

(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2009-540122
(P2009-540122A)

(43) 公表日 平成21年11月19日(2009.11.19)

(51) Int.Cl.

C23C 16/54 (2006.01)
C23C 16/455 (2006.01)
H01L 21/285 (2006.01)

F 1

C 23 C 16/54
C 23 C 16/455
H 01 L 21/285

テーマコード(参考)

4 K 0 3 0
4 M 1 0 4

C

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2009-514435 (P2009-514435)
 (86) (22) 出願日 平成19年4月5日 (2007.4.5)
 (85) 翻訳文提出日 平成20年12月4日 (2008.12.4)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2007/066029
 (87) 國際公開番号 WO2008/057625
 (87) 國際公開日 平成20年5月15日 (2008.5.15)
 (31) 優先権主張番号 11/446,077
 (32) 優先日 平成18年6月5日 (2006.6.5)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 390041542
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
 GENERAL ELECTRIC COMPANY
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ
 クタディ、リバーロード、1番
 (74) 代理人 100093908
 弁理士 松本 研一
 (74) 代理人 100105588
 弁理士 小倉 博
 (74) 代理人 100129779
 弁理士 黒川 俊久
 (74) 代理人 100137545
 弁理士 荒川 聰志

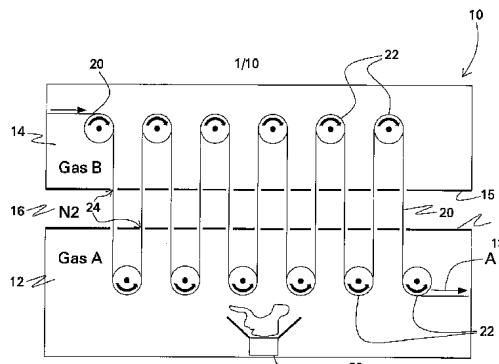
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】連続送り物体へのロールツーロール原子層堆積システム及び方法

(57) 【要約】

本発明の実施形態はロールツーロール原子層堆積(A
L D)装置を含む。装置は、原子層を堆積すべき基材と
A L D前駆体ガスを収容する種々のチャンバとの間に相
対運動を起こさせる機構を備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

連続ロールツーロール原子層堆積装置。

【請求項 2】

第1前駆体ガスを導入するのに適した少なくとも1つの第1チャンバ、

第2前駆体ガスを導入するのに適した少なくとも1つの第2チャンバ、及び

基材を第1チャンバ及び第2チャンバを通して搬送するのに適した少なくとも1つのローラを備え、

第1前駆体ガスが基材上に第1の単層を形成し、第2前駆体ガスが基材上に第2の単層を形成する、請求項1記載の装置。

10

【請求項 3】

さらに、不活性ガスを導入するのに適した第3チャンバを備え、第3チャンバが第1チャンバと第2チャンバの間に順次配置されている、請求項2記載の装置。

【請求項 4】

さらに、第1チャンバ及び第2チャンバの少なくともいずれかに配置された表面活性化機構を備え、前記表面活性化機構がプラズマ源、電子線、紫外線、オゾン、コロナ、ACスパッタリング及びDCスパッタリングからなる群から選択される少なくとも1つを含む、請求項2記載の装置。

【請求項 5】

前記チャンバがチャンバ間での基材の移送を可能にするバッフルを備え、前記バッフルの寸法が、第1チャンバ以外のチャンバ内で基材上に第1前駆体ガスが堆積するのを阻止し、かつ第2チャンバ以外のチャンバ内で基材上に第2前駆体ガスが堆積するのを阻止する寸法である、請求項2記載の装置。

20

【請求項 6】

第1及び第2チャンバが第1圧力に維持され、第1圧力よりも高い第2圧力の区域によって互いに分離されている、請求項2記載の装置。

【請求項 7】

第1前駆体ガスを導入するのに適した少なくとも1つの第1チャンバ、

第2前駆体ガスを導入するのに適した少なくとも1つの第2チャンバ、及び

基材上への原子層堆積を行うために、基材を第1チャンバ及び第2チャンバに搬送する搬送手段を備え、

30

バッフルを有する壁によって各第1チャンバが各第2チャンバから分離されている、請求項1記載の装置。

【請求項 8】

前記バッフルがレッジを含む、請求項7記載の装置。

【請求項 9】

前記レッジが歯を含む、請求項8記載の装置。

【請求項 10】

少なくとも1つの第3チャンバを備え、各第3チャンバが各第1チャンバと各第2チャンバ間に配置されている、請求項7記載の装置。

40

【請求項 11】

第1前駆体ガスを導入するのに適した少なくとも1つの第1チャンバ、

第2前駆体ガスを導入するのに適した少なくとも1つの第2チャンバ、

キャリヤ又は不活性ガスを導入するのに適した少なくとも1つの第3チャンバ、及び

基材上への原子層堆積を行うために、基材を第1、第2及び第3チャンバに搬送する搬送手段を備え、

各第3チャンバが各第1チャンバと各第2チャンバを分離している、請求項1記載の装置。

【請求項 12】

第1前駆体ガスを導入するのに適した少なくとも1つの第1チャンバ、

50

第2前駆体ガスを導入するのに適した少なくとも1つの第2チャンバ、第1チャンバと第2チャンバを分離する少なくとも1つの真空チャンバ、及び基材上への原子層堆積を行うために、基材を前記チャンバに搬送する搬送手段を備える、請求項1記載の装置。

【請求項13】

キャリヤ又は不活性ガスを導入するのに適した少なくとも1つの第3チャンバを備える、請求項12記載の装置。

【請求項14】

内部に基材を搬送できるように構成されたチャンバ、

第1配管及び第2配管のセットであって、第1前駆体ガス及び第2前駆体ガスそれぞれを順次かつ別々に導入することができる配管と弁とを含む配管セット、及び

第1前駆体ガスと第2A L D前駆体ガスとの早期相互混合を防止する第3配管のセットを備える、請求項1記載の装置。

【請求項15】

第3配管が、第1前駆体ガスの導入と第2前駆体ガスの導入の間に前記チャンバを順次排気する真空配管を含む、請求項14記載の装置。

【請求項16】

第3配管が、第1前駆体ガスの導入と第2前駆体ガスの導入の間にキャリヤ又は不活性ガスの導入するキャリヤ又は不活性ガス配管を含む、請求項14記載の装置。

【請求項17】

第1前駆体ガスを導入するのに適した少なくとも1つの第1チャンバ、第2前駆体ガスを導入するのに適した少なくとも1つの第2チャンバ、及び少なくとも1つの第3チャンバを含む回転可能なディスク、

前記回転ディスクを部分的に遮蔽するカバー、及び

基材を前記回転ディスクの非遮蔽部分に通過させる搬送機構を備える、請求項1記載の装置。

【請求項18】

各第3チャンバが各第1チャンバと各第2チャンバ間に配置された、請求項17記載の装置。

【請求項19】

第3チャンバがキャリヤ又は不活性ガスを受けとるか真空に排気される構成である、請求項17記載の装置。

【請求項20】

プラスチックフィルム、プラスチックシート、金属シート、金属フィルムもしくはガラスシートからなる基材又はガラス、金属もしくはプラスチック基材上に形成された光電子デバイス上に原子層堆積を行うよう構成されている、請求項1記載の装置。

【請求項21】

有機発光デバイス(O L E D)、可撓性ディスプレイコーティング、R F I D、M E M S、光学的コーティング、可撓性基材上の電子層、可撓性基材上の薄膜、エレクトロクロミック層又は光起電力層を形成するための、請求項20記載の装置。

【請求項22】

第1場所に第1ガス原料を導入し、

基材と第1場所間に相対運動を誘起し、

第2場所に第2ガス原料を導入し、

基材と第2場所間に相対運動を誘起する工程を含み、

第1ガス原料からの第1前駆体ガスが基材上に第1の単層を形成し、第2ガス原料からの第2前駆体ガスが基材上に第2の単層を形成する、

基材上にコーティングをロールツーロール原子層堆積する方法。

【請求項23】

第1場所が第1ガス原料を導入するのに適した第1チャンバを含む、請求項22記載の方

10

20

30

40

50

法。

【請求項 2 4】

基材と第1場所間に相対運動を誘起する工程で、基材を第1場所に通過搬送する、請求項22記載の方法。

【請求項 2 5】

基材を第1場所に通過搬送する工程で、基材を複数のローラ上に置き、ローラが基材を第1場所に貫通移動させるのに十分な力を基材に付与する、請求項24記載の方法。

【請求項 2 6】

基材と第2場所間に相対運動を誘起する工程で、基材を第2場所に通過搬送する、請求項25記載の方法。

10

【請求項 2 7】

基材を第2場所に通過搬送する工程で、基材を複数のローラ上に置き、ローラが基材を第2場所に貫通移動させるのに十分な力を基材に付与する、請求項26記載の方法。

【請求項 2 8】

前記搬送工程で、基材を複数のローラに掛け渡し、ローラの一部が第1場所内に位置し、ローラの別の部分が第2場所内に位置する、請求項27記載の方法。

【請求項 2 9】

第1場所と第2場所の間に、第1場所及び第2場所の圧力より高い圧力で不活性ガスを導入するのに適したチャンバが介在する、請求項28記載の方法。

20

【請求項 3 0】

前記導入工程で、第1ガス原料を複数の第1場所に導入し、第2ガス原料を複数の第2場所に導入し、複数のローラの一部が複数の第1場所の一つ内に位置し、複数のローラの一部が複数の第2場所の一つ内に位置する、請求項28記載の方法。

【請求項 3 1】

さらに、第1場所又は第2場所いずれかで表面活性化処理を導入する工程を含み、前記表面活性化処理はプラズマ源、電子線、紫外線、オゾン、コロナ、ACスパッタリング及びDCスパッタリングからなる群から選択される1つ以上を含む、請求項22記載の方法。

【請求項 3 2】

基材と第1場所間に相対運動を誘起する工程で、第1場所を基材に隣接移動する、請求項22記載の方法。

30

【請求項 3 3】

第1場所を基材に隣接移動する工程で、第1場所を基材に隣接する非遮蔽位置に回転する、請求項32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、一般に材料の原子層堆積に関し、特に連続送り物体上への原子層堆積に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

原子層堆積 (ALD ; atomic layer deposition) は、超高透過性バリヤなどの順応性コーティングを作製するのに適当な堆積技術である。用語「超高透過性バリヤ」は、水蒸気透過率が 0.1 グラム / 平方メートル / 日 (g / m² / day) 未満であるバリヤ、特に 10^{-6} g / m² / day 以下のように低いバリヤを意味する。現在知られているALD技術の1つの短所は、堆積速度が例えば $0.1 \sim 1$ nm / min のように比較的遅いことである。特に、周知のALD技術は、原子層堆積を行うのに必要な2つの前駆体ガスの切換に必要とされる時間のため、堆積速度が限定される。

40

【0 0 0 3】

現在知られているALD技術のもう1つの短所は、堆積が物体に対してバッチプロセスで実施されることである。バッチプロセスのため、公知のALD技術で認められる限られ

50

た堆積速度はさらに悪化する。

【非特許文献 1】M. Yan, et al., "A Transparent, High Barrier, and High Heat Substrate for Organic Electronics," IEEE, V. 93, N. 8, August 2005, p. 1468-1477

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

したがって、公知の A L D 技術で認められる短所の幾つかを軽減する A L D 技術が必要とされている。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の一実施形態は、連続ロールツーロール原子層堆積装置に関する。

【0006】

一実施形態の連続ロールツーロール原子層堆積装置は、第 1 前駆体ガスを導入するのに適した少なくとも 1 つの第 1 チャンバ、第 2 前駆体ガスを導入するのに適した少なくとも 1 つの第 2 チャンバ、及び基材を第 1 チャンバ及び第 2 チャンバを通して搬送するのに適した少なくとも 1 つのローラを備える。第 1 前駆体ガスが基材上に第 1 の単層を形成し、第 2 前駆体ガスが第 1 単層上に第 2 の単層を形成して、所望のフィルムの層を形成する。このサイクルを所望の厚さに達するまで繰り返すことができる。

【0007】

本発明の別の実施形態は、基材上にコーティングをロールツーロール原子層堆積する方法である。本方法は、第 1 場所に第 1 ガス原料を導入し、基材と第 1 場所間に相対運動を誘起し、第 2 場所に第 2 ガス原料を導入し、基材と第 2 場所間に相対運動を誘起する工程を含む。第 1 ガス原料からの第 1 前駆体ガスが基材上に第 1 の単層を形成し、第 2 ガス原料からの第 2 前駆体ガスが第 1 の単層上に第 2 の単層を形成する。

【0008】

上記その他の利点及び特徴を一層簡単に理解できるように、以下に添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態を詳細に説明する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

図 1 に、ロールツーロール原子層堆積 (A L D) 装置 10 を示す。 A L D 装置 10 は、基材上に原子層堆積工程を実施する目的で、装置内に基材 20 を連続移動できるよう構成されている。原子層堆積を行う基材 20 の例には、プラスチックフィルム、プラスチックシート、金属シート、金属フィルム、並びにガラスシート、ガラス、金属もしくはプラスチック基材上に形成された光電子デバイス、及び超高透過性バリヤコーティングを必要とする他の材料がある。ロールツーロール A L D 装置の説明は単一の基材 20 上に堆積を行う例を示しているが、その代わりに、ウェブを用いて複数の連続送り個別物体を搬送してもよい。 A L D プロセスの可能な適用例には、有機発光デバイス (O L E D) 、可撓性ディスプレイコーティング (例えば L C D 用皮膜、電気泳動効果皮膜) 、 R F I D 、 M E M S 、光学的コーティング、可撓性基材上の電子層、可撓性基材上の薄膜、エレクトロクロミック層及び光起電力層がある。

【0010】

図 1 に示すように、 A L D 装置 10 は、第 1 A L D チャンバ 12 、第 2 A L D チャンバ 14 、及び両チャンバ間に位置する第 3 チャンバ 16 を含む。第 1 A L D 前駆体ガスを第 1 A L D チャンバ 12 に導入し、第 2 A L D 前駆体ガスを第 2 A L D チャンバ 14 に導入する。第 3 チャンバ 16 は、窒素などのキャリヤガス、又はアルゴンなどの不活性ガスを受けとる構造となっている。不活性ガスをチャンバ 16 に、第 1 及び第 2 A L D 前駆体ガスをそれぞれのチャンバ 12 及び 14 に導入する際の圧力より高い圧力で導入することができる。

【0011】

第 1 A L D チャンバ 12 は第 3 チャンバ 16 から壁 13 によって分離されており、第 2

10

20

30

40

50

ALD チャンバ 14 は第 3 チャンバ 16 から壁 15 によって分離されている。壁 13 及び 15 はそれぞれ複数のバッフル 24 を含み、基材 20 がこれらのバッフル 24 に貫通延在する。壁 13, 15 は所望の ALD ガス及び ALD 処理条件と両立する材料から形成するのが好ましい。基材 20 と壁 13, 15 との接触を少なくして基材 20 への欠陥を抑制するべきである。バッフル 24 は、(a) 基材 20 の表面が壁 13 又は 15 と接触する可能性を抑制する、そして (b) 第 1 及び第 2 ALD 前駆体ガスの早期相互混合を防止するという 2 つの条件を満たす寸法及び形状となっている。

【0012】

複数のローラ 22 が第 1 ALD チャンバ 12 及び第 2 ALD チャンバ 14 のそれぞれに配置され、基材はローラ 22 のまわりにかつバッフル 24 を掛け渡され、こうして基材 20 をチャンバ 12, 14, 16 のそれぞれに通過搬送することができる。ローラ 22 はドラム、スピンドル、スプール、その他回転可能な構造をもつ同様の装置とすることができる。(図示のように) 方向 A への力により基材 20 に運動を付与することができ、或いはその代わりに、方向 A とは反対の方向への力により基材 20 に運動を付与することができる。各ローラ 22 は、基材 20 が特定のローラ 22 から解放されると、次のローラ 22 に向かって鉛直に延在するように、配置することができる。このような配列により、壁 13, 15 に設けるバッフル 24 の設計が簡単になる。基材 20 を ALD チャンバ 12, 14 に通過移動することにより、多数の層を比較的短い時間で形成することができる。

【0013】

なお、ローラ 22 と基材 20 との間の接触を最小限に維持すべきである。このことは、スプール形状の(直径が端部に向かって大きくなる)ローラ 22 を用い、基材 20 をローラ 22 の大きい直径部分に乗せることによって、達成できる。或いはまた、基材 20 が各ローラ 22 のまわりに巻き付くにつれて基材 20 を保持する把持具をローラ 22 の縁部に設けることもできる。いずれの配列によっても、原子層堆積の終了後に、ローラ 22 のどこかの部分に接触した基材 20 の部分を薄く切り取ることができる。

【0014】

所望に応じてプラズマ源 30 を ALD チャンバ 12 及び 14 のいずれか又は両方内に配置することができる。プラズマ源 30 又は他の表面活性化法、例えば電子線、紫外線、オゾンもしくはコロナ処理を用いて、反応速度を上げ、層品質を向上させることができる。所望に応じて、ロールツーロール法と組み合わせて、AC 又は DC スパッタリングを行うことができる。このようなスパッタリングは、化学反応速度を上げ、最適な基材温度を下げ、またより緻密な堆積につながる。このような配置の場合、壁 13, 15 を非金属・非磁性材料から形成すべきである。

【0015】

なお、熱を基材に付与して ALD 処理を容易にすることができる。システムに熱を付与する適当な方法のいずれでも十分である。例えば、ローラ 22 を加熱するか、前駆体ガスを ALD チャンバに導入する前に予熱するか、加熱機構に通すことができる。さらに、壁 13, 15 に設けたヒータでチャンバ内に熱を輻射してもよい。ALD 処理に十分な熱は室温から 400 までの温度とすべきである。

【0016】

次に図 2 を参照すると、ここに示したロールツーロール ALD 装置 10' は、複数の第 1 ALD チャンバ 12a ~ 12c、複数の第 2 ALD チャンバ 14a ~ 14c 及び複数の第 3 チャンバ 16a ~ 16e を含む。図示のように、各第 3 チャンバ 16 は 1 つの第 1 ALD チャンバ 12 と 1 つの第 2 ALD チャンバ 14 の間に介在する。バッフル 24 がチャンバ 12a ~ 16e のそれぞれの壁に形成されている。ローラ 22 は第 1 ALD チャンバ 12a 及び第 2 ALD チャンバ 14c 内に配置されている。第 3 チャンバ 16a ~ 16e は、窒素などのキャリヤガスを受けとり、第 1 ALD チャンバ 12a ~ 12c に入ったガスと第 2 ALD チャンバ 14a ~ 14c に入ったガスとの早期相互混合を防止するように構成されている。

【0017】

10

20

30

40

50

図3は、第1ALDチャンバ12と第2ALDチャンバ14との間に第3チャンバ16が介在するロールツーロールALD装置110を示す。ローラ122が第1ALDチャンバ12及び第2ALDチャンバ14内に配置されている。ローラ122は図1及び図2のローラ22とは寸法とバッフルに対する位置が異なるだけである。具体的には、ローラ122はローラ22より小さい。また、ローラ122はバッフル124に対して、基材20が壁13, 15に対して90°でない角度で各バッフル124を貫通するように、配置されている。かくして、バッフル124は、基材20を受け入れるため、バッフル24よりも幾分大きめな形状とされる。第3チャンバ16はALDチャンバ12, 14内に維持される圧力より高い圧力に維持される。そのような高い圧力は、不活性ガスを第3チャンバ16に高い圧力をもたらすのに十分な速度で流すことにより、維持できる。不活性ガスは、方向B、方向Bに反対の方向、又は方向Bに直行する方向(例えば紙面に対して上下の方向)いずれに流してもよい。所望に応じて、プラズマ源30をALDチャンバ12, 14のいずれか又は両方に配置することができる。

10

【0018】

図4はロールツーロールALD装置210を示す。この装置210は、順次交互に配置された複数の第1ALDチャンバ212及び複数の第2ALDチャンバ214を含む。各チャンバ212, 214は基材20の表面に向かって開口している。壁226でチャンバ212, 214を分離する。基材20が方向Cにチャンバ212, 214を通過移動する際に、各チャンバは順次基材20への原子層堆積用の特定のガスを受けとる。具体的には、第1ALD前駆体ガスが1番目の第1ALDチャンバ212に入る。基材20が第1ALDチャンバ212の上を移動するにつれて、第1ALD前駆体ガスが基材20上に単層を形成する。次に、第2ALD前駆体ガスが1番目の第2ALDチャンバ214に入る。基材20が第2ALDチャンバ214の上を移動するにつれて、第2ALD前駆体ガスが基材20上に第2の単層を形成する。基材20が後続のチャンバ212, 214の上を移動するにつれて、このプロセスが継続する。なお、第1及び第2ALDチャンバ212, 214を基材20の片側に示したが、追加のALDチャンバ212, 214を基材20の反対側に配置することもできる。

20

【0019】

図5はロールツーロールALD装置210の一部を示す。特に、図5は数個のチャンバ212, 214だけを示す。壁226にレッジ(ledge)224を設けて、第1ALD前駆体ガスと第2ALD前駆体ガスとの早期相互混合を防止することができる。ロールツーロールALD装置210の別の例を図6に示す。具体的には、第3チャンバ216が第1ALDチャンバ212と第2ALDチャンバ214の間に介在する。第3チャンバは不活性ガス又はキャリヤガスを受けとるか、図示のように少なくとも減圧を生成することができる。この配置によって、ALD前駆体ガス同士の早期相互混合を軽減する。

30

【0020】

図7は図5に示したレッジ224の別の例を示す。具体的には、レッジ224'を各壁226の端部に配置することができる。レッジ224'は本体部分225及び複数の歯227を含む。歯227の目的はガスの流れをさらに減らすことにある。

40

【0021】

図8は、第1ALD前駆体ガスを受けとる第1ALDチャンバ312及び第2ALD前駆体ガスを受けとる第2ALDチャンバ314を含むロールツーロールALD装置310を示す。チャンバ312, 314それぞれの両側に、第1ALD前駆体ガスと第2ALD前駆体ガスとの早期相互混合を防止する減圧を付与する真空チャンバ317が位置する。また第3チャンバ316が他のチャンバ312, 314, 317を取り囲んでいる。第3チャンバ316は不活性ガスを付与して、第1ALD前駆体ガスと第2ALD前駆体ガスとの早期相互混合が起こる可能性を抑制する。基材20(図示せず)を装置310の正面を横切って方向Dに移動する。基材20がチャンバ312を横切るにつれて、第1ALD前駆体ガスが基材20上に単層を形成する。後に残る除去可能な第1ALD前駆体ガスを第3チャンバ316, 真空チャンバ317又は両者の組合せにより分散させることができ

50

る。次いで、基材 20 がチャンバ 314 を横切るにつれて、第 2 A L D 前駆体ガスが基材 20 上に第 2 の単層を形成する。なお、第 3 チャンバ 316 を減圧を生成する構造とし、またチャンバ 317 を不活性ガス又はキャリヤガスを付与する構造としてもよい。

【0022】

図 9 及び図 10 は、基材 20 が貫通延在する单一チャンバ 412 を含むロールツーロール A L D 装置 410 を示す。基材 20 をローラ 422 間で方向 E に移動する。ガス配管 440 は、複数の A L D 前駆体ガスを順次チャンバ 412 に供給することができる構造となっている。ガス配管 440 は、第 1 A L D 前駆体ガスを受け取りチャンバ 412 に移送する第 1 配管 442、第 2 A L D 前駆体ガスを受け取りチャンバ 412 に移送する第 2 配管 444、及び第 1 A L D 前駆体ガスと第 2 A L D 前駆体ガスとの早期相互混合を防止する構造の第 3 配管を含む。第 3 配管は、キャリヤガス又は不活性ガスを受けとりチャンバ 412 に移送する構造のキャリヤ又は不活性ガス配管 446 とすることができる。これらのガスのチャンバ 412 への順次の導入を可能にする弁系統は図示していないが、このような弁系統は当業界で周知である。所望に応じて、或いは上記例とは別に、第 3 配管をチャンバ 412 の排気を可能にする構成である真空配管 450 としてもよい。

10

【0023】

実施にあたっては、基材 20 をチャンバ 412 に展開し、次いで第 1 A L D 前駆体ガスを導入する。第 1 A L D 前駆体ガスと基材 20 との反応が所定の経過を終了したら（即ち、基材 20 上に単層が形成され終わったら）、第 1 配管 442 を閉じ、真空配管 450 から真空を付与してチャンバ 412 から余った第 1 A L D 前駆体ガスを排気する。所望に応じて、或いは上記例とは別に、キャリヤ又は不活性ガス配管 446 を開いてキャリヤ又は不活性ガスをチャンバ 412 に導入する。所望に応じて、第 2 配管 444 を開いて第 2 A L D 前駆体ガスをチャンバ 412 に導入することができる。

20

【0024】

図 11 及び図 12 は、回転プレート 511 及びカバー 560 を含むロールツーロール A L D 装置 510 を示す。図示しないが、回転プレート 511 は、スピンドルのような回転機構上に配置される。回転プレート 511 は複数のチャンバを含む。具体的には、回転プレート 511 は、第 1 A L D 前駆体ガスを収容、放出するよう構成された少なくとも 1 つの第 1 チャンバ 512、第 2 A L D 前駆体ガスを収容、放出するよう構成された少なくとも 1 つの第 2 チャンバ 514、及び不活性ガスを収容、放出する複数の第 3 チャンバ 516 を含む。第 3 チャンバ 516 は第 1 チャンバ 512 と第 2 チャンバ 514 間に位置する。或いはまた、図示のように、第 1 チャンバ 512 と第 2 チャンバ 514 間に位置する複数部分を有する单一の第 3 チャンバ 516 を設けてもよい。

30

【0025】

回転プレート 511 は方向 F に回転可能で、一方基材 20（図 12）を方向 G に移動する。カバー 560 は回転プレート 511 の一部分を覆い、1 つのチャンバを非遮蔽状態に残す。実施にあたっては、第 1 チャンバ 512 の 1 つを非遮蔽状態に保つように回転プレート 511 を回転し、こうして第 1 A L D 前駆体ガスが基材 20 と反応して単層を形成することができる。遮蔽されていない第 1 チャンバ 512 の両側にある第 3 チャンバ 516 は、第 2 A L D 前駆体ガスがカバー 560 の下側から逃げ、基材 20 と反応している第 1 A L D 前駆体ガスと早期に相互混合するのを防止する。次に、回転プレート 511 を回転して 1 つの第 2 チャンバ 514 を基材 20 の下側に置き、こうして第 2 A L D 前駆体ガスの第 1 A L D 前駆体ガス及び基材 20 との反応を可能にし、第 2 の単層を形成する。

40

【0026】

図 13 はロールツーロール装置 610 を示す。装置 610 は、单一の第 1 A L D チャンバ 612 と单一の第 2 A L D チャンバ 614 とを真空チャンバ 616 で分離していると言う意味で、装置 510 の簡易版である。カバー（図示せず）が A L D チャンバのいずれか一方を覆い、一方覆われていない A L D チャンバは A L D 前駆体ガスを基材（図示せず）に供給する。

【0027】

50

次に、図14～図21を参照しながら、ロールツーロール装置810を説明する。バッフルシステムを用いて、第1ALD前駆体ガスAを第2ALD前駆体ガスBから分離する。具体的には、出口814で囲まれた入口812が第1ALDチャンバ816（前駆体ガスA用）と第2ALDチャンバ818（前駆体ガスB用）の間に位置する。入口812の圧力は出口814又はチャンバ816, 818より僅かに高い。不活性ガス又はキャリヤガスを入口812に供給する。出口814の圧力が僅かに低いので、不活性ガス又はキャリヤガスが出口814に流入することができる。さらに、前駆体ガスA及びBも出口814に流入することができる。この配置によって、前駆体ガスA及びBは互いに別々に保たれ、前駆体ガスAが方向Hに移動する基材20の上に第1の単層を形成し、第2前駆体ガスBが第1の単層上に第2の単層を形成することができる。

10

【0028】

図14のバッフルシステムは5つの連結部、即ちチャンバ816用の連結部817、チャンバ818用の連結部819、入口812用の連結部813、及び出口814用の連結部815a, 815bを必要とする（図15）。図16～20に示すように、別個のスペーサ層に連結部分とチャンネル部分が設けられている。図16では、連結部815a及び出口814を含むスペーサ822aが設けられる。図17では、連結部817及びチャンバ816を含むスペーサ822bが設けられる。図18では、連結部813及び入口812を含むスペーサ822cが設けられる。図19では、連結部819及びチャンバ818を含むスペーサ822dが設けられる。図20では、連結部815b及び第2出口814を含むスペーサ822eが設けられる。各スペーサ822は心合わせピン824により整列することができる。連結部815a, 815b, 813, 817, 819用のオリフィスを含むシート826をスペーサ822間に使用することができる（図21）。シート826を心合わせピン824によりスペーサ822と整列する。

20

【0029】

次に、図22を参照して、基材20のような基材上に連続ロールツーロール原子層堆積を行う方法を説明する。工程700で、第1原子層堆積原料、例えばALD前駆体ガスを第1の場所に導入する。基材20が第1の場所にあるとき、第1前駆体ガスは基材20の表面上に単層を形成する。次に、工程705で、基材と第1の場所との間に相対運動を生成する。基材を第1の場所を通過するように移動するか、第1の場所を基材から移動することにより、相対運動を生成することができる。次に、工程710で、第2原子層堆積原料を第2の場所に導入する。基材20が第2の場所にあるとき、第2前駆体ガスは基材20上に第2の単層を形成する。任意の工程720を工程705と工程710の間に挿入することができる、即ち不活性もしくはキャリヤガス又は真空を第1の場所に導入することができる。不活性もしくはキャリヤガス又は真空は、残った除去可能な第1前駆体ガスを運び出す役目を果たす。工程710の後、基材と第2の場所との間に相対運動を生成する。基材を第2の場所を通過するように移動するか、第2の場所を基材まで移動することにより、相対運動を生成することができる。ここでも、任意の工程720を工程715の後に挿入することができる。工程700～715（それに任意の720）を必要なもしくは望ましい多数回繰り返すことができる。

30

【0030】

なお、有機発光デバイス（OLED）、有機光起電力デバイス、薄膜トランジスタ（TFT）、TFTアレイなどの、有機材料及び溶液加工可能な無機材料及び他のより複雑な回路を用いる電子デバイスに用いる基材には、幾つかの機械的及び化学的特性が望ましい。基材の機械的可撓性は、本明細書で説明するようなロールツーロール加工にとって重要である。「ロールアップ」ディスプレイなどの種々の最終用途にも同様の可撓性が必要である。耐薬品性も、基材が有機電子デバイス製造工程に用いる種々の溶剤及び薬品と両立するために、重要である。適当な基材にとって重要な機械的及び化学的特性についての議論が、M. Yan, et al., "A Transparent, High Barrier, and High Heat Substrate for Organic Electronics," IEEE, V. 93, N. 8, August 2005, p. 1468-1477（先行技術として援用する）に見られる。

40

50

【0031】

本発明の装置及び方法は、基材20のような物体の表面を順次第1及び第2前駆体ガスに露呈するために必要なサイクル時間を短縮することにより、成膜速度を上げる点で有利である。ロールツーロールALDプロセスを用いることによっても成膜速度が上昇する。

【0032】

以上、本発明を限られた数の実施形態だけに関連して詳細に説明したが、本発明はこのような開示した実施形態に限定されない。本発明は、明細書に記載しなかったが、本発明の要旨と同等である変更、代替、置換又は均等配置を任意の数組み入れるように改変可能である。例えば、プラズマ源30又は他の表面活性化処理、例えば電子線、紫外線、オゾン、コロナ、ACもしくはDCスパッタリングを用いることを図1の実施形態に関して記載したが、このような処理はここに記載した実施形態のいずれにも組み込むことができる。さらに、本発明の様々な実施形態を説明したが、本発明の観点は記載した実施態様の一部だけを含んでもよい。したがって、本発明は上述した説明により限定されるものではなく、特許請求の範囲でしか限定されない。

10

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】本発明の実施形態に係るロールツーロール原子層堆積装置の線図である。

【図2】本発明の実施形態に係るロールツーロール原子層堆積装置の線図である。

【図3】本発明の実施形態に係るロールツーロール原子層堆積装置の線図である。

【図4】本発明の実施形態に係るロールツーロール原子層堆積装置の側面図である。

20

【図5】図4の装置のバッフル及び堆積チャンバの例を示す部分的側面図である。

【図6】図4の装置のバッフル及び堆積チャンバの例を示す部分的側面図である。

【図7】図6の円VII内のバッフルの拡大図である。

【図8】本発明の実施形態に係るロールツーロール原子層堆積装置の平面図である。

【図9】本発明の実施形態に係るロールツーロール原子層堆積装置の側面図である。

【図10】図9の装置の平面図である。

【図11】本発明の実施形態に係るロールツーロール原子層堆積装置の側面図である。

【図12】図11の装置の平面図である。

【図13】本発明の実施形態に係るロールツーロール原子層堆積装置の平面図である。

30

【図14】本発明の実施形態に係るロールツーロール原子層堆積装置の断面図である。

【図15】図14の装置のバッフルシステムを示す図である。

【図16】図14の装置の第1スペーサを示す図である。

【図17】図14の装置の第2スペーサを示す図である。

【図18】図14の装置の第3スペーサを示す図である。

【図19】図14の装置の第4スペーサを示す図である。

【図20】図14の装置の第5スペーサを示す図である。

【図21】図14の装置のシートを示す図である。

【図22】連続送り物体上に原子層堆積を行う方法のフローチャートである。

【符号の説明】

【0034】

40

10 ALD装置

12 第1ALDチャンバ

13 壁

14 第2ALDチャンバ

15 壁

16 第3チャンバ

20 基材

22 ローラ

24 バッフル

30 プラズマ源

50

【図1】

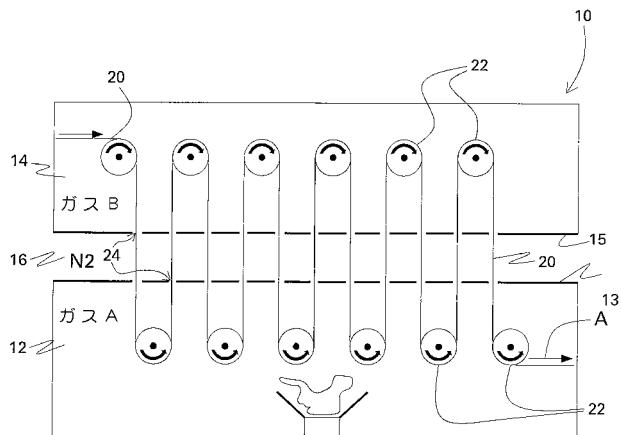


FIG 1

【 図 2 】

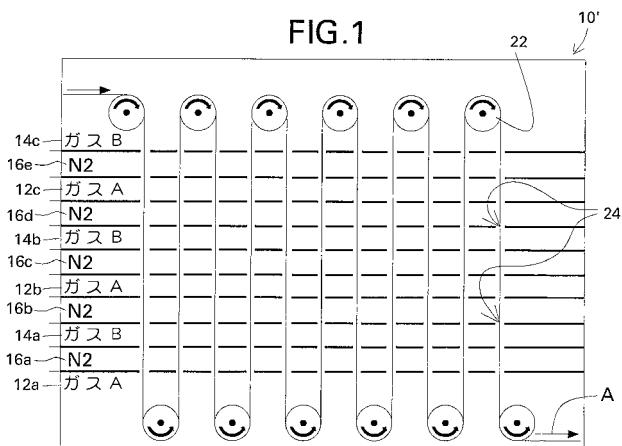


FIG.2

【 図 3 】

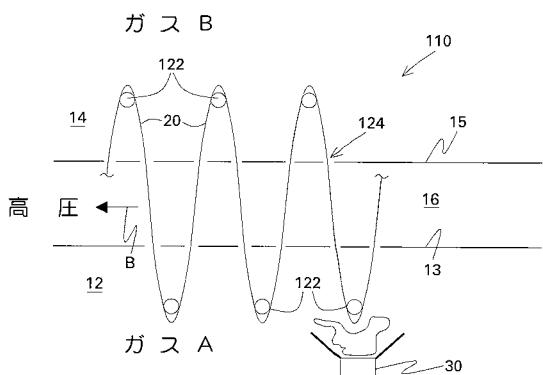


FIG.3

【 四 7 】

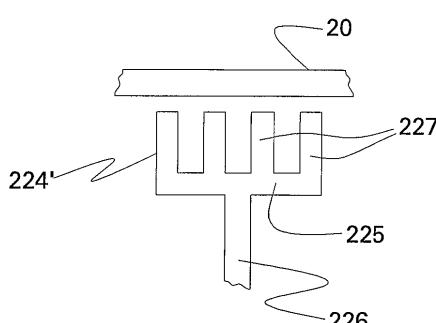
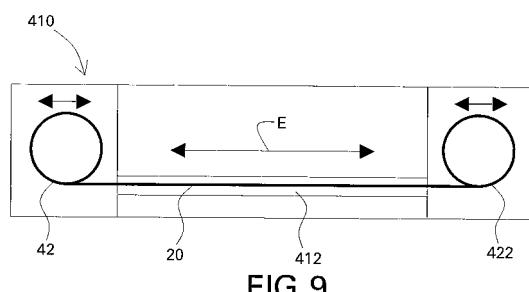


FIG. 7

【 四 9 】



412

〔 図 1 0 〕

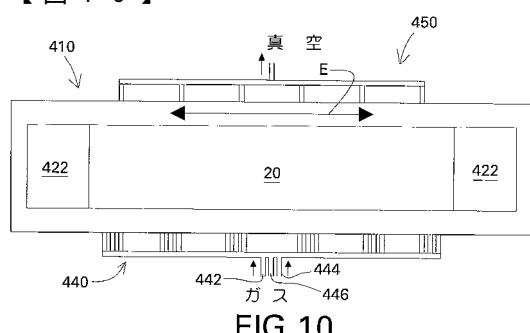


FIG.10

【図 1 1】

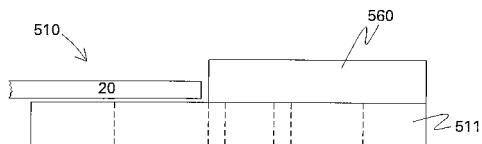


FIG.11

【図 2 1】

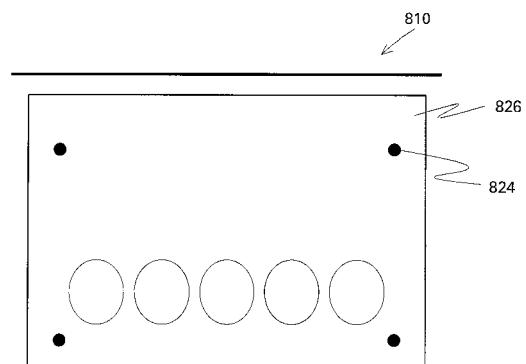


FIG.21

【図 2 2】

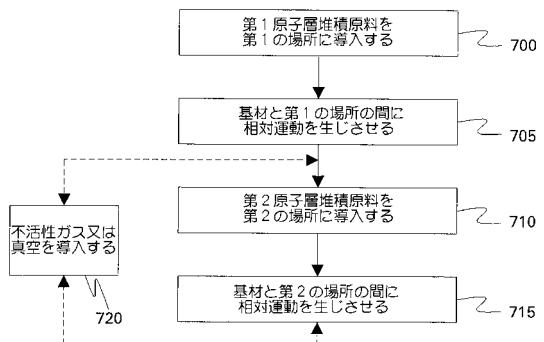


FIG.22

【図 4】

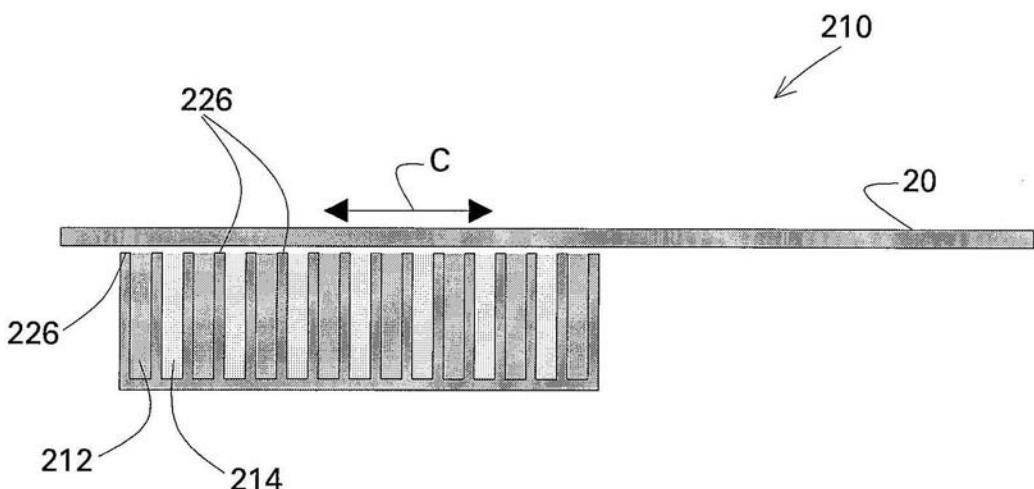


FIG.4

【図 5】

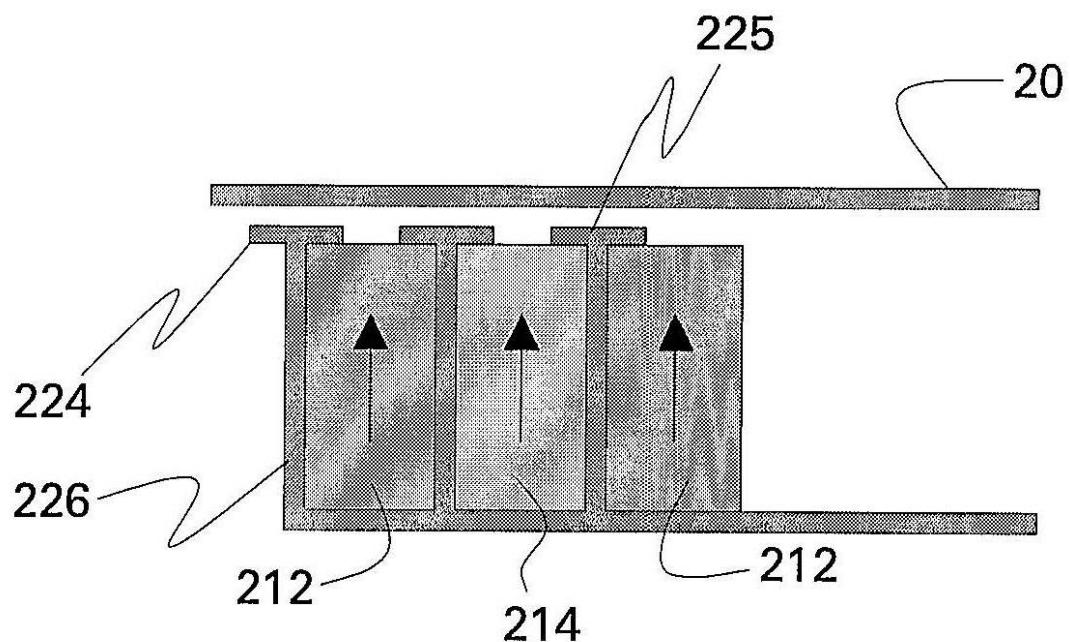


FIG.5

【図 6】

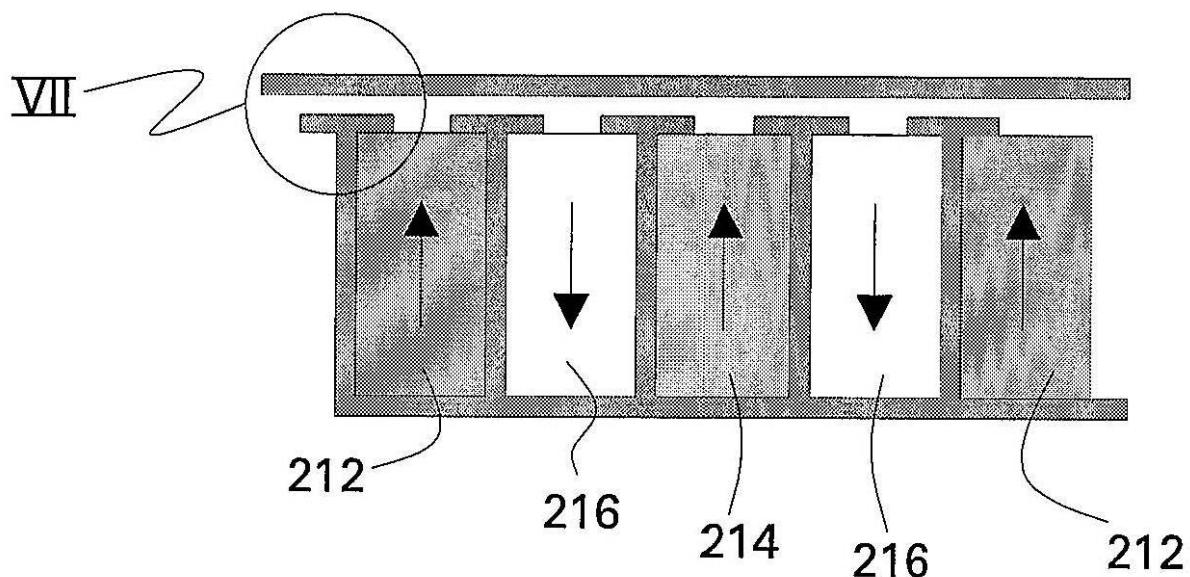


FIG.6

【図8】

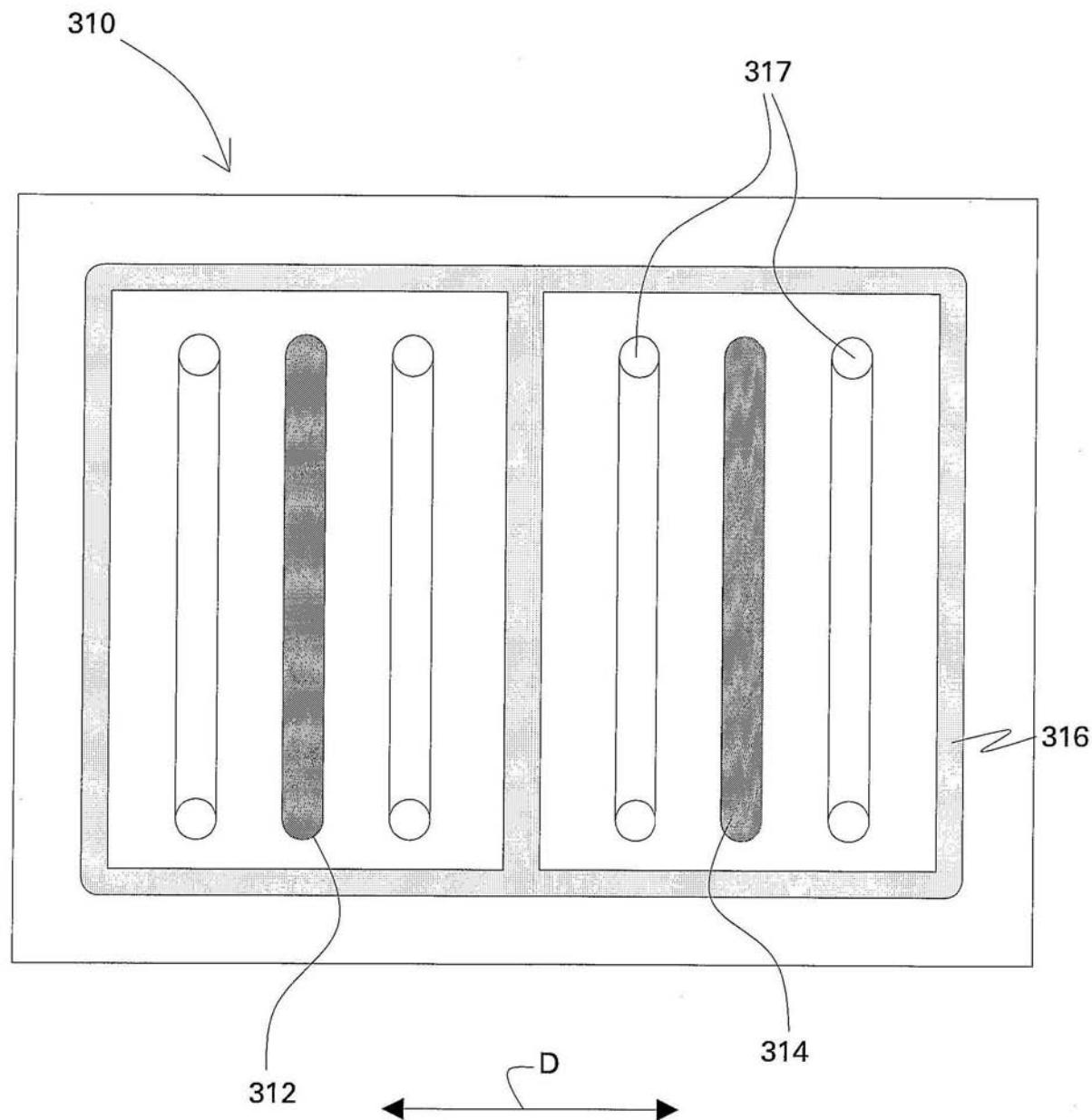


FIG.8

【図12】

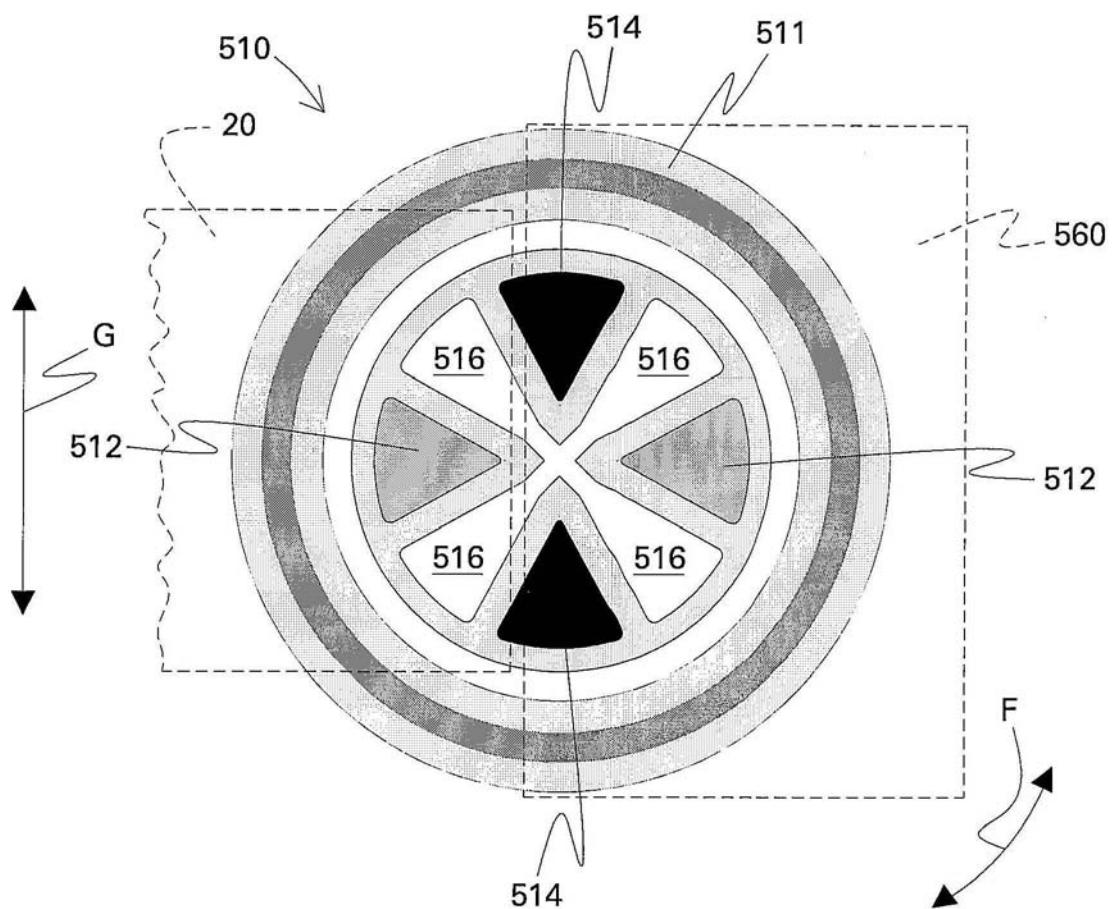


FIG.12

【図13】

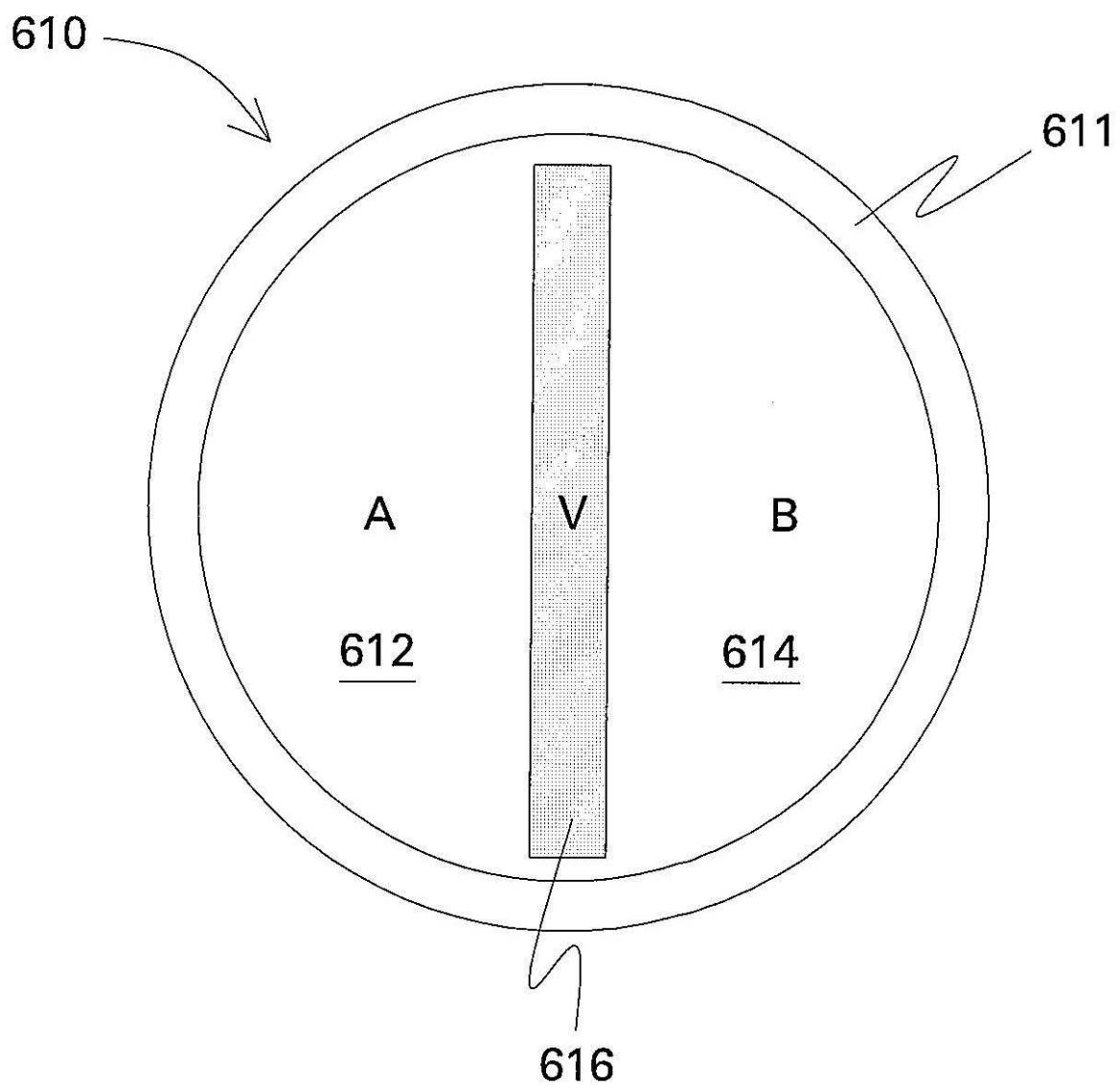


FIG.13

【図14】

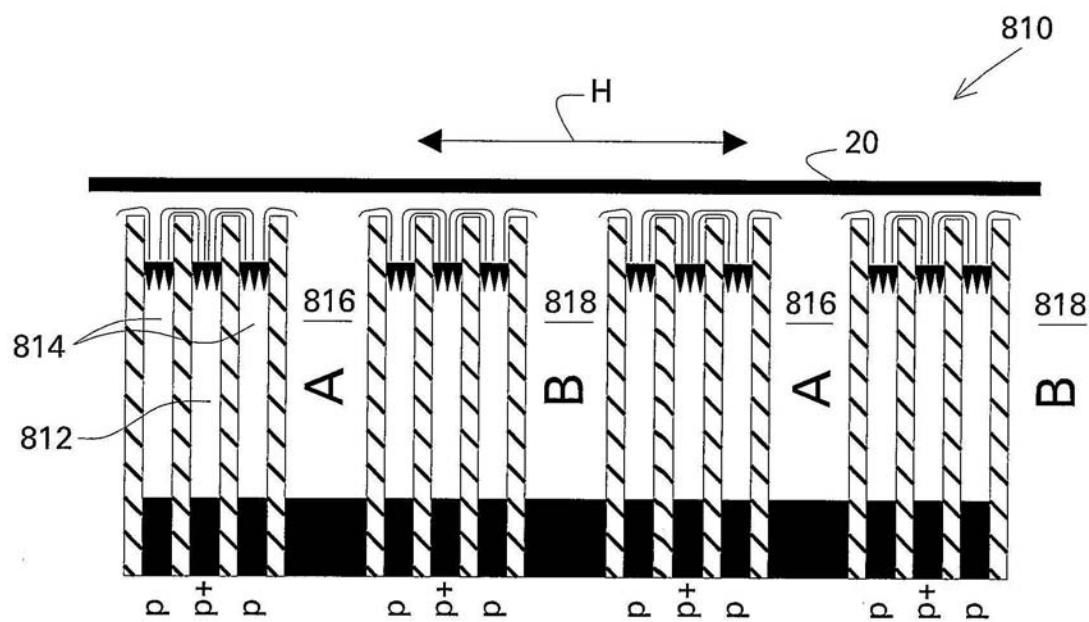


FIG.14

【図15】

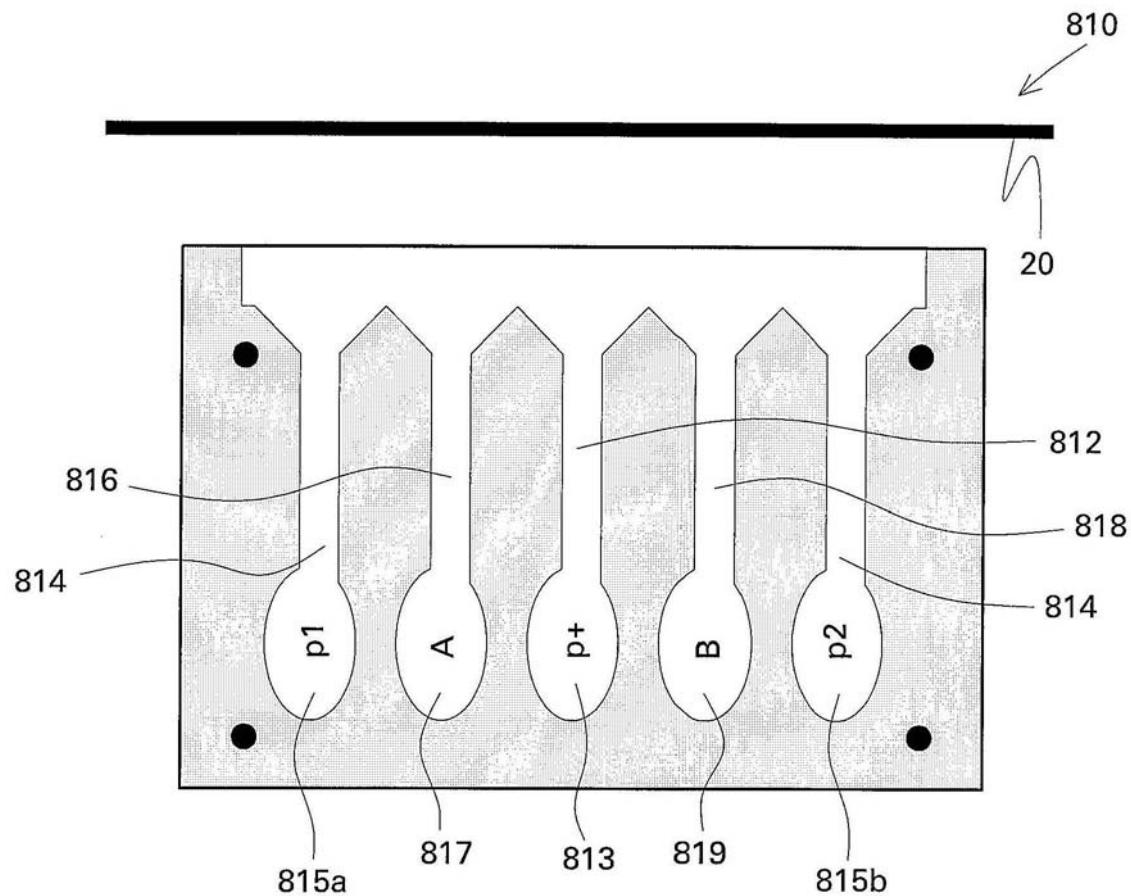


FIG.15

【図16】

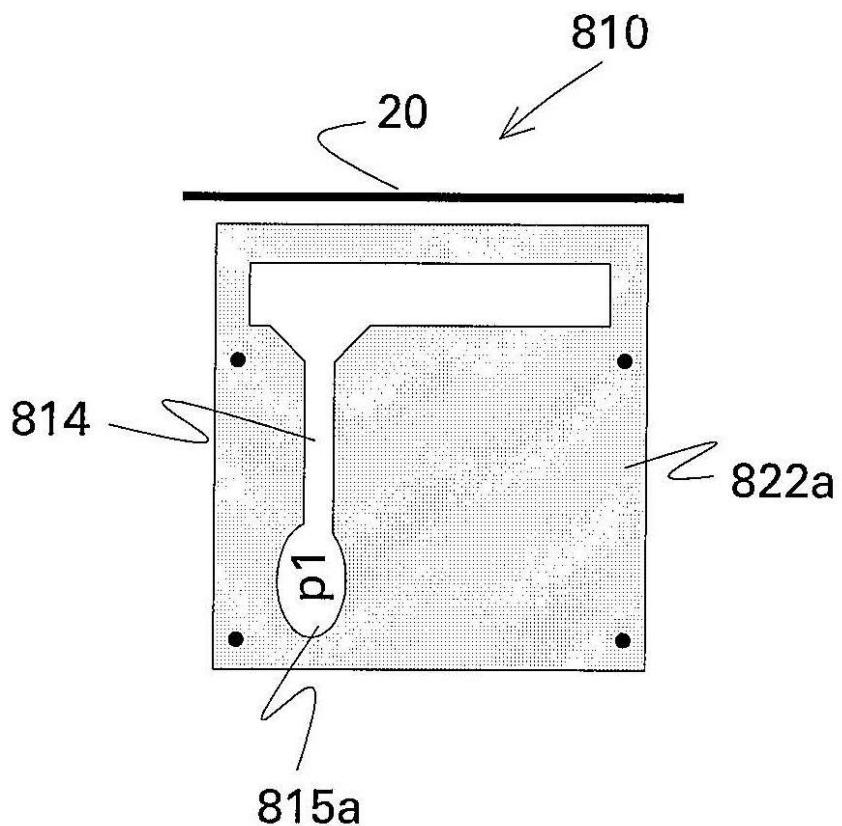
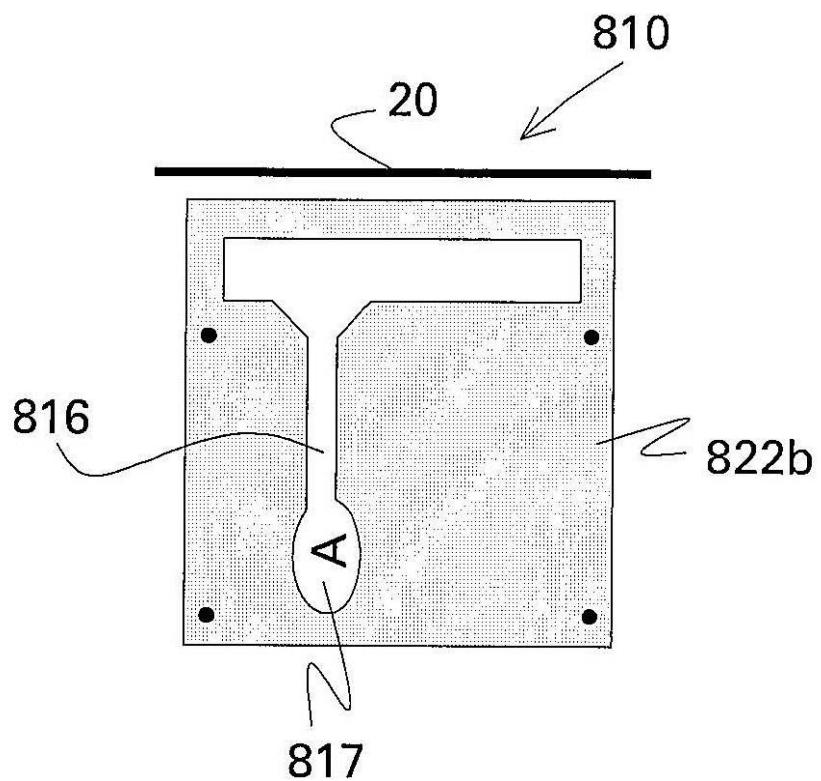


FIG.16

【図17】



【図18】

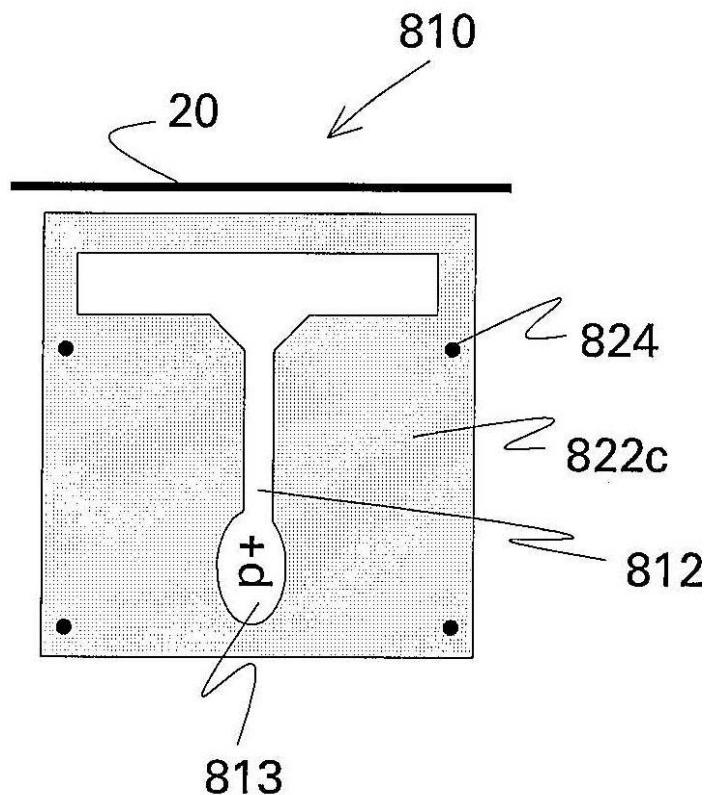


FIG.18

【図 19】

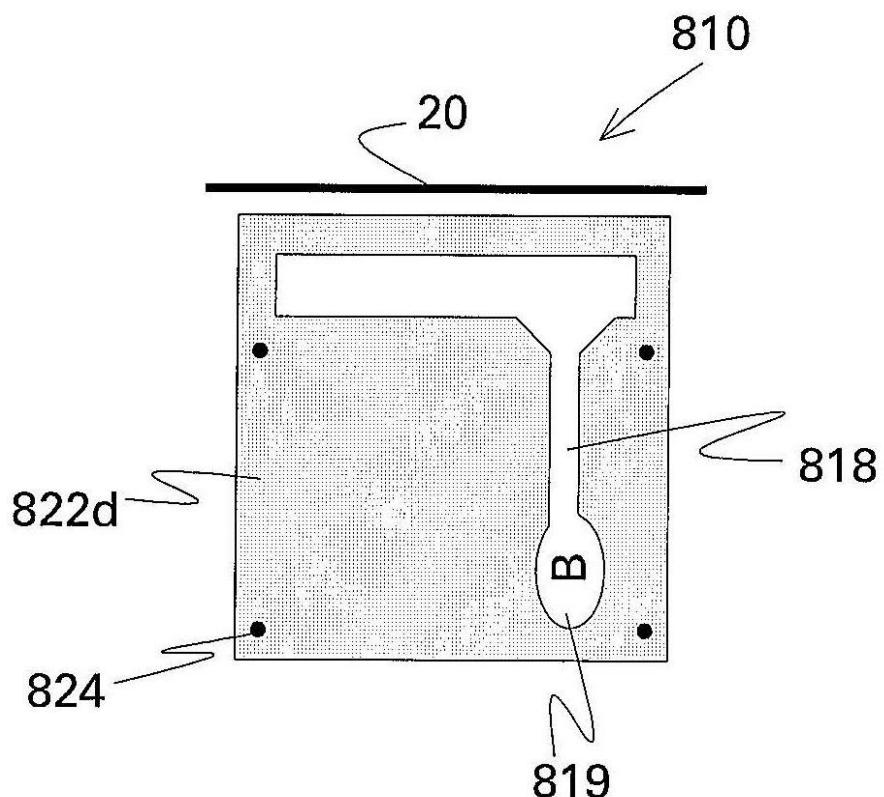


FIG.19

【図 20】

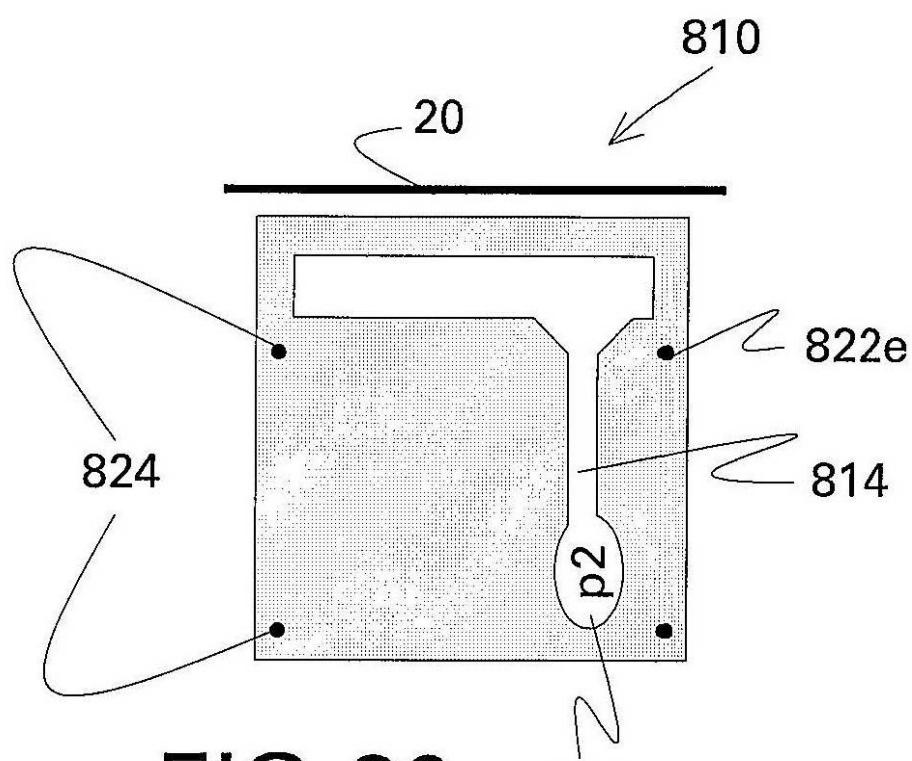


FIG.20

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No PCT/US2007/066029
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. C23C16/455 C23C16/54		
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) C23C		
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) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2005/172897 A1 (JANSEN FRANK [US]) 11 August 2005 (2005-08-11) paragraphs [0005], [0006], [0012] - [0020]; figure 1	1,20-24, 31 7-19,32, 33
X	US 2004/201027 A1 (GHOSH AMALKUMAR P [US]) 14 October 2004 (2004-10-14) paragraphs [0048] - [0061]; figure 1	1,20-30 7-19,32, 33
X	JP 2006 124784 A (CANON KK) 18 May 2006 (2006-05-18) paragraph [0012]; figures 1,2 abstract	1-6
A	EP 0 574 020 A (MINNESOTA MINING & MFG [US]) 15 December 1993 (1993-12-15) column 7, line 19; figures 9,10	5 -/-
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.
* Special categories of cited documents :		
A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance		*T* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
E earlier document but published on or after the International filing date		*X* document of particular relevance; the claimed Invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
L document which may throw doubt on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)		*Y* document of particular relevance; the claimed Invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
C document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		*A* document member of the same patent family
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 29 January 2009		Date of mailing of the International search report 06/02/2009
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.O. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax (+31-70) 340-3016		Authorized officer Schuhmacher, Jörg 20. 4. 2009

60900210015



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2007/066029

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 6 821 563 B2 (YUDOVSKY JOSEPH [US]) 23 November 2004 (2004-11-23) figure 7	7-16
Y	US 2002/043216 A1 (HWANG CHUL-JU [KR] ET AL) 18 April 2002 (2002-04-18) paragraph [0044]	17-19, 32,33
E	WO 2007/112370 A (PLANAR SYSTEMS INC [US]; DICKEY ERIC R [US]; BARROW WILLIAM A [US]) 4 October 2007 (2007-10-04) the whole document	1,22
E	EP 1 795 625 A (CIS SOLARTECHNIK GMBH & CO KG [DE]) 13 June 2007 (2007-06-13) page 2, line 38; figures 8-10	1,22
E	WO 2007/126582 A (EASTMAN KODAK CO [US]; LEVY DAVID HOWARD [US]) 8 November 2007 (2007-11-08) figures 14,15	1,22
E	WO 2007/126585 A (EASTMAN KODAK CO [US]; LEVY DAVID HOWARD [US]) 8 November 2007 (2007-11-08) figures 15,16	1,22
P,X	WO 2006/093168 A (YOUTEC CO LTD [JP]; YAMOTO HISAYOSHI [JP]; KOSHIMAE SHINICHI [JP]; HON) 8 September 2006 (2006-09-08) figures 5-7	1,22

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2007/066029
Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of Item 2 of first sheet)		
<p>This International search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:</p> <p>1. <input type="checkbox"/> Claims Nos.: because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:</p> <p>2. <input type="checkbox"/> Claims Nos.: because they relate to parts of the International application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful International search can be carried out, specifically:</p> <p>3. <input type="checkbox"/> Claims Nos.: because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).</p>		
Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of Item 3 of first sheet)		
<p>This International Searching Authority found multiple inventions in this International application, as follows:</p> <p>see additional sheet</p> <p>1. <input checked="" type="checkbox"/> As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this International search report covers all searchable claims.</p> <p>2. <input type="checkbox"/> As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.</p> <p>3. <input type="checkbox"/> As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this International search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:</p> <p>4. <input type="checkbox"/> No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this International search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:</p>		
<p>Remark on Protest</p> <p><input type="checkbox"/> The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.</p> <p><input type="checkbox"/> The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.</p> <p><input type="checkbox"/> No protest accompanied the payment of additional search fees.</p>		

International Application No. PCT/US2007/066029

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: (1) 2-6, (20-24), 25-30, (31)

Roll-to-roll atomic layer deposition apparatus and method, wherein the substrate is transported through the ALD chamber or location as indicated in these claims.

2. claims: 7-16

Roll-to-roll atomic layer deposition apparatus, wherein a chamber wall has a baffle as indicated in claims 7-10; or roll-to-roll atomic layer deposition apparatus, wherein a chamber adapted for inert gas or vacuum separates the precursor gas chambers as indicated in claims 11-13; or roll-to-roll atomic layer deposition apparatus, wherein the piping inhibits premature intermixing of precursor gas, as indicated in claims 14-16.

3. claims: 17-19, 32 and 33

Roll-to-roll atomic layer deposition apparatus and method, wherein the precursor chambers are rotatable or moved as indicated in these claims.

5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/US2007/066029

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 2005172897	A1	11-08-2005	CN EP JP WO	1918322 A 1713950 A2 2007522344 T 2005076918 A2		21-02-2007 25-10-2006 09-08-2007 25-08-2005
US 2004201027	A1	14-10-2004	JP	2004319484 A		11-11-2004
JP 2006124784	A	18-05-2006		NONE		
EP 0574020	A	15-12-1993	CN DE DE JP US	1083544 A 69310024 D1 69310024 T2 6057415 A 5460853 A		09-03-1994 28-05-1997 30-10-1997 01-03-1994 24-10-1995
US 6821563	B2	23-11-2004	US	2004067641 A1		08-04-2004
US 2002043216	A1	18-04-2002	KR	20020013383 A		20-02-2002
WO 2007112370	A	04-10-2007	EP	2000008 A1		10-12-2008
EP 1795625	A	13-06-2007	DE US	102005058869 A1 2007169695 A1		14-06-2007 26-07-2007
WO 2007126582	A	08-11-2007	EP US	1999296 A2 2007228470 A1		10-12-2008 04-10-2007
WO 2007126585	A	08-11-2007	EP US	1999295 A2 2007238311 A1		10-12-2008 11-10-2007
WO 2006093168	A	08-09-2006		NONE		

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,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,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MT,NL,PL,PT,RO,SE,SI,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,BH,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RS,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,SV,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 アーラット, アーメット・ガン

アメリカ合衆国、ニューヨーク州・12065、クリフトン・パーク、アパートメント・エイ、ホランデール・レーン、19番

(72)発明者 ブライトュング, エリック・マイケル

アメリカ合衆国、ニューヨーク州・10023、ニューヨーク、ナンバー159、アムステルダム・アベニュー、163番

(72)発明者 ヘラー, クリストイアン・マリア・アントン

アメリカ合衆国、ニューヨーク州・12202、アルバニー、テラス・アベニュー、58番

F ターム(参考) 4K030 CA17 EA03 EA05 EA11 GA14 KA30

4M104 DD22 DD43 DD44