離弁24に結合されてい

10

20

30

40

50

る。分配前方ライン 26 は、第一の端部 25 及び第二の端部 27 を備えている。第一の端部 25 は、第一の分配弁 4 に結合され、また、第二の端部 27 は、排出ポンプ 20 に結合されている。

【0008】

第一の分配弁 4 は、第一の前駆体 6 が第一の前駆体入口 14 を通ってプロセス反応器チャンバ 10 内に流れるのを許容する。第一の前駆体 6 の連続的な流れを維持しなければならない。このため、第一の分配弁 4 は、第一の前駆体 6 の方向を前駆体チャンバ 10 の第一の前駆体入口 14 に選択的に偏向させる。第一の前駆体 6 がプロセス反応器チャンバ 10 内に偏向されなかつたとき、該第一の前駆体は、分配前方ライン 26 を介して排出ポンプ 20 に送られる。第一の前駆体入口 14 内に偏向されなかつたとき、第一の前駆体 6 を廃棄するため分配前方ライン 26 が使用される。さもなければ第一の前駆体 6 と混合し、第一の排出前方ライン 22 を詰まらせる可能性があるその他の化学剤、前駆体及び排出物から第一の前駆体 6 を隔離するため分配前方ライン 26 を使用することができる。このように、排出前方ライン 22 は、清浄なままであり且つ、流れは、安定的で、一定である。

【0009】

プロセス反応器チャンバ 10 は、第一の前駆体入口 14 と、第二の前駆体入口 16 と、ヒータ 13 と、ウエハ 11 と、シャワー ヘッド装置 18 とを備えている。第一の前駆体入口 14 及び第二の前駆体入口 16 は、共通の開口部 12 を共用するか又はこれと代替的に、別個の開口部を有するようにしてもよい。第一の前駆体入口 14 は、第一の前駆体 6 をシャワー ヘッド装置 18 を通じて導くことができ、このシャワー ヘッド装置 18 は、第一の前駆体 6 をプロセス反応器チャンバ 10 内に分配する。プロセス反応器チャンバ 10 内に入つたならば、第一の前駆体 6 はウエハ 11 の表面に吸収される。ウエハは、ヒータ 13 上に安着する。前駆体が吸収される仕方は、本発明の範囲外であり、また、当該技術にて周知である。このことは、原子層堆積法に関連する多数の教示の任意の 1 つから知ることができる。

【0010】

第一の前駆体 6 がウエハ 11 に吸収されたとき、反応しない第一の前駆体は、パージガスをパージ弁 7 を介してチャンバ出口 17 に導入することによりプロセス反応器チャンバ 10 外に排出される。反応しない第一の前駆体は、隔離弁 24 内に直接流れ、ここで、反応しない第一の前駆体は、排出前方ライン 22 を介して排出ポンプ 20 に運ばれる。

【0011】

第一の前駆体 6 及び第二の前駆体 9 は、別個の間隔にて導入される。反応しない第一の前駆体がパージ弁 7 を使用することによりプロセス反応器チャンバ 10 外に排出されたとき、第二の分配弁 8 は、第二の前駆体 9 を第二の前駆体入口 16 内に及び最終的に、プロセス反応器チャンバ 10 内に導入することを許容する。第二の前駆体入口 16 は、第二の前駆体 9 をシャワー ヘッド装置 18 を通って導き、このシャワー ヘッド装置 18 は、第二の前駆体 9 をプロセス反応器チャンバ 10 内に分配する。次に、第二の前駆体 9 は、第一の前駆体 6 からウエハ 11 上に形成された層と反応し、ウエハ 11 上に単一層の膜を形成する。

【0012】

反応しない第二の前駆体は、パージ弁 7 を使用してプロセス反応器チャンバ 10 からチャンバ出口 17 内に排出される。反応しない第二の前駆体は、隔離弁 24 内に直接流れ、ここで、反応しない第二の前駆体は、排出前方ライン 22 を介して排出ポンプ 20 に運ばれる。

【0013】

第一の前駆体 6 を第二の前駆体 9 と交互に導入し、反応させ且つパージする過程は、連続的に高速度で行われる。

本発明を説明し且つ規定する目的のため、第一の前駆体の分子が半導体基板に粘着する正確なメカニズムは本発明の主題ではないことが分かる。このメカニズムは、本明細書にて単に「吸収」として説明する。「吸収」という一般的な用語は、吸収、吸着、及び前駆体

10

20

30

40

50

がウエハ11の表面上に単一層を形成することのできる任意のその他のメカニズムを包含することを意図するものである。

【0014】

図2に示した本発明の実施の形態は、分配ポンプ28を利用する点にて図1のものと相違する。この実施の形態において、分配前方ライン26の第一の端部25は、分配弁4に結合される。分配前方ライン26の第二の端部27は、分配ポンプ28に結合される。分配ポンプ28は、偏向されない第一の前駆体6を集め、偏向されない第一の前駆体6が、さもなければ第一の前駆体6と混合し、第一の排出前方ライン22を詰まらせする可能性のあるその他の化学剤、前駆体又は排出物から隔離されるようにする。このように、排出前方ライン22は、清浄なままであり、流れは安定的で且つ、均一である。

10

【0015】

第二の隔離弁34、第二の排出前方ライン36及び第二の排出ポンプ30が示され、これにより第二の排出路を形成するから、図3の実施の形態は図2に示したものと相違する。この第二の排出路は、反応しない第一の前駆体及び反応しない第二の前駆体を分離した状態に保ち、これにより混合し且つ、排出前方ライン22、36の何れかを詰まらせる可能性を減少させる構造とされている。第二の隔離弁34、第二の排出前方ライン36及び第二の排出ポンプ30は、第一の隔離弁24、第一の排出前方ライン22、及び第一の排出ポンプ20と同様の仕方にて作動する。第二の前駆体9がウエハ11に吸収された後、反応しない第二の前駆体は、バージ気体をバージ弁7を介して第二のチャンバ出口29内に導入することにより、プロセス反応器チャンバ10外に排出される。反応しない第二の前駆体は、第二の隔離弁34内に直接流れ、ここで、未反応の第二の前駆体は、第二の排出前方ライン36を介して第二の排出ポンプ30に運ばれる。

20

【0016】

分配前方ライン26は、第一の排出路に接続されているため、図3の実施の形態も図2に図示したものと相違する。具体的には、分配前方ライン26は、第一の排出ポンプ20に接続される。分配弁は、これと代替的に、図2に示すように、第一の排出前方ライン22に結合するか又は分配ポンプ28に直結してもよい。

30

【0017】

第二の分配前方ライン36は、第二の分配弁8から第二の排出路、特に第二の排出前方ライン33まで伸びているため、図4の実施の形態は図3のものと相違する。第二の分配前方ライン36は、これと代替的に、図1の実施の形態と同様に第二の排出ポンプ30に直結するか、又は図2の実施の形態と同様に第二の分配ポンプに接続してもよい。第二の分配ポンプは、上述した第一の分配ポンプ28と同様の仕方にて作動する。第二の分配ポンプは、未偏向の第二の前駆体9を集め、さもなければ第二の前駆体9と混合し、第二の排出前方ライン36を詰まらせる可能性があるその他の化学剤、前駆体及び排出物から偏向しない第二の前駆体9が隔離されるようにする。このように、第二の排出前方ライン36は、清浄なままであり、流れは、安定的で且つ一定である。

30

【0018】

第二の分配前方ライン36は、第一の分配前方ライン26と同様の仕方にて作動する。第二の前駆体が第二の前駆体入口16内に偏向されなかったとき、第二の前駆体9を廃棄するため第二の分配前方ライン36が使用される。さもなければ第二の前駆体9と混合し、第二の排出前方ライン33を詰まらせる可能性があるその他の化学剤、前駆体及び排出物から第二の前駆体9を隔離するため第二の分配前方ライン36を使用することができる。このように、第二の排出前方ライン33は、清浄なままであり、流れは、安定的で且つ一定である。

40

【0019】

図5は、第一の分配前方ライン26又は第二の分配前方ライン36を示さない点で、以前の図面と相違する。このため、2つの別個の排出路の一方のみが示してある。本発明を詳細に且つその好ましい実施の形態に関して説明したが、特許請求の範囲に記載された本発明の範囲から逸脱せずに、改変例及び変更例を為すことが可能であることが明

50

らかであろう。より具体的には、本発明の幾つかの側面を好ましい又は特に有利なものとして説明したが、本発明のこれらの好ましい側面にのみ本発明を限定することを必ずしも意図するものではない。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明の1つの実施の形態によるA LD装置の図である。

【図2】本発明の別の実施の形態によるA LD装置の図である。

【図3】本発明の更に別の実施の形態によるA LD装置の図である。

【図4】本発明の更に別の実施の形態によるA LD装置の図である。

【図5】本発明の更に別の実施の形態によるA LD装置の図である。

【国際公開パンフレット】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau(43) International Publication Date
24 April 2003 (24.04.2003)

PCT

(10) International Publication Number
WO 03/033762 A1(51) International Patent Classification: C23C 16/44, 16/455
(74) Agents: COPE, Julie, G. et al.; Killworth, Gortman, Hagan & Schaeff, L.L.P., One Dayton Centre, Suite 500, One South Main Street, Dayton, OH 45402-2023 (US).

(21) International Application Number: PCT/US02/32741

(22) International Filing Date: 15 October 2002 (15.10.2002)

(25) Filing Language: English

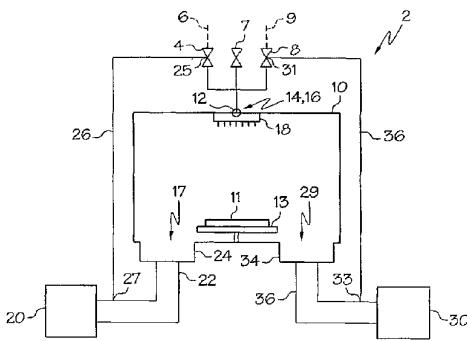
(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:
09/977,612 15 October 2001 (15.10.2001) US
10/166,902 11 June 2002 (11.06.2002) US
10/190,792 8 July 2002 (08.07.2002) US(71) Applicant: MICRON TECHNOLOGY, INC. [US/US;
8000 South Federal Way, Boise, ID 83706-9632 (US);(72) Inventors: CAMPBELL, Philip, H.; 2724 Mule Deer
Way, Meridian, ID 83642 (US); KUBISTA, David, J.;
13389 Skyview Street, Nampa, ID 83686 (US).(81) Designated States (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU,
AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU,
CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GI,
GM, IIR, IIU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC,
LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MN, MW,
MX, MV, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SI, SG,
SL, SK, SI, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN,
YU, ZA, ZM, ZW.(84) Designated States (regional): ARIPO patent (GH, GM,
KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),
Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),
European patent (AL, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, BE,
ES, FI, FR, GB, GR, H, IT, LU, MC, NL, PT, SI, SK,
TR), OAIP patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).(Published:
— with international search report
/Continued on next page/

(54) Title: ATOMIC LAYER DEPOSITION APPARATUS AND PROCESS



WO 03/033762 A1



(57) Abstract: An apparatus (2) and process for atomic layer deposition that minimizes mixing of the chemicals and reactive gases is disclosed. The first precursor and second precursor are only mixed with other chemicals and reactive gases when and where desired by installing and monitoring a dispensing fore-line (26). Also, independent and dedicated chamber outlets (17, 29), isolation valves (24, 34), exhaust fore-lines (22, 36), and exhaust pumps (20, 30) are provided that are activated for the specific gas when needed.

WO 03/033762 A1

before the expiration of the time limit for amending the claims and to be republished in the event of receipt of amendments

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

WO 03/033762

PCT/US02/32741

-1-

ATOMIC LAYER DEPOSITION APPARATUS AND PROCESS

The present invention relates to atomic layer deposition. More specifically, the
5 present invention relates to an apparatus and process for improving the performance of an
atomic layer deposition chamber.

A method of depositing very thin films is atomic layer deposition (ALD). This
method has several advantages over tradition chemical vapor deposition. It can be
performed at lower temperatures, uses a wide range of precursors, produces very thin
10 films, inherently obtains 100% step coverage, and can be used to "microengineer"
complex film matrices.

In ALD, individual precursors are pulsed onto the surface of a wafer in a sequential
manner, without mixing the precursors in the gas phase. Each individual precursor reacts
with the surface to form an atomic layer in a way that only one layer can form at a time.
15 The surface reaction occurs such that the reaction is complete, and permits no more than
one layer at a time to be deposited. This occurs no matter how many molecules are
applied to the surface in an overdosing mode. The films are built up by introducing short
bursts of gases in rapid cycles.

According to recognitions of the present inventors, two problems occur with the
20 ALD method. One problem concerns the diversion of the flow of liquid precursors
introduced in a vapor phase. During ALD processing using a liquid delivery system, it is
necessary to keep an established flow of the liquid precursor in a vapor phase. In order to
keep the flow active, the flow must be diverted to a fore-line of the ALD chamber when
the liquid precursor is not needed in the deposition process. When the opposing gas is
25 pulsed, the unreacted chemical is mixed in the fore-line with the diverted chemical and
reacts causing a build up in the fore-line. The build up can be severe and clogs the fore-
line. A second problem concerns the reaction of the gases. Process gases are introduced
individually for the ALD process and disposed of through the same fore lines causing the
gases or vapors to react with one another.

30 Accordingly, there is a need for an ALD apparatus and process that minimizes
clogging of the fore-line of the diverted liquid precursor. There is also a need in the art to

WO 03/033762

PCT/US02/32741

-2-

control any area that is common to the reactive gases or vapors in a way to minimize any unwanted reaction.

These needs are met by the present invention wherein an improved ALD apparatus and process are provided. The present invention fulfills the first need of minimizing clogging of the fore-line by providing an ALD apparatus and process that allows separate chemicals to only mix when and where desired by installing and monitoring a second fore-line. The present invention fulfills the second need of minimizing the reaction of the gases in the pump lines, by allowing the reactive gases or vapors to be removed from the process reactor chamber without coming in contact with one another in an area that would create an unwanted reaction of the process gases or vapors. This is accomplished by providing independent and dedicated pumping lines and corresponding isolation valves that are activated for the specific gas when needed. The separate pump lines allow the gas to be exhausted in a manner that minimizes possible unwanted reaction of the reactive gases. Accordingly, it is an object of the present invention to provide an improved ALD apparatus and process using dispensing fore-lines and a second exhaust path in order to prevent clogging of the exhaust fore-line.

The following detailed description of the preferred embodiments of the present invention can be best understood when read in conjunction with the following drawings, where like structure is indicated with like reference numerals and in which:

- 20 Figure 1 presents an illustration of an ALD apparatus according to one embodiment of the present invention;
- Figure 2 presents an illustration of an ALD apparatus according to another embodiment of the present invention;
- Figure 3 presents an illustration of an ALD apparatus according to still another embodiment of the present invention;
- 25 Figure 4 presents an illustration of an ALD apparatus according to yet another embodiment of the present invention; and
- Figure 5 presents an illustration of an ALD apparatus according to yet another embodiment of the present invention.

30 Referring initially to Fig. 1, an ALD apparatus 2 according to one embodiment of the present invention is illustrated. Fig. 1 illustrates an ALD apparatus 2 comprising a

WO 03/033762

PCT/US02/32741

-3-

process reactor chamber 10, a first dispensing valve 4, a second dispensing valve 8, an isolation valve 24, an exhaust fore-line 22, an exhaust pump 20, and a dispensing fore-line 26. The process reactor chamber 10 includes a first precursor inlet 14, a second precursor inlet 16, and a first chamber outlet 17. The first dispensing valve 4 is coupled to the first precursor inlet 14 of the process reactor chamber 10. The second dispensing valve 8 is coupled to the second precursor inlet 16 of said process reactor chamber 10. The isolation valve 24 is directly coupled to the first chamber outlet 17 of the process reactor chamber 10. The exhaust pump 20 is coupled to the isolation valve 24 by the exhaust fore-line 22, defining an exhaust path. The dispensing fore-line 26 comprises a first end 25 and a second end 27. The first end 25 is coupled to the first dispensing valve 4 and the second end 27 is coupled to the exhaust pump 20.

10 The first dispensing valve 4 allows a first precursor 6 to flow into the process reactor chamber 10 through a first precursor inlet 14. A continuous flow of the first precursor 6 must be maintained. Therefore, the first dispensing valve 4 selectively diverts 15 the direction of the first precursor 6 to the first precursor inlet 14 of the process reactor chamber 10. When the first precursor 6 is not diverted into the process reactor chamber 10, it is sent to the exhaust pump 20 via a dispensing fore-line 26. The dispensing fore-line 26 is used to discard the first precursor 6 when it is not diverted into the first precursor inlet 14. The dispensing fore-line 26 may be used to isolate the first precursor 6 from 20 other chemicals, precursors, and exhausts that would otherwise mix with the first precursor 6 and potentially cause clogging of the first exhaust fore-line 22. Thus, the exhaust fore-line 22 remains clean and flow remains stable and consistent.

The process reactor chamber 10 comprises a first precursor inlet 14, a second precursor inlet 16, a heater 13, a wafer 11, and a shower head device 18. The first precursor inlet 14 and second precursor inlet 16 can share a common opening 12 or 25 alternatively have separate openings. The first precursor inlet 14 may direct the first precursor 6 through a shower head device 18 that distributes the first precursor 6 into the process reactor chamber 10. Once in the process reactor chamber 10 the first precursor 6 is absorbed onto the surface of a wafer 11. The wafer rests on a heater 13. The manner in 30 which absorption of the precursor is achieved is beyond the scope of the present invention

WO 03/033762

PCT/US02/32741

-4-

and is well known in the art. It may be gleaned from any one of a number of teachings relating to atomic layer deposition.

After the first precursor 6 is absorbed onto the wafer 11, unreacted first precursor is purged out of the process reactor chamber 10 by introducing a purge gas via the purge valve 7 into the chamber outlet 17. Unreacted first precursor flows directly into the isolation valve 24 where unreacted first precursor is transferred to the exhaust pump 20 via the exhaust fore-line 22.

The first precursor 6 and second precursor 9 are introduced in separate intervals. Once unreacted first precursor is purged from the process reactor chamber 10 through use of the purging valve 7, the second dispensing valve 8 allows for the introduction of the second precursor 9 into the second precursor inlet 16 and ultimately into the process reactor chamber 10. The second precursor inlet 16 directs the second precursor 9 through a shower head device 18 that distributes the second precursor 9 into the process reactor chamber 10. The second precursor 9 then reacts with the layer formed on the wafer 11 from the first precursor 6, creating a monolayer of film on the wafer 11.

Unreacted second precursor is purged from the process reactor chamber 10, using the purging valve 7, into the chamber outlet 17. Unreacted second precursor flows directly into the isolation valve 24 where unreacted second precursor is transferred to the exhaust pump 20 via the exhaust fore-line 22.

This process of the introduction, reaction, and purging alternating the first precursor 6 with the second precursor 9 is performed at a high rate of speed with continuous successions.

For the purposes of describing and defining the present invention, it is noted that the precise mechanism by which the molecules of the first precursor adhere to the surface of the semiconductor substrate is not the subject of the present invention. The mechanism is merely described herein as 'absorption.' The generic term 'absorption' is intended to cover absorption, adsorption, and any other similar mechanisms by which the precursor may form a monolayer upon the surface of the wafer 11.

The embodiment of the present invention illustrated in Fig. 2 differs from Fig. 1 in that it utilizes a dispensing pump 28. In this embodiment, the first end 25 of the dispensing fore-line 26 is coupled to the dispensing valve 4. The second end 27 of the

WO 03/033762

PCT/US02/32741

-5-

dispensing fore-line 26 is coupled to the dispensing pump 28. The dispensing pump 28 collects the undiverted first precursor 6 so that the undiverted first precursor 6 is isolated from other chemicals, precursors, and exhausts that would otherwise mix with the first precursor 6 and potentially cause clogging of the first exhaust fore-line 22. Thus, the 5 exhaust fore-line 22 remains clean and flow remains stable and consistent.

The embodiment of Fig. 3 differs from that illustrated in Fig. 2 because the second isolation valve 34, the second exhaust fore-line 36, and the second exhaust pump 30 are shown, thus defining a second exhaust path. This second exhaust path is constructed to keep the unreacted first precursor and the unreacted second precursor separate. Thereby, 10 reducing the possibility of mixing and clogging the either of the exhaust fore-lines 22, 36. The second isolation valve 34, the second exhaust fore-line 36, and the second exhaust pump 30 operate in a similar manner as the first isolation valve 24, the first exhaust fore-line 22, and the first exhaust pump 20. After the second precursor 9 is absorbed onto the wafer 11, the unreacted second precursor is purged out of the process reactor chamber 10 15 by introducing a purge gas via the purge valve 7 into the second chamber outlet 29. The unreacted second precursor flows directly into the second isolation valve 34 where the unreacted second precursor is transferred to the second exhaust pump 30 via the second exhaust fore-line 36.

The embodiment in Fig. 3 also differs from that illustrated in Fig. 2 because the 20 dispensing fore-line 26 is connected to the first exhaust path. Specifically, the dispensing fore-line 26 is connected to the first exhaust pump 20. The dispensing valve could alternatively be coupled to the first exhaust fore-line 22 or directly to a dispensing pump 28 as illustrated in Fig. 2.

The embodiment of Fig. 4 differs from that of Fig. 3 because a second dispensing 25 fore-line 36 is extended from the second dispensing valve 8 to the second exhaust path, specifically the second exhaust fore-line 33. The second dispensing fore-line 36 can alternatively be directly connected to the second exhaust pump 30, similar to the embodiment of Fig. 1 or connected to a second dispensing pump, similar to the embodiment of Fig. 2. The second dispensing pump would operate in a similar manner as 30 the first dispensing pump 28 described above. The second dispensing pump collects the undiverted second precursor 9 so that the undiverted second precursor 9 is isolated from

WO 03/033762

PCT/US02/32741

-6-

other chemicals, precursors, and exhausts that would otherwise mix with the second precursor 9 and potentially cause clogging of the second exhaust fore-line 36. Thus, the second exhaust fore-line 36 remains clean and flow remains stable and consistent.

The second dispensing fore-line 36 operates in a similar manner as the first dispensing fore-line 26. The second dispensing fore-line 36 is used to discard the second precursor 9 when it is not diverted into the second precursor inlet 16. The second dispensing fore-line 36 may be used to isolate the second precursor 9 from other chemicals, precursors, and exhausts that would otherwise mix with the second precursor 9 and potentially cause clogging of the second exhaust fore-line 33. Thus, the second exhaust fore-line 33 remains clean and flow remains stable and consistent.

Fig. 5 differs from the previous figures because it does not show the first dispensing fore-line 26 or the second dispensing fore-line 36. Therefore, only the two separate exhaust paths are depicted.

Having described the invention in detail and by reference to preferred embodiments thereof, it will be apparent that modifications and variations are possible without departing from the scope of the invention defined in the appended claims. More specifically, although some aspects of the present invention are identified herein as preferred or particularly advantageous, it is contemplated that the present invention is not necessarily limited to these preferred aspects of the invention.

WO 03/033762

PCT/US02/32741

-7-

CLAIMS

5 1. An atomic layer deposition apparatus comprising:

a process reactor chamber comprising a first precursor inlet, a second
precursor inlet, and a first chamber outlet;

10 a first dispensing valve coupled to said first precursor inlet of said process
reactor chamber;

a second dispensing valve coupled to said second precursor inlet of said
process reactor chamber;

15 a first exhaust path coupled to said process reactor chamber configured to
be selectively isolated from said process reactor chamber; and

20 a first dispensing fore-line comprising a first end and a second end, wherein
said first end is coupled to said first dispensing valve and said second end of said
first dispensing fore-line is coupled to one of said first exhaust path or a first
dispensing pump.

25 2. An apparatus as claimed in claim 1, wherein said second end of said first
dispensing fore-line is coupled to said first exhaust path.

30 3. An apparatus as claimed in claim 1, wherein said first exhaust path further
comprises a first exhaust pump, a first isolation valve, and a first exhaust fore-line,
wherein said first exhaust pump is coupled to said first isolation valve by said first exhaust
fore-line.

WO 03/033762

PCT/US02/32741

-8-

4. An apparatus as claimed in claim 3, wherein said first exhaust path is isolated from said process reactor chamber when said first isolation valve is in a closed state.

5. An apparatus as claimed in claim 3, wherein said first isolation valve is directly coupled to a first chamber outlet of said process reactor chamber.

6. An apparatus as claimed in claim 3, wherein said second end of said first dispensing fore-line is coupled to said first isolation valve of said first exhaust path.

10 7. An apparatus as claimed in claim 3, wherein said second end of said first dispensing fore-line is coupled to said first exhaust pump of said first exhaust path.

8. An apparatus as claimed in claim 3, wherein said second end of said first dispensing fore-line is coupled to said first exhaust fore-line of said first exhaust path.

15 9. An apparatus as claimed in claim 1, wherein said apparatus further comprises a second exhaust path coupled to a second chamber outlet.

10 20 10. An apparatus as claimed in claim 9, wherein said second exhaust path comprises a second exhaust pump, a second isolation valve, and a second exhaust fore-line, wherein said second exhaust pump is coupled to said second isolation valve by said second exhaust fore-line.

11. An apparatus as claimed in claim 9, wherein said second exhaust path is isolated from said process reactor chamber when said isolation valve is in a closed state.

25 12. An apparatus as claimed in claim 9, wherein said second isolation valve is directly coupled to a second chamber outlet of said process reactor chamber.

30 13. An apparatus as claimed in claim 1, wherein said second end of said first dispensing fore-line is coupled to said first dispensing pump.

WO 03/033762

PCT/US02/32741

-9-

14. An apparatus as claimed in claim 1, wherein said apparatus further comprises a second dispensing fore-line comprising a first end and a second end, wherein said first end is coupled to said second dispensing valve and said second end of said second dispensing
5 fore-line is coupled to a second exhaust path.

15. An apparatus as claimed in claim 14, wherein said second exhaust path comprises a second exhaust pump, a second isolation valve, and a second exhaust fore-line, wherein said second exhaust pump is coupled to said second isolation valve by said second exhaust
10 fore-line.

16. An apparatus as claimed in claim 15, wherein said second end of said second dispensing fore-line is coupled to said second isolation valve of said second exhaust path.

15 17. An apparatus as claimed in claim 15, wherein said second end of said second dispensing fore-line is coupled to said second exhaust pump of said second exhaust path.

18. An apparatus as claimed in claim 15, wherein said second end of said second dispensing fore-line is coupled to said second exhaust fore-line of said second exhaust
20 path.

19. An apparatus as claimed in claim 1, wherein said apparatus further comprises a second dispensing fore-line comprising a first end and a second end, wherein said first end is coupled to said second dispensing valve and said second end of said second dispensing
25 fore-line is coupled to a second dispensing pump.

20. An apparatus as claimed in claim 1, wherein said process reactor chamber comprises a second chamber outlet.

30 21. An apparatus as claimed in claim 1, wherein said apparatus further comprises a first vapor supply coupled to said first precursor inlet.

WO 03/033762

PCT/US02/32741

-10-

22. An apparatus as claimed in claim 1, wherein said apparatus further comprises a second vapor supply coupled to said second precursor inlet.

5 23. An apparatus as claimed in claim 1, wherein said first precursor inlet and said second precursor inlet share a common opening.

24. An apparatus as claimed in claim 1, wherein said first precursor inlet and said second precursor inlet have separate openings.

10

25. An apparatus as claimed in claim 1, wherein said apparatus comprises a purging valve.

15

26. An apparatus as claimed in claim 1, wherein said process reactor chamber further includes a shower head device.

27. An atomic layer deposition apparatus comprising:

a process reactor chamber;

20

a first isolation valve directly coupled to a first chamber outlet of said process reactor;

25

a first exhaust pump coupled to said first isolation valve by a first exhaust fore-line;

a second isolation valve directly coupled to a first chamber outlet of said process reactor; and

30

a second exhaust pump coupled to said second isolation valve by a second exhaust fore-line.

28. An apparatus as claimed in claim 27, wherein said apparatus comprises a purging valve.

5 29. An apparatus as claimed in claim 27, wherein said process reactor chamber further includes a shower head device.

30. An apparatus as claimed in claim 27, wherein said process reactor chamber comprises a first precursor inlet, a second precursor inlet, a first chamber outlet, and a second chamber outlet.

10

31. An apparatus as claimed in claim 30, wherein said apparatus further comprises a first vapor supply coupled to said first precursor inlet.

15

32. An apparatus as claimed in claim 30, wherein said apparatus further comprises a second vapor supply coupled to said second precursor inlet.

33. An apparatus as claimed in claim 30, wherein said first precursor inlet and said second precursor inlet share a common opening.

20

34. An apparatus as claimed in claim 30, wherein said first precursor inlet and said second precursor inlet have separate openings.

35. A process for atomic layer deposition comprising:

25

introducing a first precursor into a first precursor inlet of a process reactor chamber;

controlling said process reactor chamber for absorption of said first precursor onto a substrate;

30

purging said chamber of unabsorbed first precursor;

WO 03/033762

PCT/US02/32741

-12-

introducing a second precursor into a second precursor inlet of said process reactor chamber;

5 controlling said process reactor chamber for reaction of said second precursor with said first precursor; and

 purging said process reactor chamber of unreacted second precursor.

10 36. A process as claimed in claim 35, wherein said process further comprises controlling a first dispensing valve to alternate between a first inlet state and a first bypass state, wherein said first inlet state is characterized by diversion of said first precursor to said first precursor inlet of said process reactor chamber and wherein said first bypass state is characterized by diversion of said first precursor to a first fore-line coupled to said first dispensing valve.

37. A process as claimed in claim 36, wherein said controlling of said first dispensing valve further comprises maintaining a continuous flow of said first precursor.

20 38. A process as claimed in claim 36, wherein said process further includes the step of emptying said first precursor diverted to said first fore-line to a first exhaust pump coupled to said fore-line.

39. A process as claimed in claim 36, wherein said process further includes the step of 25 emptying said first precursor diverted to said fore-line to said first exhaust path coupled to said first fore-line.

40. A process as claimed in claim 36, wherein said process further includes the step of 30 emptying said first precursor diverted to said first fore-line to a first dispensing pump coupled to said first fore-line.

WO 03/033762

PCT/US02/32741

-13-

41. A process as claimed in claim 35, wherein said process further comprises controlling a second dispensing valve to alternate between a second inlet state and a second bypass state, wherein said second inlet state is characterized by diversion of a second precursor to a second precursor inlet of a process reactor chamber and wherein said 5 second bypass state is characterized by diversion of said second precursor to a second fore-line coupled to said second dispensing valve.

42. A process as claimed in claim 41, wherein said controlling of said first dispensing valve further comprises maintaining a continuous flow of said second precursor.

10

43. A process as claimed in claim 41, wherein said process further includes the step of emptying said second precursor diverted to said second fore-line to a second exhaust pump coupled to said second fore-line.

15

44. A process as claimed in claim 41, wherein said process further includes the step of emptying said second precursor diverted to said second fore-line to said second exhaust path coupled to said second fore-line.

20

45. A process as claimed in claim 41, wherein said process further includes the step of emptying said second precursor diverted to said second fore-line to a second dispensing pump coupled to said second fore-line.

25

46. A process as claimed in claim 35, wherein said process further includes diverting selectively said first precursor into said first precursor inlet of said process reactor chamber while maintaining a continuous flow of said first precursor.

30

WO 03/033762

PCT/US02/32741

-14-

48. A process as claimed in claim 35, wherein said purging said process reactor chamber of said unabsorbed first precursor further comprises opening a first isolation valve coupled to a first exhaust outlet in said reactor chamber.

5 49. A process as claimed in claim 48, wherein said first isolation valve and said first exhaust outlet define said first exhaust path.

50. A process as claimed in claim 35, wherein said purging said process reactor chamber of said unreacted second precursor further comprises opening a second isolation 10 valve coupled to a second exhaust outlet in said reactor chamber.

51. A process as claimed in claim 50, wherein said second isolation valve and said second exhaust outlet define a second exhaust path.

15 52. A process as claimed in claim 35, wherein said purging said process reactor chamber of said unabsorbed first precursor further comprises opening a first isolation valve coupled to a first exhaust outlet in said reactor chamber and said purging said process reactor chamber of said unreacted second precursor further comprises opening a second isolation valve coupled to a second exhaust outlet in said reactor chamber.

20 53. A process as claimed in claim 52, wherein said first isolation valve is opened while said second isolation valve is closed.

54. A process as claimed in claim 52, wherein said second isolation valve is opened 25 while said first isolation valve is closed.

55. A process as claimed in claim 52, wherein said first isolation valve is opened while said second isolation valve is closed and said second isolation valve is opened while said first isolation valve is closed.

WO 03/033762

PCT/US02/32741

-15-

56. A process as claimed in claim 52, wherein said first isolation valve is independent of said second isolation valve.

57. A process as claimed in claim 52, wherein said first exhaust outlet is independent 5 of said second exhaust outlet.

58. A process as claimed in claim 35, wherein said purging said process reactor chamber by opening a first exhaust path to remove unabSORBED first precursor from said process reactor chamber.

10

59. A process as claimed in claim 35, wherein said purging said process reactor chamber by opening a second exhaust path to remove unreacted second precursor from said process reactor chamber.

15

60. A process as claimed in claim 35, wherein said purging said process reactor chamber by opening a first exhaust path to remove unabSORBED first precursor from said process reactor chamber and said purging said process reactor chamber by opening a second exhaust path to remove unreacted second precursor from said process reactor chamber.

20

61. A process as claimed in claim 60, wherein said first exhaust path is opened while said second exhaust path is closed.

25

62. A process as claimed in claim 60, wherein said second exhaust path is opened while said first exhaust path is closed.

63. A process as claimed in claim 60, wherein said first exhaust path is opened while said second exhaust path is closed and said second exhaust path is opened while said first exhaust path is closed.

30

WO 03/033762

PCT/US02/32741

-16-

64. A process as claimed in claim 60, wherein said first exhaust path is independent of said second exhaust path.

WO 03/033762

PCT/US02/32741

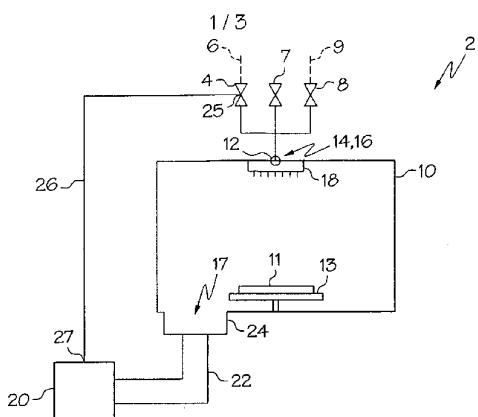


FIG. 1

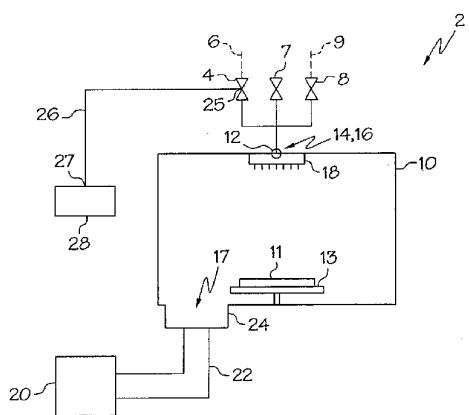


FIG. 2

WO 03/033762

PCT/US02/32741

2/3

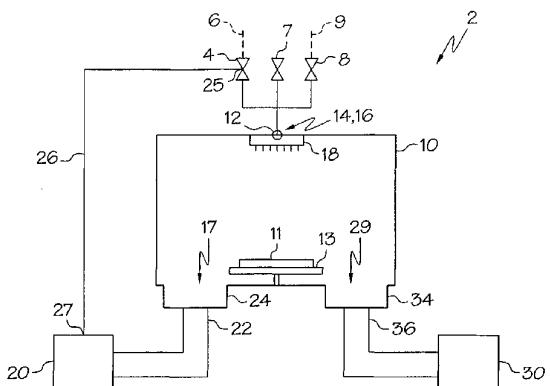


FIG. 3

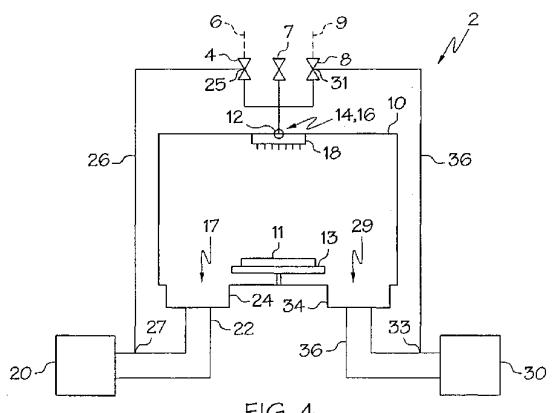


FIG. 4

WO 03/033762

PCT/US02/32741

3 / 3

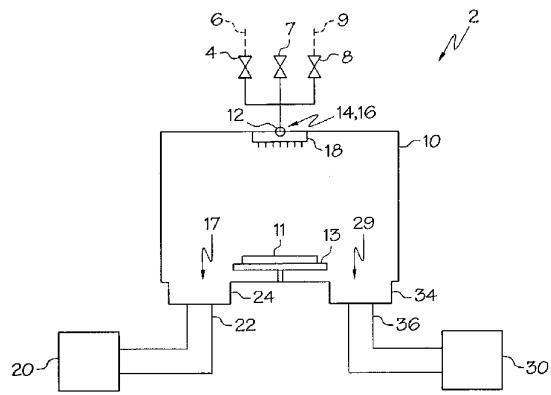


FIG. 5

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No. PCT/US 02/32741
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 C23C16/44 C23C16/455		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 C23C C30B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) PAJ, WPI Data, EPO-Internal, IBM-TDB		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 674 563 A (SOUTOME YOSHIHIRO ET AL) 7 October 1997 (1997-10-07) column 10, line 35 -column 11, line 57; figure 1 ---	1-5, 7, 21, 22, 24 6, 8, 20, 25, 26, 34
X	EP 0 651 432 A (KYOHARA MASAKO) 3 May 1995 (1995-05-03) page 4, line 45 -page 5, line 12; figure 1 ---	1, 13, 23
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 481 (E-838), 31 October 1989 (1989-10-31) & JP 01 189114 A (NEC CORP), 28 July 1989 (1989-07-28) abstract ---	20, 25, 26 27, 30-33
Y	---	28, 29, 34 -/-
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C		<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.
* Special categories of cited documents :		
A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance		
E earlier document but published on or after the international filing date		
L document which may throw doubts on priority, claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)		
O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		
P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report	
27 March 2003	03/04/2003	
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5016 Patentkant 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2040, Fax: 31 651 epo nl Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Ekhult, H	

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No PCT/US 02/32741
C(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No
X	US 6 270 572 B1 (LEE SANG-IN ET AL) 7 August 2001 (2001-08-07)	35
Y	column 4, line 50 -column 6, line 29; figure 10 ---	9,11,12, 26,28, 29,36-64
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 090 (E-1040), 5 March 1991 (1991-03-05) & JP 02 304916 A (NEC CORP), 18 December 1990 (1990-12-18) abstract ---	9,11,12, 20,48-64
Y	US 5 601 651 A (WATABE MASAHIRO) 11 February 1997 (1997-02-11) column 2, line 6 -column 3, line 22; figure 1 ---	36-47
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 139 (E-1053), 9 April 1991 (1991-04-09) & JP 03 019211 A (FUJITSU LTD), 28 January 1991 (1991-01-28) abstract ---	6,8,36, 41
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 340 (E-1389), 28 June 1993 (1993-06-28) & JP 05 047665 A (FUJITSU LTD), 26 February 1993 (1993-02-26) abstract ---	25
A	US 5 250 323 A (MIYAZAKI SHINJI) 5 October 1993 (1993-10-05) figure 2 ---	19

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT				International Application No PCT/US 02/32741
Information on patent family members				
Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 5674563	A 07-10-1997	JP 3328389 B2 JP 7090587 A	24-09-2002 04-04-1995	
EP 0651432	A 03-05-1995	JP 3332053 B2 JP 7122498 A CA 2134426 A1 DE 69417682 D1 DE 69417682 T2 EP 0651432 A1 KR 138609 B1 SG 45144 A1 US 5488967 A	07-10-2002 12-05-1995 28-04-1995 12-05-1999 05-01-2000 03-05-1995 15-06-1998 16-01-1998 06-02-1996	
JP 01189114	A 28-07-1989	NONE		
US 6270572	81 07-08-2001	KR 2000013329 A CN 1244598 A DE 19853598 A1 GB 2340508 A ,B JP 2000054134 A TW 432119 B	06-03-2000 16-02-2000 10-02-2000 23-02-2000 22-02-2000 01-05-2001	
JP 02304916	A 18-12-1990	JP 2743471 B2	22-04-1998	
US 5601651	A 11-02-1997	JP 6147329 A US 5811349 A	27-05-1994 22-09-1998	
JP 03019211	A 28-01-1991	NONE		
JP 05047665	A 26-02-1993	NONE		
US 5250323	A 05-10-1993	JP 3146670 A JP 6086661 B DE 69010835 D1 DE 69010835 T2 EP 0426105 A1 KR 9407866 B1	21-06-1991 02-11-1994 25-08-1994 08-12-1994 08-05-1991 26-08-1994	

Form PCT/ISA210 (patent family annex) (July 1995)

フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,N0,NZ,OM,PH,PL,PT,RO,RU,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,UZ,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(74)代理人 100080137

弁理士 千葉 昭男

(74)代理人 100096013

弁理士 富田 博行

(74)代理人 100093089

弁理士 佐久間 滋

(72)発明者 キャンベル, フィリップ・エイチ

アメリカ合衆国アイダホ州83642,メリディアン,ミュール・ディアー・ウェイ 2724

(72)発明者 クビシュタ, デイビッド・ジェイ

アメリカ合衆国アイダホ州83686,ナンパ,スカイビュー・ストリート 13389

F ターム(参考) 4K030 EA01 KA28 KA45

5F045 AA03 AF01 BB16 DP03 DQ10 EE17