(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2004-534379
(P2004-534379A)
(43)公表日　平成16年11月11日(2004.11.11)

(51)Int.Cl.[7]	F I		テーマコード（参考）
H01L 21/02	H01L 21/02	Z	5F045
H01L 21/205	H01L 21/205		

審査請求 未請求　予備審査請求 有　（全 87 頁）

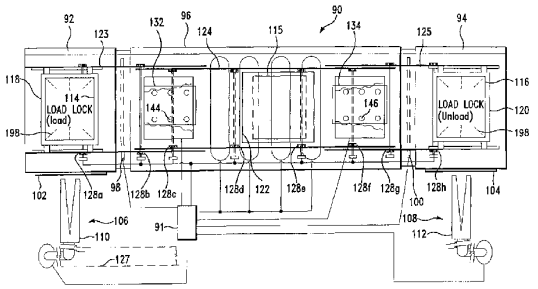
(21)出願番号　特願2002-566530(P2002-566530)
(86)(22)出願日　平成13年12月20日(2001.12.20)
(85)翻訳文提出日　平成15年7月3日(2003.7.3)
(86)国際出願番号　PCT/US2001/050263
(87)国際公開番号　WO2002/067298
(87)国際公開日　平成14年8月29日(2002.8.29)
(31)優先権主張番号　09/753,424
(32)優先日　平成13年1月3日(2001.1.3)
(33)優先権主張国　米国(US)
(81)指定国　EP(AT,BE,CH,CY,DE,DK,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,TR),CN,JP,KR,SG

(71)出願人　390040660
アプライド　マテリアルズ　インコーポレイテッド
ＡＰＰＬＩＥＤ　ＭＡＴＥＲＩＡＬＳ，ＩＮＣＯＲＰＯＲＡＴＥＤ
アメリカ合衆国　カリフォルニア州　９５０５４　サンタ　クララ　バウアーズ　アベニュー　３０５０
(74)代理人　100088155
弁理士　長谷川　芳樹
(74)代理人　100094318
弁理士　山田　行一
(74)代理人　100104282
弁理士　鈴木　康仁

最終頁に続く

(54)【発明の名称】連続堆積システム

(57)【要約】
処理環境内に基板を搬送する少なくとも１つの基板キャリヤを含んでいる、基板を処理するための装置と方法が提供される。処理環境内に配置された少なくとも１つの温度制御プレートは、少なくとも１つの基板キャリヤと選択的に連通し、共に基板を外部基板シャトルから処理環境内の基板キャリヤへ移送するとともに処理環境の温度を調節するために用いられる。基板上に選択膜を堆積させるように形成された少なくとも１つの堆積デバイスとアニーリングデバイスは、処理環境内の少なくとも１つの基板キャリヤに近接して配置されている。



【特許請求の範囲】
【請求項１】
少なくとも１枚の基板を処理する装置であって、前記装置は、
処理環境内に基板を搬送する少なくとも1つの基板キャリヤと、
該少なくとも１つの基板キャリヤと選択的に連通している少なくとも１つの温度制御プレートと、
該処理環境内で該少なくとも１つの基板キャリヤの処理通路に近接して位置する少なくとも１つの堆積デバイスであって、該少なくとも１つの堆積デバイスは選択された膜を該基板上に堆積させるよう構成されている、前記少なくとも１つの堆積デバイスと、
を備える装置。
【請求項２】
前記少なくとも１つの基板キャリヤが、
実質的に平坦な基板を受け取る部材であって、該受け取り部材はその中に形成された複数のボアとその上に形成された基板受け取り面とを有する、実質的に平坦な基板を受け取る部材と、
該受け取り部材の下面上に位置する駆動係合部材と、
を更に備える、請求項１記載の装置。
【請求項３】
前記少なくとも１つの基板キャリヤが、前記処理環境内の第一点と前記処理環境内の第二点の間で基板を搬送するよう構成されている、請求項１記載の装置。
【請求項４】
前記少なくとも１つの温度制御プレートが、
第一加熱デバイスと冷却デバイスのうちの少なくとも１つが形成されたプレートと、
該プレートの係合表面から伸長している複数の伸長ピン部材であって、該伸長ピン部材は前記少なくとも１つの基板キャリヤ内に形成された複数のボアを協同的に係合するよう構成されている、複数の伸長ピン部材と、
を更に備える、請求項１記載の装置。
【請求項５】
該第一加熱デバイスが熱電対と連通している少なくとも1つのヒータを更に備える、請求項４記載の装置。
【請求項６】
該冷却デバイスが、該プレート内に形成された、流体入力と流体出力を有する流体チャネルを更に備える、請求項４記載の装置。
【請求項７】
該係合表面が少なくとも１つのビードブラスト表面と陽極処理表面を更に備える、請求項４記載の装置。
【請求項８】
該基板がアニーリングされるよう該処理環境内に位置する第二加熱デバイスを更に備える、請求項１記載の装置。
【請求項９】
該第二加熱デバイスがレーザ光源を更に備える、請求項８記載の装置。
【請求項１０】
該レーザ光源がエキシマレーザを更に備える、請求項９記載の装置。
【請求項１１】
該少なくとも１つの温度制御プレートが該少なくとも１つの基板キャリヤと熱的に連通している、請求項１記載の装置。
【請求項１２】
少なくとも１枚の基板を処理する方法であって、前記方法は、
基板を少なくとも１つの基板シャトルで処理環境へ搬送するステップと、
該基板を該処理環境内部の基板キャリヤへ移送するステップと、

該基板キャリヤの温度を１つ以上の温度制御プレートで制御するステップと、
該基板を上に有する基板キャリヤを該処理環境内の少なくとも１つの処理ゾーンを通して搬送するステップと、
該基板が該処理環境から取り出されるように、該基板キャリヤから該少なくとも１つの基板シャトルへ該基板を移送するステップと、
を含む方法。
【請求項１３】
該基板を基板キャリヤへ移送するステップが、
選択的に移動可能なプレートの上方に該少なくとも１つの基板シャトルを配置するステップであって、該選択的可動プレートはそこから伸びている複数の伸長部材を有する、前記ステップと、
該選択的可動プレートと該少なくとも1つの基板シャトルとの間に、複数のボアが形成された該基板キャリヤを配置させるステップと、
該選択的可動プレートから伸長する該複数の伸長部材が、該基板キャリヤ内に形成された該複数のボアと協同的に係合し、該選択的可動プレートから部分的に伸長して少なくとも１つの基板シャトルから離れた該基板と係合しかつ持ち上げるように該選択的可動プレートを上昇させるステップと、
該少なくとも１つの基板シャトルを該処理環境から引っ込めるステップと、
該基板キャリヤ内に形成された該複数のボアを通って伸長する該複数の伸長部材が該複数のボアから引っ込むように該選択的可動プレートを下げ、それによって該基板を該基板キャリヤ上に載置させるステップと、
を更に含む、請求項１２記載の方法。
【請求項１４】
該基板キャリヤの温度を制御するステップが、該選択的可動プレートと該基板キャリヤの接触中に該選択的可動プレートと該基板キャリヤ間の熱エネルギーを伝達するために、該選択的可動プレートを加熱するステップと該選択的可動プレートを冷却させるステップのうちの少なくとも１つを更に含む、請求項１３記載の方法。
【請求項１５】
該選択的可動プレートを加熱するステップが、該選択的可動プレート内に位置する少なくとも1つの抵抗体ヒータに電気エネルギーを通すステップを更に含む、請求項１４記載の方法。
【請求項１６】
該選択的可動プレートを冷却するステップが、該選択的可動プレート内の流体チャネルに流体を通すステップを更に含む、請求項１４記載の方法。
【請求項１７】
該基板キャリヤを少なくとも１つの処理ゾーンを通して搬送するステップが、該基板キャリヤを膜堆積ゾーンとアニーリングゾーンを通して移動させるステップを更に含み、該膜堆積ゾーンと該アニーリングゾーンが共に該処理環境内に含まれている、請求項１２記載の方法。
【請求項１８】
該基板を該少なくとも１つの基板シャトルに移送するステップが、
該基板キャリヤと係合させるように選択的可動プレートを上昇させるステップであって、該選択的可動プレートがそこから伸長している複数の伸長部材を有し、該複数の伸長部材が該基板キャリヤ内に形成された複数のボアと協同的に係合しかつそれを通って伸長して該基板を該基板キャリヤの上方に上昇させる、前記ステップと、
該基板の下方に該少なくとも１つの基板シャトルを配置させるステップと、
該選択的可動プレートから伸長している該複数の伸長部材が該基板キャリヤ内に形成された該複数のボアから引っ込むように該選択的可動プレートを下げ、それによって該基板を該少なくとも１つの基板シャトル上に下げるステップと、
該基板を上に有する該少なくとも１つの基板シャトルを該処理環境から引っ込めるステッ

プと、
を更に含む、請求項１２記載の方法。
【請求項１９】
該選択的可動プレートを上昇させるステップは、該選択的可動プレートが該基板キャリヤと係合している間、該基板キャリヤの温度を制御するステップを更に含む、請求項１８記載の方法。
【請求項２０】
温度を制御するステップが、該選択的可動プレートと該基板キャリヤの接触中に該選択的可動プレートと該基板キャリヤ間の熱エネルギーを伝達するために、該選択的可動プレートを加熱するステップと該選択的可動プレートを冷却させるステップのうちの少なくとも１つを更に含む、請求項１９記載の方法。
【請求項２１】
基板上にポリシリコン膜を形成する方法であって、前記方法は、
基板を処理環境へ装填するステップと、
該基板を該処理環境内の少なくとも１つの堆積供給源にさらすステップと、
該基板を該処理環境内のアニーリングデバイスにさらすステップと、
該基板を該処理環境から取り出すステップと、
を含む方法。
【請求項２２】
該装填ステップが、
該基板を入口ロードロックチャンバ内のシャトル上に載置するステップと、
該入口ロードロックチャンバ内に真空を生じさせるステップと、
該入口ロードロックチャンバと該処理環境との間の独立バルブを開放するステップと、
該シャトルを該処理環境へ移動させるステップと、
該基板を該シャトルから該処理環境内のキャリヤへ移送するステップと、
該シャトルを該ロードチャンバへ引っ込めるステップと、
該独立バルブを閉鎖するステップと、
を更に含む、請求項２１記載の方法。
【請求項２３】
該処理環境内で該基板の温度を調節するステップを更に含む、請求項２１記載の方法。
【請求項２４】
温度を調節するステップが、該基板が配置されているキャリヤを、該キャリヤと熱エネルギーを交換するよう構成されている温度制御プレートと接触させるステップを更に含む、請求項２３記載の方法。
【請求項２５】
該キャリヤを接触させるステップが、該温度制御プレートに流体を通してその温度を下げるステップと、該温度制御プレート内の少なくとも１つの抵抗加熱デバイスに電流を通してその温度を上げるステップのうちの少なくとも１つを更に含む、請求項２４記載の方法。
【請求項２６】
該基板を少なくとも１つの堆積供給源にさらすステップが、
該基板上に酸化シリコン膜を堆積するよう構成されている第一堆積供給源に該基板をさらすステップと、
該基板上に酸化シリコン膜を堆積するよう構成されている第二堆積供給源に該基板をさらすステップと、
該基板上にアモルファスシリコン膜を堆積するよう構成されている第三堆積供給源に該基板をさらすステップと、
を更に含む、請求項２１記載の方法。
【請求項２７】
該基板を第一堆積供給源と第二堆積供給源にさらすステップが、厚さが約３０００オング

ストロームである累積酸化シリコン膜を該基板上に堆積するステップを更に含む、請求項２６記載の方法。
【請求項２８】
該基板を第三堆積供給源にさらすステップが、厚さが少なくとも２５０オングストロームであるアモルファスシリコン層を該基板上に堆積するステップを更に含む、請求項２６記載の方法。
【請求項２９】
該基板をアニーリングデバイスにさらすステップが、該処理環境内に配置されているエキシマレーザに該基板をさらすステップを更に含んでいる、請求項２１記載の方法。
【請求項３０】
該基板を該処理環境から取り出すステップが、
出口ロードロックチャンバ内に真空を生じさせるステップと、
該出口ロードロックチャンバと該処理環境との間の独立バルブを開放するステップと、
シャトルを該処理環境へ移動させるステップと、
該基板をキャリヤから該シャトルへ移送するステップと、
該シャトルを該処理環境から引っ込めるステップと、
該独立バルブを閉鎖するステップと、
を更に含む、請求項２１記載の方法。
【発明の詳細な説明】
【関連出願】
【０００１】
本出願は、１９９９年１１月３日出願の同時係属中の米国特許出願第０９／４３２,５４４号の一部継続（ＣＩＰ）出願である。この先の出願内容は本明細書に含まれるものとする。
【発明の分野】
【０００２】
本発明は半導体処理の分野に関する。更に詳細には、本発明は、半導体処理システムによって基板を搬送する装置及び方法であって、温度制御機構を含む、前記装置及び方法に関する。更に、本発明は、ポリシリコン膜を形成するために半導体処理システムによって基板を搬送するための装置及び方法に関する。
【関連技術の背景】
【０００３】
半導体工業において、処理システムによって基板を搬送する主な方法として、一般的に２つの方法がある。従来の方法の１つは、図１に示したような“クラスタツール”構造を用いるものである。クラスタツールの基本構造は、一般的には、モジュラ、マルチチャンバ、集積処理システムを意味する。この種の処理システムは、中央のウエハハンドリング真空チャンバ２０、３２、周辺装置である多数の処理チャンバ２４、２６、２８、３６を典型的に含んでいる。これらの周辺装置２４、２６、２８、３６は、一般的に中央チャンバの周囲に１箇所にまとめて配置される。処理される複数の基板又はウエハ２２は、一般的にカセット１０に収納され、ロードロック１２、１４からロード／アンロードされ、周囲条件中に曝されることなく様々な処理チャンバ内で真空条件で処理される。処理されるウエハ２２の搬送は、一般的にウエハハンドリング真空チャンバ２０内の中央に集められたロボット１６、又は２番目のウエハハンドリング真空チャンバ３２内のロボット３０により処理される。どちらの場合も一般的に真空条件に保たれる。処理及びウエハの動きを制御するために、マイクロプロセッサコントローラ３８と付随するソフトウェアが用いられる。動作中のクラスタツール構造は、一般的にカセット１０から基板を受け取り、所望の材料及びウエハ上にパターンを形成するために、中央のウエハハンドリングチャンバ２０、３２及び周辺処理チャンバ２４、２６、２８、３６によって、所定の順序で基板を処理するものである。その後、基板はカセット１０に戻される。
【０００４】

クラスタツール構造は、一般的に、比較的小さい基板を処理することが好ましいが、２番目の方法、“インライン”システムとして知られる基板処理法は、一般的により大きな基板を処理することが好ましい。これらのより大きい基板は、例えば、ガラス、セラミックプレート、プラスチックシート、又はディスク上に形成されてもよいが、しばしばアクティブマトリクス駆動のテレビ、コンピュータディスプレイ、液晶ディスプレイパネル（ＬＣＤ）、及び他のディスプレイの形態のフラットパネルタイプのディスプレイ製造に用いられる。一般的なフラットパネルタイプのディスプレイの担体として用いられる典型的なガラス基板は約６８０ｍｍ×８８０ｍｍの大きさの場合がある。他のディスプレイ用途では、基板のサイズは実質的により大きくてもよく、ディスプレイの特定のサイズの支持体として求められる大きさでよい。

【０００５】

図２は、典型的なモジュラ・インラインシステム４０の概略側面図である。この種の処理システムは、ロードチャンバ４６とアンロードチャンバ４８の間に配置された一般的に連続又はインライン配置の処理チャンバ４２、４４を含んでいる。昇降機５０は、ロードチャンバ４６の入口に配置され、他の昇降機５２は、アンロードチャンバ４８の出口に配置される。処理チャンバ４２、４４は化学気相成長（ＣＶＤ）チャンバ、物理気相成長（ＰＶＤ）、エッチチャンバ、及び／又は他の堆積処理チャンバのような堆積チャンバを含んでもよい。キャリヤ・リターンライン５８は、処理チャンバ４２、４４の上方に配置され、昇降機５０、５２に結合される。処理チャンバ４２、４４は、典型的には、真空又は低圧に保たれ、図３に示されるように独立した１以上のバルブ６０、６２、６４、６６及び６８によって分離されている。図４及び図５に示されるように、複数の基板５４、５６、７０、７２は、典型的にキャリヤ７４で支持される。独立バルブ６０、６２、６４、６６、６８は一般的に個々のチャンバがお互いに閉鎖系となるように密閉されるために、基板５４、５６がバルブを通って隣のステーションに移送されるときは、開放系で移送することができる。

【０００６】

図２に示されるように、キャリヤ７４は、昇降機５０に隣接して配置される。昇降機５０では、受け取りステーション５１において基板５４、５６、７０、７２が、キャリヤ７４の上に手動で装填される。昇降機５０への扉（図示せず）が開かれると、キャリヤ７４は、昇降機内のトラック（図示せず）上に置かれる。昇降機５０内の温度と圧力は、典型的には、周囲条件である。独立バルブ６０が開かれると、キャリヤ７４はロードチャンバ４６中のトラックに移動可能となる。ロードチャンバ４６は密閉され、典型的には、ＣＶＤ処理の場合は約１０ｍＴｏｒｒ～約５０ｍＴｏｒｒ、ＰＶＤ処理の場合は約１ｍＴｏｒｒ～約５ｍＴｏｒｒの範囲になるまで真空にひかれる。他の独立バルブ６２が開かれると、キャリヤ７４は処理チャンバ４２中に移動する。処理チャンバ４２において、処理に適した温度にまで基板を加熱してもよい。他の独立バルブ６４が開かれると、キャリヤ７４は処理チャンバ４４中のトラックに沿って移動する。処理チャンバ４４がスパッタリング処理チャンバである場合は、チャンバは、複数のターゲット７６、７８を備えてもよい。該ターゲット７６、７８は、それぞれのターゲットに隣接したトラックに沿って基板が移動するときに、基板と向き合うターゲットの表面から基板５４、５６、７０、７２の表面へ物質をスパッタ付着させる。各スパッタターゲットは、基板に面する側でアノード（典型的にはターゲット）又はカソード（典型的には接地したチャンバ壁）間で発生させたイオン化ガス原子（イオン）の照射を受けると、ターゲット原子が遊離して、基板に向い、基板上に堆積する。各ターゲットは、好ましくは、一般的にターゲット面と平行に磁力線を発生させることにより、スパッタ速度を増進させるために、基板から離れてターゲットの背面側に磁石（図示せず）が配置される。磁石周囲では電子がスピントラックで捕捉され、スパッタのためのガス原子が衝突及びイオン化する確率を上昇させる。それから基板５４、５６、７０、７２は、独立バルブ６６を通って、アンロードチャンバ４８へ運ばれる。独立バルブ６６が閉じられると、それによって処理チャンバ４４はアンロードチャンバ４８から密閉される。独立バルブ６８が開かれることによって、キャリヤ７４はアンロー

ドチャンバ４８から移動し、基板５４、５６、７０及び７２は典型的に手動でキャリヤ７４からアンロードされる。基板は、また、アンロードチャンバ中に留まるため、その間、基板を冷やすことができる。基板がアンロードされた後、キャリヤ７４は昇降機５２に入る。昇降機５２は、キャリヤ７４をキャリヤ・リターンライン５８へ持ち上げる。キャリヤ・リターンライン５８中のトラック装置（図示せず）は、キャリヤを昇降機５０へ戻し、昇降機５０は、次に処理する基板のバッチを受け入れるために、処理装置の向こう側にある受け取りステーション５１中にキャリヤを下げる。

【０００７】

インライン装置４０は、現在基板の搬送と生産に使われているが、この種のインライン装置にはいくつかの不都合がある。特に、キャリヤが処理環境（真空中）から昇降機５０、５２の大気中に移動し、それから又、処理環境に戻ることにより生ずる熱循環に、キャリヤ７４が曝される。熱循環により、堆積材料が剥がれ落ちそうになるか又はキャリヤ７４から除去され、基板上に望まないパーティクルコンタミネーションが発生する。更に、露出したトラック装置を用いると、処理チャンバ部分と装置の大気部分の両方ともが発生したコンタミネーションに曝されることとなる。更に、昇降機とトラック装置を用いると、装置の複雑さの程度が上がり、その結果、故障が発生しないように、様々な移動構成部品のメンテナンスを付加的に行うこととなる。更に、キャリヤ７４が真空環境と大気圧環境とを循環するため、周囲条件環境中の周囲条件ガスがキャリヤ７４に吸収される傾向にあり、吸収された大気環境ガスがキャリヤ７４から真空環境中へ放出されると、チャンバ圧が上昇し、堆積膜層のコンタミネーションを引き起こす。キャリヤ７４の熱循環に加えて、複数の基板が処理されるにつれ、典型的に、キャリヤ７４の平均温度は上昇し、処理環境中において周囲条件よりも高い温度で処理されることとなる。処理チャンバ中のほとんどのプロセスが温度に依存するプロセスであるために、キャリヤ温度が上昇すると、不均一な膜形成を生じる堆積プロセスとなる可能性が高く、キャリヤ７４から熱が移動すると、基板及び／又はプロセス特性に影響を与える可能性がある。この基板温度の制御不可能な変化の結果、生産サイクルの最初に作られた膜と最後に作られた膜とが異なる可能性がある。現在のところ、典型的なインライン装置の課題は、隣接処理チャンバプロセス間のコンタミネーションであり、特に反応性堆積プロセスで用いられるチャンバのコンタミネーションである。反応性処理は、一般的に２つ以上の成分の適切な混合比に依存するものであり、それ故、隣接する処理領域からの他の成分の流入によって、反応性処理が不安定になり及び／又は片方又は両方の処理領域の堆積特性に悪影響を与える。

【０００８】

したがって、本インライン処理システムにおいては明らかに不利な点が発生するという観点から、インラインシステムと基板処理方法には依然として改良が求められている。特に、複数のインライン堆積領域を通して比較的大きく平滑な基板を処理可能なインラインシステムの改良が求められている。更に、大きなフラットパネルディスプレイにも使用可能な十分な大きさの基板を処理することが可能なインライン処理システムが求められている。

【発明の概要】

【０００９】

本発明は、一般的には、少なくとも１つの処理チャンバにおいて主として配置されたキャリヤと、処理チャンバとロードロックチャンバとの間に基板を移送する少なくとも１つの往復するシャトルを有する基板処理システムを提供する。基板を処理するモジュラチャンバの本質的なインラインシリーズを形成するために、複数の処理チャンバ、ロードロックチャンバ、他のチャンバを結合し得る。本発明のキャリヤは、一般的には処理環境にのみ曝される。即ち、キャリヤは、一般的には、処理しないチャンバ内へは往復しない。それ故、基板の連続的な連結処理間でのキャリヤの熱循環が抑制され、或いは排除することができる。キャリヤは、密閉されたトラックに沿って処理チャンバ内で可逆的に移動する。複数の処理領域は、区切りによって分離されているため、複数の処理方式が汚染されることなく同じ処理チャンバで起こる。更に、本発明のキャリヤの動作温度は、所定のキャリ

ヤ温度を達成するために、キャリヤへ／キャリヤからの熱を放射及び／又は吸収するように形成された１つ以上の温度制御プレートにより制御される。

【００１０】

一実施形態においては、本発明は、基板を処理する装置であって、処理環境中で基板を搬送する少なくとも１つの基板キャリヤと、選択的にキャリヤと連通している少なくとも１つの温度制御プレートと、少なくとも１つの基板キャリヤと近接して配置された少なくとも１つの堆積デバイスとを含む、前記装置を提供する。少なくとも１つの堆積デバイスは、一般的には、基板上に選択的な膜を堆積するように形成されている。

【００１１】

他の実施形態では、本発明は、基板を処理する方法であって、処理環境中の少なくとも１つの基板キャリヤ上に基板を搬送するステップと、処理環境中の基板支持プレートに基板を移送するステップとを含む、前記方法を提供する。更に、基板を積載した基板支持プレートを処理環境中の少なくとも１つの処理ゾーンを通って搬送するステップと、基板を処理環境から除去するために、基板を基板支持プレートから少なくとも１つの基板キャリヤへと搬送するステップも提供される。

【００１２】

他の実施形態では、本発明は、ポリシリコン膜を形成する方法であって、処理環境中に基板をロードするステップと、処理環境中の少なくとも１つの堆積源に基板を曝すステップと、処理環境中のアニーリングシステムに基板を曝すステップと、処理環境から基板を取り外すステップとを含む、前記方法を提供する。更に、該方法は、１つ以上の温度制御プレートを用いることによって、基板の温度を維持及び／又は制御するステップも含む。

【００１３】

本発明の上記特徴、利点、及び目的が得られる方法を十分に理解し得るように、上記に簡単に要約した本発明の具体的な説明は、添付した図面に示されている例示的な実施形態によって示されることができる。

【００１４】

しかし、添付の図面は、本発明の典型的な実施形態を示しているものであり、従って本発明の範囲を制限するものではないことに注意が必要である。本発明は、他の同等の効果を有する実施形態をも認めるものである。

【好適実施形態の詳細な説明】

【００１５】

本発明は、一般的には、１つ以上のチャンバを通って基板を支持し移送するために１つ以上の相互接続したちチャンバと基板キャリヤがシステム内に配置された連続インライン処理システムを提供する。各々のチャンバのアラインメントは一般に線形であるが、例えば、連続的な円形か楕円形のような様々な連続タイプの配置がこの発明の範囲内にはっきりと企図される。一態様においては、本発明は、処理システムの対向する端に位置したロードとアンロードのロードロックチャンバを含んでいる。処理システムにおいて基板キャリヤ間で基板を移送させるために各ロードロックチャンバ内に搬送シャトルを配置させることができる。また、反応性プロセスや非反応性プロセスを、プロセスチャンバ内のプロセスゾーン間の区切りの使用によって単一処理チャンバ内で行うことができる。区切りによって各不連続プロセス間に従来の独立バルブを含めずに反応性処理を生じさせることができる。

【００１６】

図６と図７は、それぞれ典型的な線形連続堆積システム９０を示す上面図と側面図である。システム９０は、一端に入口ロードロックチャンバ９２と、もう一端に配置された出口ロードロックチャンバ９４と、空間をほとんど占めている少なくとも１つの連続プロセスチャンバ９６を含んでいる。入口ロードロックチャンバ９２は、独立バルブ９８の活性化によってプロセスチャンバ９６から選択的に分離する。入口ロードロックチャンバ９２は、また、ロボット１１０によって使用される受け取りステーション１０６を開放するバルブ１０２を含んでもよい。ロボット１１０は、入口ロードロックチャンバ９２に基板１１

４を渡すために作動させる。同様に、出口ロードロックチャンバ９４は、独立バルブ１００の活性化によってプロセスチャンバ９６から選択的に分離することもできる。出口ロードロックチャンバ９４は、また、他のロボット１１２によって使用される受け取りステーション１０８を開放するバルブ１０４を含むことができる。それ故、ロボット１１２は出口ロードロックチャンバ９４から１つ以上の基板１１４を回収するために作動させることができる。また、システムは、それぞれのチャンバに隣接して配置されたトラックに沿って移動させることにより両ロードロックチャンバを使用するトラック型ロボットを含むことができる。ロボットは一般に大気ロボットと呼ばれ、モデルは、ＭＥＣＳ、ＲＯＲＴＺ、ＪＥＬ、ダイヘン、コマツおよび他の周知の製造業者のような製造業者から市販されている。

【００１７】

少なくとも１つのシャトル１１８は入口ロードロックチャンバ９２に位置することができ、少なくとも１つのシャトル１２０は出口ロードロックチャンバ９４に位置することができる。シャトル１１８と１２０は、１つ以上の可逆的なモータ及び／又はギアアセンブリの使用によって処理チャンバ９６の中へロードロックチャンバ９２と９４内外で移動可能である。この運動は、シャトル１１８と１２０をプロセスチャンバ９６の中もしくは外へ基板を移送させ、続いて処理チャンバから各々のロードロックチャンバへ引っ込めることを可能にする。少なくとも１つのキャリヤ１２２は、プロセスチャンバ９６内に連続的に置かれる。即ち、キャリヤ１２２は、一般的には、装填プロセス、堆積プロセス、アンロードプロセス全体にプロセスチャンバ内に保たれる。堆積プロセス中に基板を支持するために一般に使われるキャリヤ１２２は、典型的に両方向に移動可能である。即ち、入口ロードロックチャンバ９２と出口ロードロックチャンバ９４の両方向にもしくはプロセスチャンバ９６内を横切って可逆的である。更に、基板受け取り部材として作動させるキャリヤ１２２は、受け取り部材の上部に基板を係合／保持するための基板受け取り面と受け取り部材の底部に駆動係合部材を有し、いずれも本明細書に更に記載される。

【００１８】

図６と図７に示される典型的な本実施形態においては、３つのトラックがシャトル１１８、１２０とキャリヤ１２２を移動させるためにシステム９０に配置されている。それぞれのトラックは、一般的には、複数のガイドローラ１２６ａ～ｐ（本明細書ではおおまかにガイドローラ１２６と呼ぶ）とピニオンギア１２８ａ～ｈ（本明細書ではおおまかにピニオン１２８と呼ぶ）を含んでいる。トラック１２３と１２５は、プロセスチャンバ９６と各々のロードロックチャンバと間のシャトル１１８と１２０の運動の支持する。第三キャリヤトラック１２４は、プロセスチャンバ９６内に移動するためのキャリヤ１２２を支持する。複数のガイドローラ及び／又はピニオンギアを整列させると、トラックが形成され、サイドガイドレール（図示されていない）を含むように形成することができる。それぞれのトラックに沿ったガイドローラ１２６とピニオンギア１２８の量は、チャンバの長さ、シャトルやキャリヤの長さ、基板のサイズのような要因に依存して変えることができる。シャトルトラック１２３は、入口ロードロックチャンバ９２内に配置され、処理チャンバ９６へ伸長し、よって、シャトル１１８が処理チャンバ９６へ基板１１４を移送することができる。シャトルトラック１２３は、一般的には、システム９０の下部に配置されたガイドローラ１２６とピニオンギア１２８を含み、チャンバ９２と９６との間にシャトル１１８を移動するための通路を与える。同様に、他のシャトルトラック１２５は、一般的には、出口ロードロックチャンバ９４に位置し、プロセスチャンバ内に伸びる。シャトルトラック１２５は、複数のガイドローラ１２６とピニオンギア１２８を含み、チャンバ９４と９６との間にシャトルを移動するための通路を与える。キャリヤトラック１２４は、一般的には、独立バルブ９８と１００との間に伸びるので、基板が処理されるようにチャンバ９６内のキャリヤ１２２を移動するための連続的通路を与える。キャリヤトラック１２４は、一般的には、シャトルトラック１２３と１２５より幅が狭く、複数のガイドローラ１２６とピニオンギア１２８を含んでいる。キャリヤトラック１２４のより狭い幅により、キャリヤ１２２はシャトルとキャリヤの間に基板を搬送するためにシャトル１１８と

１２０の下に位置することができる。ガイドローラ１２６とピニオンギア１２８は適切な間隔でトラック１２３、１２４、１２５に沿って隔置することができるので、キャリヤとシャトルがそれぞれのトラックに沿って移動するようにキャリヤ１２２とシャトル１１８と１２０上の各レールは少なくとも２点で支持されている。キャリヤトラック１２４はトラック１２３と１２５とは異なる幅、即ち、トラックレール間の間隔を備えたトラックとして示されているが、様々な他の配置やメカニズムはロードロックチャンバ９２と９４とプロセスチャンバ９６との間に基板を送るために用いることができる。例えば、トラックの代わりのものはカンチレバ取り付けアセンブリ、ロボット及びＶ字形のシャトル及び／又はロボット１１０、１１２のロボット翼に類似したキャリヤであってもよい。

【００１９】

ピンプレート１３２は、入口ロードロックチャンバ９２に隣接したプロセスチャンバの装填端に近接して置かれる。ピンプレート１３２は、一般的にはアルミニウム又は銅のような熱導電材料から製造される。ピンプレート１３２は、一般的には、シャフト１３６と、ピンプレート１３２の選択的運動を促進するために作動させるリフトモータ１４０に結合している。複数のピン１４４は、ピンプレート１３２の外面からほぼ直角の方向へ伸びる。更に、ピンプレート１３２の温度は、例えば、発熱を伴う機械的／化学的装置及び／又は図１３ａ、１３ｂ、１５、１６に一般的に示されるように、冷却材入口ライン１４８と出口ライン１５０によって受け取られる内部に流れる吸熱／発熱流体の使用によって制御することができる。図１３ａは、ピンプレート１３２から熱を除去するために用いることができ、流体の温度がピンプレート１３２の温度未満である、流路がそれを通って流れる流体を受け取るために形成された典型的なピンプレート１３２を示す図である。図１３ｂは、所望される場合には、ピンプレート１３２の温度を上げるために協同的に作動させることができる、内部ヒータ１４９と、外部ヒータ１２１と、熱電対１５３がある典型的なピンプレート１３２を示す図である。温度のこの増加は、例えば、チャンバ９６内の所望の処理パラメーターを作成するために、基板１１４か又はキャリヤ１２２の温度を増加させるために用いることができる。更に、所望される場合には、ヒータ１４９と、ピンプレート１３２の入口１４８と出口１５０を相互接続する流体チャンネルの双方を、にピンプレート１３２を選択的に加熱及び／又は冷却するために協同して用いることができる。流体チャンネルは、商標名Ｓｗａｇｅｌｏｃｋ（登録商標）やＶＣＲ（登録商標）として入手しうる真空対応コネクターによって入口１４８と出口１５０に接続することができる。更に、チャンネルを通過すべき流体がソースとドレインまで流体チャンネルを接続している入口ラインと出口のラインは、ピンプレート１３２に直接接続することができる。また、流体供給ラインとドレインラインは、ピンプレート１３２へのシャフト１３６の内部によって経路を決めることができる。更に、ピンプレート１３２の加熱又は冷却は、処理チャンバ９６内の周囲温度を上昇又は下降させるために用いることができる。更に、図１３ａに示される流路は、冷却流体と用いるために記載されているが、流路はピンプレート１３２の温度より高い流体を受け取るために用いられてもよく、よってピンプレート１３２及び／又は周囲チャンバコンポーネント及び／又は基板を加熱する。更に、図１３ａと図１３ｂは例示的なヒータと冷却流路配置を示す図であるが、ヒータと流路の様々な代替的配置及び／又はデバイスは、本発明の範囲内で企図される。

【００２０】

ピンプレート１３２と構造が類似したピンプレート１３４は、出口ロードロックチャンバ９４に隣接したプレート１３２からプロセスチャンバ９６の反対の端に配置されている。ピンプレート１３４はシャフト１３８とリフトモータ１４２に結合し、プレート１３４からほぼ直角の向きに伸びる複数のピン１４６を含んでいる。同様に、プレート１３２に関して記載されるように、ピンプレート１３４の温度は、入口ライン１５２と出口ライン１５４を通る発熱デバイス及び／又は内部流動発熱流体の使用によって制御することができる。それ故、基板１１４がキャリヤ１２２上のプロセスチャンバ９６へ装填されると、処理チャンバ及び／又は基板の温度を選択的に調節するために作動させつつ、１つ以上の温度制御プレート１３２、１３４をシャトルからキャリヤまで基板を一緒に移送するために

用いることができる（次に記載される）。

【００２１】

図７と図２８に示されるように、例示的な本実施形態の処理チャンバは１つ以上の処理ゾーンを含むことができ、基板が通過するにつれて１つ以上の処理環境を維持することができる。例えば、１つ以上のターゲット１５６、１５８、１６０、１６２は、例えば、処理チャンバ９６がスパッタチャンバである場合には、プロセスチャンバ９６内の基板１１４及び／又はキャリヤ１２２上に配置することができる。同様に、ＣＶＤ又はエッチ処理のためのシャワーヘッド（図示せず）は、他のタイプの処理に必要な他のコンポーネントと共に、処理配置が必要であるように基板１１４及び／又はキャリヤ２２上に配置することができる。仕切り１７１、１７３、１７５、１７７、１７９は、各々のターゲット１５６、１５８、１６０、１６２の各々に近接して、ターゲット１５６と１６２各々の隣接していない側に配置されてもよい。仕切り１７１、１７３、１７５、１７７、１７９は、プロセスチャンバ９６内の４つの処理ゾーン１７２、１７４、１７６、１７８のような一連の処理ゾーンを画成するために隣接したターゲットから各ターゲットを物理的に分けるために形成される。基板の一部、即ち、十分な幅と部分的な長さだけが、単一ゾーンのプロセス環境に同時にさらされるので、各ゾーンの長さは、それを通って運ばれる基板の直線的寸法より短くてもよい。それ故、例示的な本配置においては、基板１１４は、基板１１４上の種々の場所の多数の処理ゾーンに同時にさらされることができる。１つを超える処理チャンバ９６を備えたシステムの場合、１つ以上の処理ゾーンを各プロセスチャンバ内に含めることができる。

【００２２】

独立バルブを通って他のプロセスチャンバへ入ることを必要とせずに処理されている基板が一つの処理ゾーンから他の処理ゾーンへ移動することができるように、処理ゾーン１７２、１７４、１７６、１７８より低い部分はプロセスチャンバ９６の処理環境に通常開いている。基板１１４はチャンバ９６を通って処理されているので、各仕切りは、処理される基板１１４に密接に近接した位置、例えば、基板１１４から約１ｍｍ～約５ｍｍ離れていてもよい位置に通常伸びている。１つの処理ゾーンからの元素が他のゾーンに入りコンタミネーションを引き起こすことを通常は禁じつつ、この種類の分離はゾーン間の基板１１４の搬送を可能にする。更に、具体的な処理ゾーンへ１種又は複数の反応性ガスを導入するために１つ以上のガス入口１６５を含むことにより反応性プロセスを与えるように処理ゾーンの１つ以上が適合していてもよい。反応性ガスを処理ゾーンへ導入しないことにより反応性処理に用いられた同じ処理ゾーンが一般に非反応性処理に用いることができ、非反応性処理プロセスに必要なコンポーネントに関して干渉させないために、ガス入口１６５及び／又は他の反応性処理関連コンポーネントが非反応性プロセスに必要なコンポーネントを妨害しないように適切に配置される。

【００２３】

基板処理が一連の処理ゾーンを通って行われる結果として、大きな基板の場合、特に入口ロードロックチャンバ９２に隣接した独立バルブ９８は、バルブ９８に近接した空間をなお占めつつ、１つを超える処理ゾーン１７２、１７４、１７６、１７８通って移動する基板に隙間を与えるために部分的に開いていてもよい。同様に、出口ロードロックチャンバ９４に隣接した独立バルブ１００は、チャンバ９６を通って進む大きな基板に縦の隙間を更に与えるために部分的に開いていてもよい。また、キャリヤ１２２の搬送速度又は搬送率は、処理装置の一端から、処理ゾーンへ／処理ゾーンからトラック１２４に沿って運ばれる、又は具体的な処理ゾーンを通って処理されるもう一端へ単に縦に移送されるかによって変動し得る。処理中に具体的な処理ゾーンを通って基板が進む速度は、一般的には、所望の堆積厚さ又はプロセス速度時間とプロセス領域における基板上の各ポイントの時間の乗数に基づくエッチングの完了を得るよう選ばれる。堆積領域を通るキャリヤ１２２の速度は、例えば、堆積中で約５ｍｍ／ｓｅｃ～２０ｍｍ／ｓｅｃ、搬送中で約１００ｍｍ／ｓｅｃから２００ｍｍ／ｓｅｃの範囲内にあってもよい。それ故、基板１１４は、具体的な堆積領域内の間基板１１４に所望の膜厚を適切に堆積するように特に計算された速度

で進むが、基板１１４が堆積領域内にもはやない場合、速度を速くすることができる。これにより基板１１４を非堆積プロセス中に速やかに搬送することができるので、効率よくすることが可能である。

【００２４】

コントローラ９１は、基板キャリヤの運動、ピンプレート、シャトル、トラック上のピニオン、バルブ、又は他の付随するシステム特徴のようなシステムでの様々な機能を制御するために用いることができる。コントローラ９１は、ハードディスクドライブの形をしていてもよいメモリーに記憶されたシステムコントロールソフトウェアを実行するために形成されたプログラムに組めるマイクロプロセッサを含めてもよく、アナログとディジタルの入力／出力ボードと、インタフェースボードと、ステッパモータコントローラボード（図示せず）と、他の既知のコントロールコンポーネントとを含めることができる。コントローラ９１は、システムのコンポーネントに対する電力を制御することができ、オペレーターがモニタしシステムの動作を変えることを可能にするパネルを含むことができる。光学及び／又は磁気センサ（図示せず）は、一般的には、コントローラと協同で移動可能な構造とアセンブリの位置を移動させ決定するために用いることができる。

【００２５】

図８は、各々の入口及び／又は出口ロードロックチャンバ９２、９４に配置することができる例示的なシャトル１１８の概略透視図である。各々のシャトル１１８は、一般的には、第一側面１９４と第二側面１９６と共に、第一端１９０と第一端に対向する第二端１９２を含んでいる。複数の支持フィンガ１９８ａ～ｆ（本明細書ではおおまかに支持フィンガ１９８と呼ぶ）は、一般的には、側面１９４、１９６と端１９０、１９２に対して横又は角度で横のようにシャトル１１８の外周から内向きに伸びる。各シャトルは、第一側面１９４に沿った第一サイドレール２００と第二側面１９６に沿った第二サイドレール２０２を含んでもよい。サイドレール２００、２０２は相互にほぼ並列で交差部材２１７、２１８によって相互に隔置される。交差部材２１７と２１８は、一般的には、ピンプレート１３２、１３４が支持フィンガ１９８から基板１１４を持ち上げることを可能にするシステムで処理される基板の厚さより長い距離によってフィンガ１９８から隔置される。その後、シャトル１１８、１２０は、それぞれのピンプレート１３２、１３４から引っ込めることができ、それぞれのピンプレート１３２、１３４は基板１１４を支持し続ける。そのため、シャトル１１８からキャリヤ１２２への搬送時に基板１１４は、フィンガ１９８から持ち上げられ、基板１１４がシャトル１１８による支持体から完全に取り除かれ、キャリヤ１２２上に置かれるように交差部材２１８及び２１７の１つの下に搬送される。シャトル１１８のサイドレール２００と２０２は、シャトル１１８に動きを与えるために、それぞれより低い表面２０９、２１０上に歯付きラック２０６と２０８を含むことができる。歯付きラック２０６と２０６は、それぞれ歯２０４と２０５を含み、それらは回転するピニオンギア１２８と係合するように適合している。図９の中で示されるように、各レール上の内向き段状表面２１４、２１６は密閉ガイドローラ１２６と係合するように適合している。

【００２６】

支持フィンガ１９８の端は、フィンガから基板１１４が支持される上に上向きに伸長する１つ以上の支持パッド２２０ａ～ｆ（おおまかには支持パッド２２０）を含むことができる。フィンガガイド２２２ａ～ｆ（おおまかにはフィンガガイド２２２）は支持パッド２２０から外向きに配置され、基板１１４を横に配置し得る表面を形成する。支持フィンガ１９８は、ピンプレート１３２内のピン１４４がフィンガ１９８の上の基板１１４と係合し支持させることができるシャトル１１８上に位置している。ピン１４４による基板１１４の係合時に、シャトル１１８はプロセスチャンバ９６から引っ込むことができ、ピン１４４によって支持された基板１１４が残る。それ故、支持フィンガ１９８と交差部材２１７、２１８の下部は、一般的には、シャトル１１８を基板搬送のためにキャリヤ１２２より上に配置することができる、図６に示されるキャリヤ１２２の基板受け取り上面より高い位置に配置される。シャトル１１８は、約６００℃以上の温度にさらされるので、シャ

トル１１８はステンレス鋼、セラミック、Ｉｎｖａｒ３６（登録商標）、又はフィルム堆積プロセス環境に適した他の温度抵抗性材料で製造することができる。同様に、支持パッド２２０はセラミック、ステンレス鋼、石英、又は他の温度抵抗性材料のような材料で製造されることが好ましい。上の説明は一般に入口ロードロックチャンバ９２内のシャトル１１８に関するが、出口ロードロックチャンバ９４内に位置するシャトル１２０は、シャトル１１８の設計と構成が同様である。

【００２７】

図９はレール２００とトラック１２３又は１２５の配置を示すチャンバの部分的概略断面図である。密閉スロット２３０は、シャトル１１８のレール２００を内壁の開口２３４へ伸長することができる内部チャンバ壁２３３に配置することができる。レール２００の内側部分２１４は、図６に示されるトラック１２３及び１２５ようなガイドローラ１２６と係合することができる。スロット２３０は、また、トラック１２３と１２５のコンポーネントから処理環境をおおむね分離することによりガイドローラ１２６に起因するコンタミネーションを減少させ、パーティクルがレールコンポーネントから剥がれ、基板処理領域に落ちる可能性を減少させる。本明細書に詳述されないが、同様の配置はトラック１２４上のキャリヤ１２２も備えることができる。

【００２８】

図１０はピニオン１２８がシャトル１１８と係合している他のチャンバ概略断面図である。外部チャンバ壁はこの概略図に示されていない。駆動機構２４０は、チャンバ９２へ伸びるドライブシャフトアセンブリ２４４に結合した入口ロードロックチャンバ９２のような具体的なチャンバの内部壁２３３の外部のモータ２４２を含んでいる。モータ２４２は、異なる向きにシャトル及び／又はキャリヤを移動させることができる可逆的なモータであり得る。モータは可逆的でもよい１つ以上のギアボックスを含むことができる。ドライブシャフトアセンブリ２４４は、付随したチャンバの第一側面２３２’に隣接した第一ピニオン１２８’と第二サイドに隣接した第二ピニオンに結合することができる。ドライブシャフトアセンブリ２４４は、第一ピニオン１２８の内側に配置された第一ガイドローラ１２６’と第二ピニオン１２８’の内側に配置された第二ガイドローラに結合することができる。図９に示されるように、ピニオン１２８は歯付きラック２０６とかみ合わせるように形成され、ピニオン１２８’はシャトル１１８の歯付きラック２０８や基板キャリヤ１２２上の同様のラックとかみ合うように形成されてもよい。駆動機構２４０も、ドライブシャフト２４４の回転に応答してコントローラ２４８に入力するエンコーダ２４６を含むことができる。コントローラ２４８は、駆動機構の連続又は同時動作のために１つ以上の駆動機構２４０に接続することができる。

【００２９】

図１１は、図１０で示された駆動機構２４０の代替的実施形態の概略図であり、モータ２４２がドライブシャフトアセンブリ２４４なしでピニオン１２８を駆動させている。複数の側方ガイドローラ２４９、２５０は、図６～７に示されるようにトラック１２３と１２５上にガイドローラ１２６に隣接した具体的なチャンバに取り付けられる。類似した配置はトラック１２４上にキャリヤ１２２を設けることができる。側方ガイドローラ２４９、２５０は、シャトル又はキャリヤがそれぞれのトラックに沿って整列した側面方向に動くことを確実にするためにシャトル１１８（又はキャリヤ１２２）上の上向きに伸長するガイドレール２５２と係合する。ガイドローラ１２６、１２６’はシャトル又はキャリヤを支持する。ガイドローラは、テフロン（登録商標）コートアルミニウム、Ｖｅｓｐｅｌ（登録商標）、又は微粒子をほとんど形成せず、振動を吸収するために柔軟なあるいは他の材料であり得る。

【００３０】

図１２は、基板キャリヤ１２２の概略透視図である。キャリヤ１２２は、アルミニウム又は銅のような熱導電材料、又はビードブラスト及び／又は陽極処理アルミニウムから製造することができる。対象物のビードブラスト表面は、表面の放射率を増加させることができる。放射率は、一般的には、同じ温度で黒体から放出された放射線に相対する表面から

放出された放射率として定義される。高放射率表面は、未処理表面に対して放射率を増加する表面処理によって、例えば、陽極処理又は表面をビードブラストすること、又はその組合わせによって形成することができる。例えば、未処理アルミニウム表面の典型的な放射率は、約０.０３であり非常に反射する。表面放射率は、表面を陽極処理によって一般的には約０.２～約０.４の範囲で増加し、ビードブラストと表面陽極処理によって更に高い約０.６に増加する。ビードブラストは、例えば、１平方インチ当たり約８０ポンド（ｐｓｉ）の空気圧を備えたノズルによって約３６グリットサイズガーネットを放出させるとともにアルミニウムの色が灰色に見えるようになるまでアルミニウム表面を密着させることにより達成することができる。当該技術において既知であるように、ビードブラストのために他の圧力、材料、グリットサイズを用いることができる。

【００３１】

上で簡単に述べたように、キャリヤ１２２は、第一側面サイド２６４上の歯２６８と内向きの段付き表面２６９と、第二側面２６６上に歯２７０と内向きの段付き表面２６７を含むことができる。これらの歯／ラックの組合わせは、上記駆動係合部材を形成することができる。ラック２６０と２６２は、図８に示されるように、搬送シャトル１１８のラック２０６、２０８にだいたい同様であり、同様の方法でガイドローラ１２６とピニオン１２８と係合する。キャリヤ１２２は、一般的には、プレート状表面に基板１１４を支持し、その上に支持される基板に熱シンクを備えている。複数の穴２７６ａ～ｆ（おおまかには穴２７６）は、一般的には、図１３に示されるピンプレート１３２からそれを通って伸びているピン１４４を受け取るためにキャリヤ１２２内に形成される。キャリヤ１２２は、一般的には基板１１４よりわずかに大きく、ガイドストップ２７８ａ～ｆ（おおまかにはガイドストップ２７８）が基板１１４を横に保持するために配置されている。更に、本発明内に明確に含まれていないが、キャリヤ１２２が配置された基板の温度を調節するために加熱及び／又は冷却デバイスを備えていることは本発明の範囲内である。更に、基板を支持するために複数のボア穴が形成されたプレート状をもつ例示的な本実施形態においてキャリヤ１２２が記載されているが、基板を支持する他の既知の配置も本発明の範囲内で企図される。

【００３２】

処理前、処理中、及び／又は処理後にキャリヤ１２２の温度を調節するために加熱／冷却機構、例えば、温度制御可能なピンプレート１３２がロードロックチャンバ９２と９４の各々に隣接したプロセスチャンバ内に設けられてもよい。図１３ａと１３ｂは、加熱及び／又は冷却性能を持つ例示的なピンプレート１３２を示す図である。動作中、ピンプレート１３２は、キャリヤ１１８とその上に配置された基板１１４の温度を選択的に変えるために、キャリヤ１２２に接触させても直接に隣接して配置されてもよい。キャリヤ温度の変化の結果として、支持された基板の温度も変化する。ピンプレート１３２は、複数のピン１４４ａ～ｆ（おおまかにはピン１４４）が配置され、ピンプレート１３２の表面２８２から上向きに伸びている。ピン１４４が通過することができるように、キャリヤ１２２内の穴２７６と協同するピン１４４が隔置される。例えば、所望の処理配置がピンプレート１３２の冷却を必要とすることを前提とすると、ピンプレート１３２は、水、グリコール、又は他の適切な流体のような冷却材が通過することができるプレート１３２内に形成されたチャンネル２８４を設けることにより制御された温度であってもよい。入口１４８は、チャンネル２８４に冷却材を送ることができ、出口ライン１５０は、ピンプレート１３２から搬送すべき冷却材のコンジットを設けることができる。チャンネル２８４は、例えば、２つのプレートの半分のそれぞれにチャンネル２８４の一部を形成することにより形成することができる。その後、個々の半分を密閉し及び／又は固定して共に単一プレートを形成し、チャンネル２８４を協同的に形成することができる。また、流路を作るために異なる側面とピンプレート１３２の端を通る穴をドリルであけることによりチャンネル２８４を形成することができる。しかしながら、穴をあける方法が用いられる場合には、一般的には様々な外面の穴を塞ぐことが必要であり、よって入口ライン１４８に接続する入口と出口ライン１５０に接続する出口が残る。また、表面２８２はビードブラスト及び

／又は陽極処理することによって形成された表面のように高放射率表面が好ましく、熱移動特性が高められる。

【００３３】

キャリヤ１２２とシャトル１１８との間に基板１１４を移送するために基板１１４がピンプレート１３２によって上げられる場合、ピンプレート１３２は、一般的にはキャリヤ１２２との物理的に接触し、それ故キャリヤ１２２の温度を低下させる。また、ピンプレート１３２は、上記のように、加熱した流体がピンプレート１３２を流れることによりキャリヤ１２２を加熱するために使用し得る。キャリヤ１２２を加熱／冷却することにより、基板１１４の温度が最適な処理に所望される温度に上下する。冷却又は加熱するためのピンプレート１３２とキャリヤ１２２との間の物理的接触時間が所望の最適処理温度を維持するように調整することができるように温度をモニターすることができる。図７に示されるシャフト１３６とリフトモータ１４０は、ピンプレートがシャトル１１８とキャリヤ１２２との間に基板を移送するにつれてピンプレート１３２を上下するために使用し得る。ピンプレート１３４は、ピンプレート１３２と同様に製造され配置することができる。

【００３４】

図１４は、図６～図７に示された連続堆積システムの他の例示的な実施形態の側面図である。図１４に示されたシステムは、チャンバ９６の一般的な処理領域の下に位置するプレート３００を含んでいる。ピンプレート１３２に関して記載されたように、プレート３００の温度が流路及び／又は加熱要素を通って選択的に当節することができるように、プレート３００は配置がピンプレート１３２に類似している。図１５は、プレート３００内に形成された例示的な流体チャンネル３０２を示す図であり、チャンネル３０２はプレート３００を通る非線形通路を用い、よって流体チャネルとプレート３００との間の熱接触が増大する。図１６は、実質的にグリッド方式である複数の穴が形成された固体プレート３００を示す図であり、選択された穴は流体をプレート３００に流すために使うことができ、選択された穴はプレートから流体を流すために用いることができる。残りの穴は、閉鎖系を維持するために塞がれ、さもなければ密閉すべきである。それ故、プレート３００はピンプレート１３２と同様の方式で冷却されるが、所望される場合にはプレート３００を加熱することができる。プレート３００は、例えば、矩形の形であってもよく、処理チャンバ９６の側壁の間のようないくつかの場所に取り付けることができ、チャンバの底に接続するスタンド３０７上に支持されることもできる。プレート３００は流体入口３０４と流体出口３０６を含むことができ、いずれもプレートの側面上に又はプレートの下から配置させることができる。更に、プレート３００はプレート３００内に抵抗加熱素子を含んでもよく、或いはプレート３００の温度を上げるためにそれに近接して配置させてもよい。それ故、プレート３００は、処理チャンバ内で熱を種々の表面へ／種々の表面から放熱転移及び／又は吸収させることにより処理チャンバ９６内の温度を上下させるように形成されることができる。プレート３００は、また、チャンバ、チャンバ内のコンポーネント、及び／又はチャンバによって処理される基板の温度を制御するために冷却ピンプレート１３２、１３４と協同して用いることができる。プレート３００の上部分３０８のようなチャンバの高温面は、その放射特性を、例えば、上記ビードブラスト処理又は陽極処理によって高めるために処理することができる。放射の増加は、一般的には、プレート３００の放射温度を、基板１１４を支持するキャリヤ１２２を含む処理チャンバ９６内部の他の表面に転移することを援助する。図１５と図１６は、それぞれプレート３００の例示的な上面図と側面である。プレート３００は、その中に１つ以上のチャネル３０２が形成されていてもよい。ピンプレート１３２と１３４と同様の方式で、チャネル３０２は２つのプレート内に形成されてもよく、その後、共に結合してチャネルを完成させる。また、プレート３００の種々の側面にドリルで穴を開け、その後、プレート側面のチャネルの部分をシールして冷却材流がプレート３００を通って入口と出口と呼ばれる流体に送られることによりプレート３０２を形成することができる。

【００３５】

図６～１３に示されるシステムの実施形態は、単一系列のチャンバを一般的に示している

。本発明は、並んで又は縦に配置された複数系列のチャンバに適用することができ、中央の受容ステーションは複数系列のチャンバを供給している。更に、本発明は、種々のほぼ線形の処理チャンバ配置を含み、更に、例えば、円形又は楕円形配置の連続ループ配置を用いることが含まれる。図１７は、入口ロードロックチャンバ９２と、処理チャンバ９５、９６と、出口ロードロックチャンバ９４と、ロボットとをもつ線形堆積システムを示す上面図である。システムには、一端が入口ロードロックチャンバ９２に結合しもう一端が出口ロードロックチャンバ９４に結合した単一組の処理チャンバ９５、９６が含まれている。カセット３１０、３１２、３１４は、大気条件で作動するトラックロボット３１６を支持するトラック３１８の一端に配置されている。各ロードロックチャンバは、トラックロボット３１６に結合している。システムは、図６～図１３によって記載された組のチャンバとして同様に配列している。基板は、記載されるように、入口ロードロックチャンバ９２へロボット３１６によって移動し、処理チャンバ９５、９６に移送され、処理され、出口ロードロックチャンバ９４から取り出される。

【００３６】

図１８は、二側面系列のチャンバがトラックロボット３１６に結合している図１７のシステムの変更を示す図である。第一系列のチャンバには、一端が第一入口ロードロックチャンバ９２ａに結合し、もう一端が第一出口ロードロックチャンバ９４ａに結合している処理チャンバ９５ａ、９６ａを含んでいる。第二系列には、一端が第二入口ロードロックチャンバ９２ｂに結合し、もう一端が第二出口ロードロックチャンバ９４ｂに結合した処理チャンバ９５ｂ、９６ｂが含まれている。スループット率は、第一基板１１４ａを第一系列のチャンバ内の第一入口ロードロックチャンバ９２ａへ装填するとともに第一基板１１４ａが処理されつつ第二系列のチャンバないの第二装填ロードロックチャンバ１１４ｂへ装填される第二基板１１４ｂを装填するロボット３１６によって高めることができる。同様に、基板１１４ａをロボットによって取り出すことができ、基板１１４ｂは処理チャンバ９６ｂから第二出口ロードロックチャンバ９４ｂへ移送され、ロボット３１６による取り出しを待っている。チャンバ内のタイミングや配列によっては、他の配置、例えば、ロボットで中央の装填領域を交差している３系列又は４系列のチャンバがあり得る。

【線形堆積システムの動作】

【００３７】

一般的に図６と図７を参照すると、動作中、例えば、基板１１４は、入口ロードロックチャンバ９２内のバルブ１０２を通るロボット１１０によって入口ロードロックチャンバ９２に送られる。ロボット１１０は、搬送シャトル１１８上に配置された支持フィンガ１９８上に基板１１４を載置させる。ロボット１１０は、入口ロードロックチャンバ９２から引っ込み、バルブが閉じる。入口ロードロックチャンバ９２は、真空源（図示せず）によるＣＶＤ処理の場合、例えば、約１０ｍＴｏｒｒ～５０ｍＴｏｒｒ、ＰＶＤ処理の場合、約１ｍＴｏｒｒ～５ｍＴｏｒｒの範囲内で真空が生じる。一部のロードロックチャンバにおいては、基板１１４は加熱ランプ、抵抗コイル、吸熱／発熱流体流動デバイス、及び／又は他の加熱／冷却デバイスによって所定の処理温度に加熱／冷却し得る。処理チャンバ９６への独立バルブ９８を開放し、シャトル１１８上のラック２０４と回転可能に係合するピニオン１２８によってシャトル１１８がトラック１２３に沿って移動する。センサ（図示せず）はシャトル１１８の位置を決定し、シャトル運動を調節するように形成されたコントローラ２４８に入力する。

【００３８】

処理チャンバ９６の内部では、キャリヤ１２２上のラック２６０と回転可能に係合するピニオン１２８でキャリヤ１２２を移動させることによりキャリヤ１２２はピンプレート１３２の上に配置される。シャトル１１８はキャリヤ１２２とピンプレート１３２からのピン１４４の上の位置にさせ、それらと整列させる。リフトモータ１４０はシャフト１３６を持ち上げ、ピンプレート１３２のピン１４４をキャリヤ１２２と接触するように上げる。ピン１４４は上向きにキャリヤ１２２内の穴２７６を通って伸びるので、基板を支持するシャトル１１８の支持フィンガ１９８から基板を持ち上げる。キャリヤ１２２を通って

ピン１４４が完全に伸びた時に、キャリヤ１２２自体がピンプレート１３２の支持面によって係合するので、キャリヤ１２２はピンプレート１３２によって持ち上がる。ピンプレート１３２によってキャリヤ１２２と基板が共に上昇したシャトル１１８は、次に入口ロードロックチャンバ９２へ引っ込み、独立バルブ９８は閉じ、よって基板１１４をもつ処理チャンバ９６がシールされる。リフトモータ１４０によってシャフト１３６とピンプレート１３２が下がり、よって基板１１４を支持するピン１４４が下がる。それ故、基板１１４はキャリヤ１２２上の支持面と接触し、ピン１４４はピンが少なくともキャリヤ１２２の下に下がるまで下がり続ける。次にキャリヤ１２２はキャリヤ１２２上のラック２６０と係合するピニオン１２８によってトラック１２４に沿って移動することができ、センサ（図示せず）はキャリヤ位置を検知し、コントローラ２４８に入力する。ガイドローラ１２６は、トラック１２４に沿って移動しかつトラック１２４に沿ってキャリヤ１２２のアラインメントの維持を援助するようにキャリヤ１２２と接触する。また、ピン１４４はピンプレート１３２から分離することができ、例えば、ピンに結合した他のリフトモータ（図示せず）を用いることによりピンプレート１３２を独立して上下することができる。ピンプレートからピンを分離することにより、ピンプレートは長くキャリヤと接触し、ピンは基板を上下させる。更に、ピンプレート１３２がキャリヤ１２２と接触している時間、ピンプレート１３２は本明細書に記載される加熱構造及び／又は冷却構造の使用によってキャリヤ１２２へ／から熱を転移及び／又は受容させることができる。

【００３９】

次に、キャリヤ１２２は、一般的には処理するための位置へ移送させる。例えば、処理がスパッタリングを含む場合には、キャリヤ１２２はターゲット１５６、１５８、１６０、及び１６２の少なくとも１つの下の位置へ移動する。電力がターゲットに供給されてターゲットにバイアスをかけ、プラズマが生成する。プラズマからのイオンがターゲットを衝撃し、ターゲットから材料が離れる。離れた材料の一部が基板１１４に向かって通路に進み、堆積する。区切り１７１、１７３、１７５、１７７、及び１７９によって、隣接の処理ゾーンからスパッタ付着される具体的なターゲット及び／又は他のターゲットの分離が援助される。基板１１４のリーディングエッジ部は、他の処理ゾーンのターゲットが異なる材料からできているもののような一連の処理ゾーン１７２、１７４、１７６、及び１７８の次の処理ゾーンに移動する。電力は次の処理ゾーンのターゲットに供給され、ターゲットがスパッタ付着し、ターゲット材料が前に堆積した材料の上に堆積する。処理は、基板が具体的な処理チャンバ９６の方式で処理されるまで必要な場合には一連の処理ゾーン１７２、１７４、１７６、及び１７８だけ続ける。本明細書に記載されるように、本発明は多重処理ゾーンを通って基板を同時に移動させることができるので、処理ゾーンは処理される基板と同じかそれ以上の大きさである必要はない。基板が処理ゾーンを通過するとすぐに、キャリヤ１２２が出口ロードロックチャンバ９４に隣接して配置されたピンプレート１３４の上の位置に移動し、それと整列する。また、他の処理チャンバが処理チャンバ９６と連続して結合している場合には、キャリヤを次のチャンバへ移動させることができ、基板を次の処理チャンバ内の他のキャリヤに移送させることができる。ピンプレート１３４が上がり、ピン１４６はキャリヤ１２２まで伸びることができ、よってキャリヤ１２２の上に基板１１４を持ち上げる。出口ロードロックチャンバ９４内の搬送シャトル１２０は、トラック１２５に沿って出口ロードロックチャンバ９４から出口ロードロックチャンバ９４と処理チャンバ９６の間の独立バルブ１００まで移動する。この運動は、一般的にはシャトル１２０をキャリヤ１２２の下に配置させ、フィンガ１９８は上がった基板１１４の下に配置される。シャトル１２０は独立バルブ１００を通って出口ロードロックチャンバ９４へ戻り、独立バルブ１００が閉じて処理チャンバを再度シールする。出口ロードロックチャンバ９４はバルブ１０４を開ける前に基板を冷却することができ、ロボット１１２が基板１１４を更に処理するために回収することができる。入口ロードロックチャンバ９２がキャリヤ１２２への搬送を待ち、基板１４４が処理チャンバ９６で処理され、基板１１４が出口ロードロックチャンバ９４からの搬送を待つように、複数の基板を同時にチャンバ内に配置し得る。

【００４０】
キャリヤ１２２は、次に入口ロードロックチャンバ９２から他の基板の位置へ入口ロードロックチャンバ９２に向かってトラック１２４に沿って戻ることができる。また、本発明の処理システムは連続処理チャンバであるように形成されてもよく、例えば、処理チャンバは連続ループを形成するように配置された複数の線形チャンバを含んでいる。本発明の例示的な実施形態においては、キャリヤ１２２が全処理動作中、処理チャンバ９６内に、又は少なくとも処理圧下に保たれることは留意すべきである。それだけで、キャリヤ１２２は以前の処理システムのガス抜きやコンタミネーションの欠点を受けない。また、プロセスチャンバシーケンスが可撓性を可能にする場合には、各ロードロックチャンバは共に負荷と無負荷のロードロックチャンバとして働くことができる。処理用基板は出口ロードロックチャンバ９４からキャリヤ１２２上に載置され、入口ロードロックチャンバ９２に向かって処理チャンバ９６まで戻り、そこで、基板は負荷ロードロックチャンバへ負荷のために移動する。このタイプの構造は、実質的に二方向処理チャンバを作成し、末端ステーションはブラインド基板と処理基板に対して負荷と無負荷の両ステーションとして作用し、よって処理装置の効率が高められる。

【００４１】
上で簡単に述べたように、キャリヤ１２２は、一般的には、処理環境を出ないので、周囲条件にさらされることに付随する温度のばらつき、熱サイクル、ガス抜きの変動を受けない。それ故、キャリヤ１２２は、図２に示されるシステムに関して述べられる汚染環境にさらされることを単に制限したものである。シャトル１１８と１２０は、処理チャンバ９６に簡単に配置され、主にそれぞれのロードロックチャンバ９２、９４に保持されるので、材料の堆積又はキャリヤ１２２が受容する他の処理結果を受容しない。従って、本発明は、異なる支持コンポーネントを少なくとも主として、また、ほぼ全体として処理環境に保持されるコンポーネントと、少なくとも主に非処理環境に保持されるコンポーネントに分離することを提供する。本発明は、また、堆積サイクル間又は基板をシャトルから、また、シャトルへロード又はアンロードする時のような温度制御可能なプレートと断続的に接触することにより又はキャリヤ温度に影響するようにプレートに近接していることにより処理環境に保持されたキャリヤの温度の制御を援助するものである。特に、キャリヤの平均温度が基板処理の加熱により上方に“クリープすること”を避けるために温度制御可能なプレートによってキャリヤを冷却することができ、或いは、基板を所望の処理温度まで上げるために基板を加熱することができる。いずれの場合にも、本発明の温度制御の特徴は、一般的には、一貫した処理環境を生成するために用いられ、一様な膜が作製される。

【第一実施例プロセス－ＩＴＯ／ＭｏＣｒ／ＭｏＣｒスパッタ堆積】

【００４２】
本発明の処理システムは、異なる材料とプロセス方式を用いた様々なプロセスに使用し得る。次の実施例は、図１９～図２３の概略側面図に示された反応性と非反応性の処理ゾーンを用いることの可能性を単に例示するものである。フラットガラスパネルのガラス基板上に現在堆積されている一つの物質は酸化スズインジウム（ＩＴＯ）である。ＩＴＯ層上に、典型的には、１以上のモリブデンクロム（ＭｏＣｒ）層を堆積させる。フラットガラス基板に典型的な材料の他の例としてはＣｒ、ＩＴＯ、ＣｒＯ、Ｔａ、又はＡｌが挙げられる。

【００４３】
基板は入口ロードロックチャンバ９２内のシャトル１１８に装填され、約１ｍＴｏｒｒ～約５０ｍＴｏｒｒの入口ロードロックチャンバ９２内に真空が作られ、シャトル１１８は基板１１４を処理チャンバ９６の中に移動させることができる。基板１１４はピンプレート１３２上に位置するキャリヤ１２２に移送することができ、シャトル１１８は入口ロードロックチャンバ９２に戻ることができ、ピンプレート１３２は下がることができる。図１９に示されるように、キャリヤ１２２は基板１１４をＩＴＯターゲット３２６を含む第一処理ゾーン３２０の下の処理位置へ移動させることができる。アルゴン又は他の不活性

ガスは、プロセスを安定化するとともに不純物の第一処理ゾーンの排気を援助するために約３４標準立方センチメートル（ｓｃｃｍ）の速度で処理ゾーンへ導入し得る。二原子酸素もまた約０.１７ｓｃｃｍの速度で第一処理ゾーンへ導入することができる。基板１１４の上に又は隣接して位置するＩＴＯターゲット３２６に約２０００ワットを加えることができ、その結果としてプラズマが生成し、ＩＴＯターゲット３２６がスパッタ付着して約４０秒間で基板上に約５００オングストロームのＩＴＯ層の厚さを与える。図２０に示されるように、基板１１４の大きさのために、キャリヤ１２２は第二処理ゾーン３２２と第三処理ゾーン３２４の後に基板１１４の一部を移動させて第一処理ゾーン３２０で基板１１４の処理を終了する必要がある。

【００４４】

図２１に示されるように、基板１１４は第一処理ゾーンに隣接しても第一処理ゾーンから離れてもよい第二処理ゾーン３２２に移動することができる。例示的な本実施形態においては基板の大きさと第一処理ゾーンと第二処理ゾーンが接近しているために、キャリヤ方向を逆にして第二処理ゾーン３２２と整列するように基板１１４を移動することができる。また、基板１１４は第一処理ゾーン３２０を同時に移動するので第二処理ゾーン３２２は堆積のために活性化することができる。本実施例においては、第二処理ゾーン３２２はＭｏＣｒターゲット３２８を含んでいてもよい。他の材料を堆積させるために、例えば、Ｃｒ、ＩＴＯ、Ｔａ、又はＡｌターゲットを含む類似材料の対応するターゲットが酸化ガスや他の反応ガスを含めて又は含めずに用いることができる。基板１１４上にスパッタ付着ＭｏＣｒの酸化層を形成して堆積ＩＴＯ層と次の層との間の接着を促進させるために反応性プロセスを用いることができる。アルゴン又は他の不活性ガスは、一般的には、約３０ｓｃｃｍの速度で第二処理ゾーン３２２へ導入される。反応性ガスを供給してＭｏＣｒスパッタ付着材料と反応させかつＭｏＣｒＯの酸化接着層を生成するように二原子酸素を約３０ｓｃｃｍの速度で第二処理ゾーン３２２へ導入することができる。基板１１４の上に位置するＭｏＣｒターゲット３２８に約１０００ワットを加えることができ、プラズマが生成し、酸素の存在下にＭｏＣｒターゲット３２８がスパッタ付着して約４秒間で約１４オングストロームのＭｏＣｒＯ層の厚みを与える。

【００４５】

図２２に示されるように、キャリヤ１２２は逆方向に基板１１４を他の層の処理をするための位置へ移動させることができる。この例においては、非反応性プロセスにおいてＭｏＣｒの２０００オングストローム厚層をＭｏＣｒＯ層上に堆積させることができる。ＭｏＣｒターゲット３２８、３３０を含むいずれの処理ゾーンも高いスループット率のために用いることができる。アルゴン又は他の不活性ガスは、約７５ｓｃｃｍの速度で各処理ゾーンへ導入することができる。一般的には、第二又は第三処理ゾーン３２２、３２４のそれぞれへはほとんど酸素を導入しない。基板１１４上に位置するＭｏＣｒターゲット３２８、３３０の各々に約１３０００ワットを加えることができ、電力の結果として処理ゾーン３２２、３２４にプラズマが生成し、ＭｏＣｒターゲット３２８、３３０が約４４秒間スパッタ付着して約２０００オングストロームのＭｏＣｒ層の厚みを与えた。図２３に示されるように、更に処理するために出口ロードロックチャンバ９４へ移送するために処理ゾーン３２０、３２２、３２４から基板を取り出すことができる。

【ポリシリコン技術】

【００４６】

本製造技術は、一般的には、液晶ディスプレイ（ＬＣＤ）のようなデバイスを製造するためにアモルファスシリコン技術か又はポリシリコン技術を用いる。アモルファスシリコン技術は、一般的には、ラップトップやデスクトップ型パーソナルコンピュータ・スクリーンのようなデバイスを製造するために用いられ、ポリシリコン技術は、一般的には、ディジタルカメラ・スクリーン、ビューカム・スクリーン、又はセル方式電話スクリーンを製造するために用いられる。クラスタツール構造に製造されるアモルファスシリコン技術は、ＬＣＤ型ディスプレイに共通の技術として一般に知られるが、この技術は既知の陰極線管（ＣＲＴ）型ディスプレイと同様の方式で解像特性が制限される欠点がある。また、ポ

リシリコンに基づく技術は、ほぼすべてのタイプのディスプレイに十分な解像特性を与えることが既知である。特に、ポリシリコンに基づく技術は大フラットパネルディスプレイの形成に望ましいと思われる。しかしながら、本処理チャンバ配置が、一般的には、大フラットパネル型ディスプレイを支持するのに十分なサイズの基板を処理することができないので、本製造処理技術はポリシリコン技術を用いた大フラットパネルディスプレイの製造には実施しない。しかしながら、本発明の新規な構造と配置の使用によって、大きな基板、特に、大フラットパネル型ディスプレイを支持するのに十分なサイズの基板を本発明のインライン型処理チャンバ内で製造／処理することができる。

【００４７】

ポリシリコンによる膜を製造するために、たいていは低水素アモルファスシリコン膜が必要とされる。この低水素アモルファスシリコン膜が形成されるとすぐに、膜をたいていは加熱して、例えば、膜を溶融するのに十分な強さ及び／又は電力の光源によって加熱して所望の結晶構造を形成する。これが、一般的にはアニーリングプロセスとして知られる。ポリシリコン膜のそのようなアニーリングプロセスに一般に用いられる光源は、キセノン‐塩素（ＸｅＣｌ）エキシマレーザである。チャンバ内部でのレーザの使用は膜特性を分解し得る処理チャンバの温度特性をゆがめる傾向があるので、本ポリシリコン技術は主要な処理チャンバの外部にＸｅＣｌエキシマレーザを配置することを支持する。しかしながら、処理チャンバの外部にアニーリングレーザを配置することは、膜がそこでアニーリングレーザに搬送され、一般的には、周囲雰囲気に膜をさらすことを含むので処理膜が汚染され得る可能性が生じる。

【００４８】

ポリシリコン膜を形成する従来の方法を図２４に示す。従来のポリシリコンに基づく技術プロセスは、化学気相成長法によって第一SiO_2層を堆積する。この第一層は相対的に厚く、一般的には約３０００オングストロームである。次に第二層を第一SiO_2層の上に堆積し、第二層は、一般的には、約３００～５００オングストローム厚にアモルファスシリコンから形成される。しかしながら、第二層を堆積させる前に、従来の手法は、一般的には第一層が被覆された基板を第二堆積チャンバへ移送する。第二層の堆積の完了時に、膜を大気条件へさらすことが一般的に含まれる第三チャンバ又はアニーリング用ツールへ多層膜を搬送する。

【００４９】

図２５は、液晶ディスプレイ薄膜トランジスタ（ＴＦＴ）構造を支持するために一般的に用いられる従来のポリシリコンに基づく膜を示す図である。図２５に示される従来の膜には、相対的に厚い下層膜２５２が堆積したベース基板２５１を含んでいる。この下層膜２５２は、一般的には、図２４に示される３０００オングストローム厚の第一SiO_2層に対応する。下層膜のすぐ上は、ポリシリコン層２５３であり、例えば、約３００～５００オングストローム厚であってもよい。ポリシリコン層のすぐ上はゲートSiO_x層２５４であり、続いて当該技術において既知であるゲート層２５５である。更に、トランジスタソースであるＳドープ領域２５７と、トランジスタドレインであるＤドープ領域２５６が図２５ではポリシリコン層２５３のすぐ上と下層２５２の上に示されている。

【００５０】

本発明の処理システムの実施形態の使用によって、改善されたポリシリコンに基づく膜を製造することができる。特に、アニーリング光源が処理チャンバ内に位置している本発明のインライン処理システムの使用によって、膜が処理チャンバから大気条件を通ってアニーリングステーションに搬送される必要がないので、改善されたポリシリコン膜を形成することができる。大気条件にさらすことはポリシリコン膜の主要なコンタミネーション源であるので、大気条件を通るこの搬送ステップを取り除くことは重要である。図２６に示される改善されたポリシリコン膜は、例えば、物理気相成長法によって堆積することができる約３０００オングストロームのベースSiO_2層を含むことができる。例えば、約３００～５００オングストロームのアモルファスシリコン層の第二層は、物理気相成長によって堆積することもできる。エキシマレーザでアモルファスシリコン層をアニーリングす

ることによってポリシリコン層を形成する図２６に示される最終ステップは、一般的には、上述したように物理気相成長法と同じチャンバな内で行われる。

【００５１】

図２７は、図２６に示されるポリシリコン膜を形成するように設計された本発明の堆積システムの例示的な配置を示す図である。この配置においては、少なくとも一枚の清浄な基板を周囲雰囲気及び／又は保持カセットから入口ロードロックチャンバ９２とバルブ９８を通って処理チャンバ９６へ移送するために入口ロードロックチャンバ９２が用いられる。搬送は、一般的には、上記のようにシャトル１１８、キャリヤ１２２、プレート１３２によって達成される。それ故、まず、上記のシャトル１２２からキャリヤ１１８へ搬送する間にプレート１３２によってキャリヤ１２２上に位置する基板１１４の温度を調節又は制御することができる。一旦、基板１１４が処理環境９６を通って進み始めると、プレート１３２にはもはや近接しないので、基板は、ピンプレート１３２が基板１１４の温度を制御することができる物理的領域の外側に通常存在する。しかしながら、プレート１３２と１３４に構成が似ていてもよいプレート３００は、チャンバ９６内の処理デバイスに近接して配置させることができるので、図２８に示されるように処理ステップ中に基板１１４の温度を調節及び／又は制御するために使用し得る。本発明のエキシマレーザアニーリング段階でシリコン膜をポリシリコン膜へ簡単に変換することができるようにプレート３００は、例えば、４００°～５００℃の範囲の温度を維持するように制御することができる。処理チャンバ９６から出口ロードロックチャンバ９４への搬送で基板１１４に近接するプレート１３４は、基板、キャリヤの温度、及び／又はチャンバ９６から出口ロードロックチャンバ９４への基板の出口で周囲温度を制御するために流体冷却することができる。

【００５２】

本例示的なポリシリコン構造においては、プレート３００のすぐ上に位置するキャリヤ１２２は、まず、第一SiO_2ターゲット２７１の下の基板１１４を所定の速度で通過し、そこで３０００オングストローム下層膜の少なくとも一部が基板上に堆積する。次にキャリヤは、第二SiO_2ターゲット２７２の下の３０００オングストローム下層膜の少なくとも一部が堆積した基板１１４を通過し、下層の残りの部分を堆積させることができる。単一のターゲット／堆積デバイスは下層を堆積させるために用いることができるが、ターゲット２７１とターゲット２７２の間のターゲット侵食の共有の結果としてターゲット置換の間の間隔が長くなるので、２つの分離したターゲット／堆積デバイスを協同的に用いると処理システムの使用寿命が長くなる。下層の残りの部分を堆積させる第二ターゲット２７２に続いて、純粋なシリコンターゲットであってもよい第三ターゲット２７３は下層の上にアモルファスシリコン層を堆積させるために用いることができる。図２６に示されるように、この層は約３００～５００オングストロームであってもよい。アモルファスシリコン層の堆積の完了時に、基板はチャンバ９６内に位置するエキシマレーザ２７４の下を通過する。レーザ２７４はアモルファスシリコン膜をアニールして所望のポリシリコン膜を形成する。しかしながら、アニーリングプロセスがチャンバ９６内に含まれるので、このプロセスはチャンバ９６内の温度を上げる傾向がある。それ故、上述したように、ピンプレート１３２と１３４の双方とプレート３００は加熱及び／又は冷却デバイスの双方を備えていることができ、チャンバ９６とその中で処理される基板の選択的温度制御が可能である。アニーリングプロセスの完了時に、基板をチャンバ９６から出口ロードロックチャンバ９４へバルブ１００を移送させる。続いて、処理した基板を出口ロードロックチャンバ９４からロボット又は他の既知のデバイスによって取り出すことができる。

【００５３】

ポリシリコン膜を形成するためにＣＶＤプロセスを用いることができるが、ＣＶＤアニーリングプロセス中に遊離する水素が所望のポリシリコン膜特性に寄与しないので、ＣＶＤプロセスにおけるシランSiH_4の使用の結果としてＣＶＤプロセスはたいてい不十分な特性膜を生じることになる。それ故、ＰＶＤに基づくアニーリングプロセスが周囲ガスとしてアルゴンを使うことができ、ポリシリコン膜への水素の導入を取り除くことができる

ので、本発明の例示的な堆積プロセスはＰＶＤ型プロセスに集中している。例えば、上記のようにSiO_2に基づくターゲットを用いる場合には、ＰＶＤプロセスを開始させるために１ｋＷ未満のＲＦバイアスをターゲットに加えることができる。SiO_2ターゲットを用いて、例えば、チャンバ圧は約1～５ｍＴの範囲に維持することができ、処理領域内のアルゴン流は５０～１００ｓｃｃｍであってもよく、基板温度は約４００°～５００℃であり、一定堆積を維持するのに必要なＤＣ電力は一般的には５ｋＷ未満である。また、SiO_2層を形成するために純粋なシリコンターゲットを用いることができるが、純粋なシリコンターゲットを用いる際には、一般的には、SiO_2膜の酸素部分を形成するために酸素を周囲ガスとして処理ゾーンへ導入する。SiO_2ターゲットに使われる同様の温度、圧力、流量、電力設定を純粋なシリコンターゲットとともに用いることができる。

【００５４】

図２８は、図２７に示される例示的な装置を示す側面図である。図２８には、それぞれの堆積ゾーンを相互に物理的に分離するために作動させる区切り１７１、１７３、１７５、１７７が示されている。更に、エキシマレーザ２７４とアンロードロックバルブ１００との間に位置するアニーリングゾーン区切り１７９も示されている。ターゲット２７１、２７２、２７３の上に位置する磁石、又は匹敵する磁場を生成することができるデバイスが示されている。磁石２８１はターゲット２７１、２７２、２７３の暴露面に近接して磁場が生じるよう作用しており、堆積プロセス中に均一なターゲット侵食を助長することによってスパッタ速度およびターゲット寿命を高めることが一般に知られている。

【００５５】

上述した実施形態に基づいて本発明を記載してきたが、本発明の精神と範囲内に保たれつつ、ある種の修正、変更、及び／又は代替的構成或いは配置が使用可能であることは当業者には明らかである。特に、シャトル、キャリヤ、基板、ロボット、チャンバ、ターゲット、他のシステムコンポーネントのような構造の向きの変更は、本発明の範囲内に企図される。更に、本発明に示されるすべての運動と位置、例えば、“上に”、“上”、“下に”、“下”、“底”、“側面”等は、異なる配置や実施形態を作るために変動してもよいターゲット、チャンバ、キャリヤ又はシャトルのような物体の位置に相対する。従って、処理システムによって基板の所望の運動を達成するために様々な代替的向きでコンンポーネントのいずれか又はすべてを定置させることが本発明によって企図される。それ故、本発明の真の範囲を決定するために前述の特許請求の範囲を参照しなければならない。

【図面の簡単な説明】

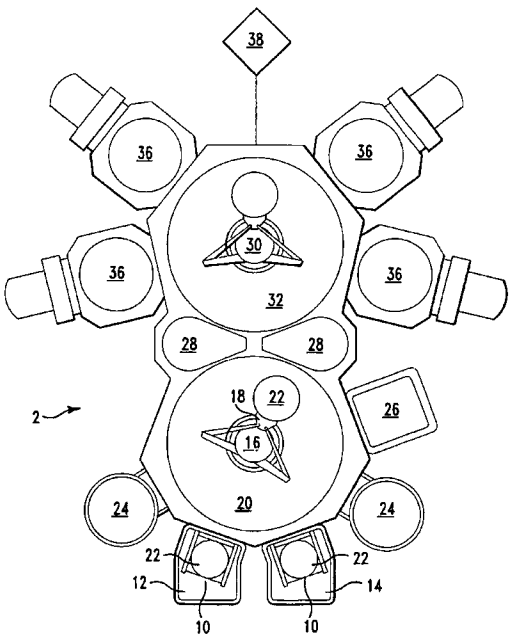
【００５６】

【図１】典型的なクラスタツール装置の概略上面図である。
【図２】典型的なインラインシステムの側面図である。
【図３】図２に示されるインラインシステム内のチャンバの概略上面図である。
【図４】インラインシステム内の基板キャリヤの概略側面図である。
【図５】インラインシステム内の基板キャリヤの概略端面図である。
【図６】本発明の連続堆積インラインシステムの概略上面図である。
【図７】図６に示される連続堆積インラインシステムの概略側面図である。
【図８】シャトルの概略斜視図である。
【図９】チャンバの概略部分断面図である。
【図１０】ピニオンを示す他のチャンバの概略断面図である。
【図１１】図１０に示された駆動機構の代替的実施形態の概略図である。
【図１２】基板キャリヤの概略斜視図である。
【図１３ａ】内部に流体システムを有するピンプレートの概略斜視図である。
【図１３ｂ】内部にヒータを有するピンプレートの概略斜視図である。
【図１４】温度制御プレートを有する、図６に示されたシステムの他の実施形態の概略側面図である。
【図１５】図１４に示された温度制御プレートの概略上面図である。
【図１６】温度制御プレートの概略側面図である。

【図１７】一対のロードロックチャンバと、処理チャンバと、ロボットを有するシステムの上面図である。
【図１８】２ラインのチャンバを有するシステムの上面図であり、２ラインのチャンバはそれぞれ２つのロードロックチャンバと処理チャンバとを２つのラインの間に配置されたロボットと共に有する。
【図１９】例示的な処理シーケンスの概略図である。
【図２０】例示的な処理シーケンスの概略図である。
【図２１】例示的な処理シーケンスの概略図である。
【図２２】例示的な処理シーケンスの概略図である。
【図２３】例示的な処理シーケンスの概略図である。
【図２４】従来のポリシリコン膜を形成する方法を示す例である。
【図２５】典型的なＬＣＤ ＴＦＴ構造を示す図である。
【図２６】ポリシリコン膜を形成する方法を示す図である。
【図２７】インライン堆積システムを示す上面図である。
【図２８】インライン堆積システムを示す側面図である。
【符号の説明】
【００５７】
１０…カセット、１２…ロードロック、１４…ロードロック、１６…ロボット、２０…真空チャンバ、２２…ウエハ、２４…処理チャンバ、２６…処理チャンバ、２８…処理チャンバ、３０…ロボット、３２…真空チャンバ、３６…処理チャンバ、３８…コントローラ、４０…モジュラ・インラインシステム、４２…処理チャンバ、４４…処理チャンバ、４６…ロードチャンバ、４８…アンロードチャンバ、５０…昇降機、５１…受容ステーション、５２…昇降機、５４…基板、５６…基板、５８…キャリヤ・リターンライン、６０…独立バルブ、６２…独立バルブ、６４…独立バルブ、６６…独立バルブ、６８…独立バルブ、７０…基板、７２…基板、７４…キャリヤ、７６…ターゲット、７８…ターゲット、９０…線形逐次堆積システム、９１…コントローラ、９２…入口ロードロックチャンバ、９４…出口ロードロックチャンバ、９６…プロセスチャンバ、９８…独立バルブ、１０２…バルブ、１０６…受容ステーション、１１０…ロボット、１１２…ロボット、１１４…基板、１１８…シャトル、１２０…シャトル、１２２…キャリヤ、１２３…トラック、１２４…トラック、１２５…トラック、１２６…ガイドローラ、１２８…ピニオンギア、１３２…ピンプレート、１３４…ピンプレート、１３６…シャフト、１４０…リフトモータ、１４２…リフトモータ、１４４…ピン、１４６…ピン、１４８…入口ライン、１４９…内部ヒータ、１５０…出口ライン、１５１…外部ヒータ、１５２…入口ライン、１５３…熱電対、１５４…出口ライン、１５６…ターゲット、１５８…ターゲット、１６０…ターゲット、１６２…ターゲット、１６５…ガス入口、１７１…区切り、１７２…処理ゾーン、１７３…区切り、１７４…処理ゾーン、１７５…区切り、１７６…処理ゾーン、１７７…区切り、１７８…処理ゾーン、１７９…区切り、１９０…第一端、１９２…第二端、１９４…第一側面、１９６…第二側面、１９８…フィンガ、２００…サイドレール、２０２…サイドレール、２０４…歯、２０５…歯、２０６…ラック、２０８…ラック、２０９…下面、２１０…下面、２１４…段面、２１６…段面、２１７…交差部材、２１８…交差部材、２２０…支持パッド、２２２…フィンガガイド、２３０…エンクローズスロット、２３２…側面、２３３…チャンバ壁、２４０…駆動機構、２４２…モータ、２４４…ドライブシャフトアセンブリ、２４８…コントローラ、２４９…横ガイドローラ、２５０…横ガイドローラ、２５２…下層膜、２５３…ポリシリコン層、２５５…ゲート層、２５６…Ｄドープ領域、２５７…Ｓドープ領域、２６０…ラック、２６２…ラック、２６４…側面、２６６…側面、２６７…段面、２６８…歯、２６９…段面、２７０…歯、２７１…ターゲット、２７２…ターゲット、２７３…ターゲット、２７４…レーザ、２７６…穴、２７８…ガイドストップ、２８１…磁石、２８２…表面、２８４…チャネル、３００…プレート、３０２…流体チャネル、３０７…スタンド、３０８…上部、３１０…カセット、３１２…カセット、３１４…カセット、３１６…トラックロボット、３１８…トラック、３２０

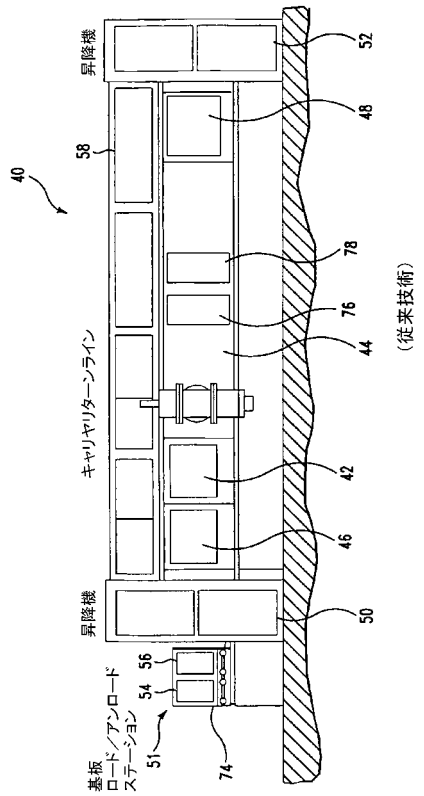
…処理ゾーン、３２２…処理ゾーン、３２４…処理ゾーン、３２６…ターゲット、３２８…ターゲット、３３０…ターゲット。

【図１】



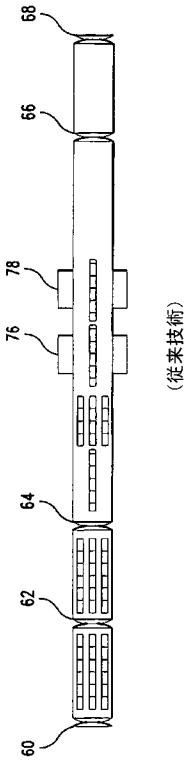
（従来技術）

【図２】



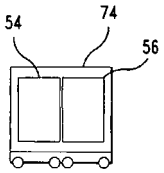
（従来技術）

【図３】



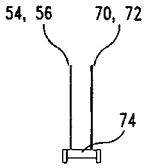
（従来技術）

【図４】



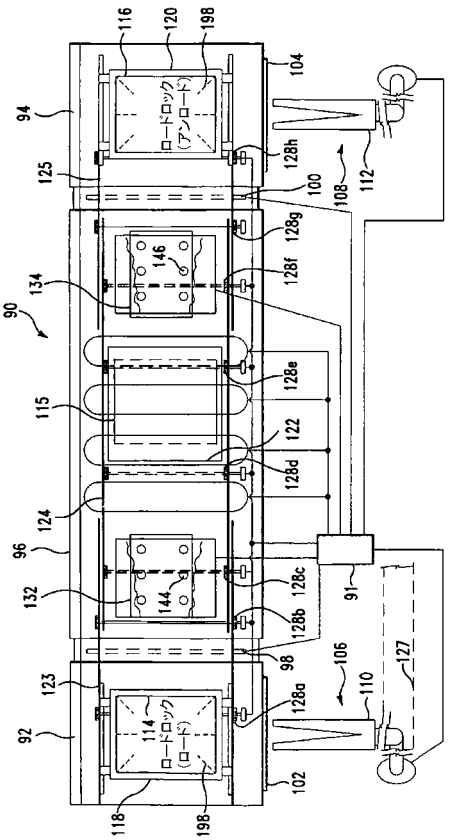
（従来技術）

【図５】

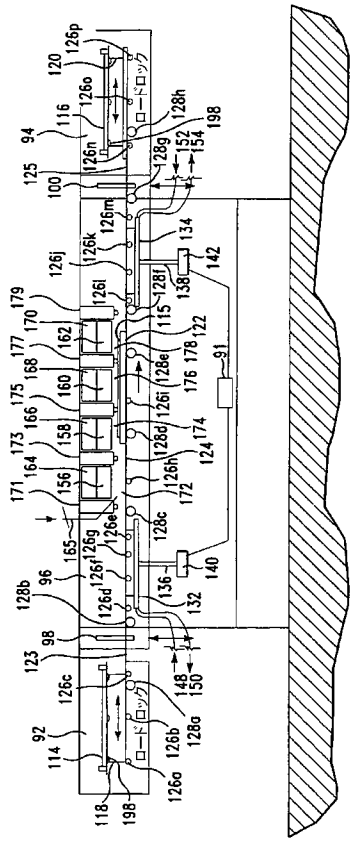


（従来技術）

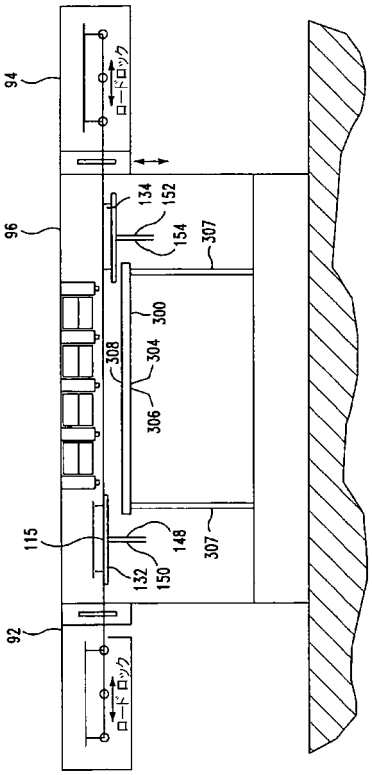
【図６】



【図７】



【図１４】

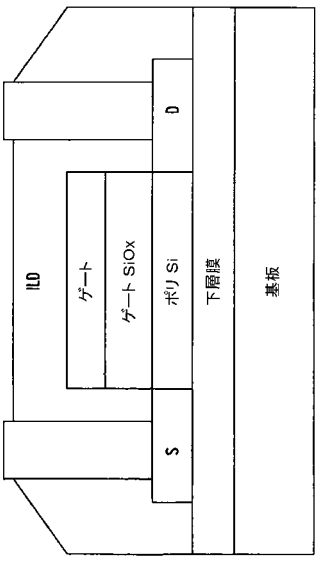


【図２４】

ポリシリコン膜を形成する従来の方法

#	方法	材料	厚さ(A)	備考
1	CVD	SiO2	3000	
2	CVD	アモルファスシリコン	300-500	同じCVDツールを使用可能
3	エキシマレーザ	ポリシリコン	300-500	異なるツール。アームとパーティクルにさらされる

【図２５】

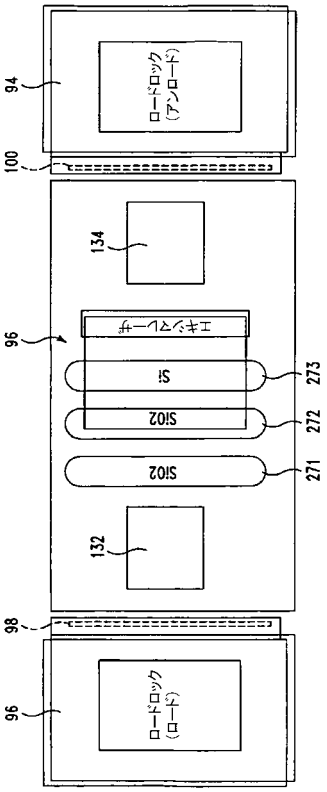


【図２６】

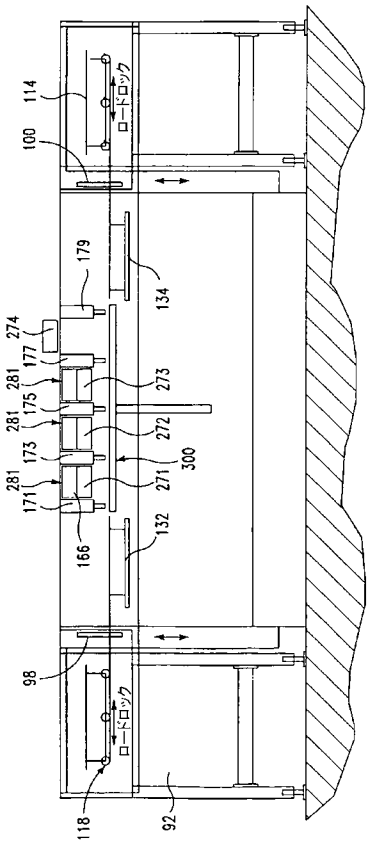
ポリシリコン膜の形成方法

#	方法	材料	厚さ(A)	備考
1	PVD	SiO2	3000	
2	PVD	アモルファスシリコン	300-500	同じPVDツールを使用可能
3	エキシマレーザ	ポリシリコン	300-500	エキシマレーザはPVDプロセスの終了時に取り付けられる

【図２７】



【図２８】



【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
29 August 2002 (29.08.2002)

PCT

(10) International Publication Number
WO 02/067298 A2

(51) International Patent Classification[7]: H01L 21/00, C23C 16/00

(21) International Application Number: PCT/US01/50263

(22) International Filing Date:
20 December 2001 (20.12.2001)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:
09/753,424 3 January 2001 (03.01.2001) US

(71) Applicant: APPLIED MATERIALS, INC. [US/US]; 3050 Bowers Avenue, Santa Clara, CA 95054 (US).

(72) Inventor: HOSOKAWA, Akihiro; 10264 Danube Drive, Cupertino, CA 95014 (US).

(74) Agents: PATTERSON, William B., et al.; Moser, Patterson & Sheridan, LLP, 3040 Post Oak Blvd., Suite 1500, Houston, TX 77056 (US).

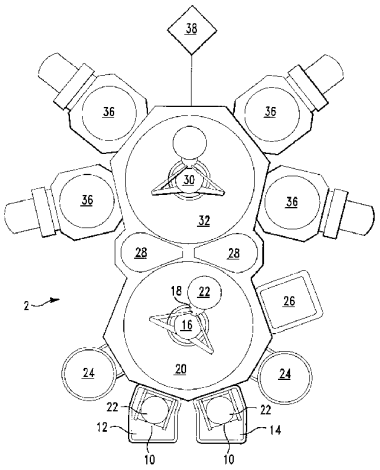
(81) Designated States *(national)*: CN, JP, KR, SG.

(84) Designated States *(regional)*: European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

Published:
without international search report and to be republished upon receipt of that report

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.

(54) Title: CONSECUTIVE DEPOSITION SYSTEM



(57) Abstract: An apparatus and method for processing substrates is provided, wherein the apparatus includes at least one substrate carrier for transporting a substrate within a processing environment. At least one temperature controlled plate positioned in the processing environment is selectively in communication with the at least one substrate carrier and is used to both transfer substrates from an external substrate shuttle to the substrate carrier in the processing environment and to regulate the temperature of the processing environment. At least one deposition device configured to deposit a selected film on the substrate and an annealing device are positioned proximate the at least one substrate carrier within the processing environment.

WO 02/067298 A2

CONSECUTIVE DEPOSITION SYSTEM

Related Applications

This application is a continuation in part (CIP) of copending United States Patent Application Serial No. 09/432,544 filed on November 3, 1999. The contents of this earlier filed application are hereby incorporated by reference.

BACKGROUND OF THE INVENTION

Field of the Invention

The present invention relates to the field of semiconductor processing. More particularly, the present invention relates to an apparatus and method for transporting substrates through a semiconductor processing system, wherein the apparatus and method include a temperature control mechanism. Further, the present invention relates to an apparatus and method for transporting substrates through a semiconductor processing system to generate a poly silicon film.

Background of the Related Art

In the semiconductor industry, there are generally two primary methods of transporting substrates through a processing system. One traditional method uses a "cluster tool" configuration, as shown in Figure 1. A cluster tool platform generally refers to a modular, multi-chamber, integrated processing system. This type of processing system typically includes central wafer handling vacuum chambers 20, 32, and a number of peripheral processing chambers 24, 26, 28, and 36, which are generally arranged in a cluster around the central chambers. Multiple substrates or wafers 22 for processing are generally stored in cassettes 10, and are loaded/unloaded from load locks 12, 14 and processed under vacuum in various processing chambers without being exposed to ambient conditions. The transfer of wafers 22 for the processes is generally managed by a centralized robot 16 in a wafer handling vacuum chamber 20 or robot 30 in a second wafer handling vacuum chamber 32, both of which are generally maintained under vacuum conditions. A microprocessor controller 38 and associated software is provided to control processing and movement of wafers. In operation, a cluster tool configuration will generally receive a substrate from a cassette 10 and process the substrate through a predetermined sequence of central wafer handling chambers 20, 32 and peripheral processing chambers 24, 26, 28, and 36 in order to generate the desired material and pattern on a wafer, which is then returned to a cassette 10.

Although cluster tool configurations are generally preferred for processing relatively small substrates, a second method of processing substrates known as an "inline" system is

generally preferred for processing larger substrates. These larger substrates, which may be formed on glass, ceramic plates, plastic sheets, or disks, for example, are often used in the manufacture of flat panel type displays in the form of active matrix televisions, computer displays, liquid crystal display (LCD) panels, and other displays. A typical glass substrate supporting a common flat panel type display may have dimensions of approximately 680 mm by 880 mm. For other display applications, the size of the substrate may be substantially larger, as required to support the particular size of the display.

Figure 2 is a schematic side view of a typical modular inline system 40. This type of processing system generally includes a serial or inline arrangement of processing chambers 42, 44 disposed between a load chamber 46 and an unload chamber 48. An elevator 50 is positioned at an entry to load chamber 46 and another elevator 52 is positioned at an exit from unload chamber 48. Processing chambers 42, 44 may include deposition chambers, such as chemical vapor deposition (CVD) chambers, physical vapor deposition (PVD) chambers, etch chambers, and/or other deposition and processing chambers. A carrier return line 58 is positioned above processing chambers 42, 44 and coupled to the elevators 50, 52. Processing chambers 42, 44 are typically held under vacuum or low pressure and are separated by one or more isolation valves 60, 62, 64, 66, and 68, as shown in Figure 3. Typically, multiple substrates 54, 56, 70, 72 are supported by a carrier 74, as shown in Figures 4 and 5. Isolation valves 60, 62, 64, 66, and 68 are generally configured to seal the respective chambers from each other in a closed position and allow substrates 54, 56 to be transferred through the valves to an adjacent station in an open position.

Carrier 74, shown in Figure 2, is placed adjacent elevator 50, where substrates 54, 56, 70, 72 are manually loaded onto carrier 74 at receiving station 51. A door to the elevator 50 (not shown) opens and allows carrier 74 to be placed within the elevator on a track (not shown). The temperature and pressure inside elevator 50 is typically at ambient conditions. Isolation valve 60 opens and allows carrier 74 to be moved on the track into load chamber 46. Load chamber 46 is sealed and pumped down to a vacuum typically in a range of about 10 mTorr to about 50 mTorr for CVD processing and about 1 mTorr to about 5 mTorr for PVD processing. Another isolation valve 62 is opened and carrier 74 is moved into a processing chamber 42, where the substrates may be heated to a temperature suitable for processing. Another isolation valve 64 is opened and carrier 74 is moved along the track into processing chamber 44. If processing chamber 44 is a sputtering process chamber, the chamber could include a plurality of targets 76, 78 that sputter material from the surface of the targets facing

the substrates onto substrates 54, 56, 70, 72 as the substrates move along the track adjacent each target. Each sputtering target is bombarded on the side facing the substrate with ionized gas atoms (ions) created between an anode (typically the target) and a cathode (typically the grounded chamber wall) and atoms of the target are dislodged and directed toward the substrates for deposition on the substrates. Each target preferably has a magnet (not shown) disposed on the back side of the target away from the substrates to enhance the sputtering rate by generating magnetic field lines generally parallel to the face of the target, around which electrons are trapped in spinning orbits to increase the likelihood of a collision with, and ionization of, a gas atom for sputtering. Substrates 54, 56, 70, 72 are then moved to an unloading chamber 48 through isolation valve 66. Isolation valve 66 closes, thereby sealing processing chamber 44 from unload chamber 48. Isolation valve 68 opens and allows carrier 74 to be removed from unloading chamber 48 and substrates 54, 56, 70, and 72 are typically unloaded manually from carrier 74. The substrates can also be detained in the unloading chamber to allow time for the substrates to cool. After the substrates have been unloaded, carrier 74 enters elevator 52, whereupon elevator 52 lifts carrier 74 to carrier return line 58. A track system (not shown) in carrier return line 58 returns the carrier to elevator 50, which lowers the carrier into position at receiving station 51 on the other end of the processing system to receive a next batch of substrates to be processed.

While the inline system 40 is currently used for substrate transportation and production, this type of inline system has several disadvantages. In particular, carrier 74 is subject to thermal cycling as a result of the movement of carrier from the processing environment (under vacuum) to an ambient environment in elevators 50, 52, and then back into the processing environment. As a result of thermal cycling, deposition material is likely to peel off or be otherwise dislodged from carrier 74 and cause unwanted particle contamination on the substrates. Additionally, the use of the exposed track system, both within the processing chambers and in the ambient areas of the system, is subject to generating contaminants. Further, the use of the elevators and a track system adds a level of complexity to the system, which results in additional maintenance of the various moving components in order to avoid breakdowns. Further still, as a result of carrier 74 cycling through vacuum environments and ambient atmospheric pressure, carrier 74 is prone to absorb gases from the surrounding conditions in the ambient environment, which inevitably increases the chamber pressure and causes contamination of deposited film layers when the gasses absorbed in the ambient atmospheric environment outgass from carrier 74 into the vacuum environment. In addition to

the thermal cycling of carrier 74, the mean temperature of carrier 74 typically rises as multiple sets of substrates are processed therewith at temperatures above ambient conditions in the processing environment. Since most processes in processing chambers are temperature sensitive, this rise in carrier temperature increases the probability that the resulting deposition process will produce inconsistent films, as heat transfer from carrier 74 may affect the substrate and/or process properties. This unmonitored variance in the substrate temperature may result in films created at the beginning of a production cycle varying from films created at the end of the production cycle. Yet another challenge with a typical inline system is cross contamination between processes in adjacent processing chambers, especially those chambers using a reactive deposition process. Reactive processing generally depends on two or more constituents in proper proportions, and therefore, an influx of constituents from adjacent processing regions may cause the reactive processing to be unstable and/or adversely affect the deposition characteristics on one or both processing regions.

Therefore, in view of the plain disadvantages resulting from present inline processing systems, there remains a need for an improved inline system and method for processing substrates. In particular, there is a need for an improved inline system capable of processing relatively large and flat substrates though multiple inline deposition regions. Furthermore, there is a need for an inline processing system capable of processing substrates of sufficient size to support large flat panel displays.

SUMMARY OF THE INVENTION

The present invention generally provides a system for processing substrates having a carrier disposed primarily in at least one processing chamber and at least one shuttle for transferring substrates between the processing chamber and a load lock chamber. A plurality of processing chambers, load lock chambers, and other chambers can be joined to create a substantially inline series of modular chambers through which substrates are processed. The carrier of the present invention is generally only exposed to the processing environment, *i.e.*, the carrier generally does not shuttle into a non-processing chamber. Therefore, during continuous sequential processing of substrates, thermal cycling of the carrier will be reduced and possibly eliminated. The carrier is reversibly moved within the processing chamber along a concealed track. Multiple processing zones separated by partitions allow a plurality of processing regimes to occur within the same processing chamber without interference. Further, the operating temperature of the carrier in the present invention is temperature

controlled by one or more temperature-controlled plates designed to radiate and/or absorb heat to/from the carrier in order to achieve a predefined carrier temperature.

In one embodiment, the present invention provides an apparatus for processing substrates, wherein the apparatus includes at least one substrate carrier for transporting a substrate within a processing environment, at least one temperature controlled plate selectively in communication with the at least one carrier, and at least one deposition device positioned proximate the at least one substrate carrier. The at least one deposition device generally being configured to deposit a selected film upon the substrate.

In another embodiment, the present invention provides a method for processing substrates, wherein the method includes the steps of transporting a substrate into a processing environment on at least one substrate carrier, and transferring the substrate to a substrate support plate inside the processing environment. Further steps of transporting the substrate support plate having the substrate thereon through at least one processing zone in the processing environment and transferring the substrate from the substrate support plate to the at least one substrate carrier for removal from the processing environment are also provided.

In another embodiment, the present invention provides a method for producing a poly silicon film, wherein the method includes the steps of loading a substrate into a processing environment, exposing the substrate to at least one deposition source in the processing environment, exposing the substrate to an annealing device in the processing environment, and removing the substrate from the processing environment. Further, the method includes the step of maintaining and/or controlling the temperature of a substrate through the use of one or more temperature controlled plates.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

So that the manner in which the above recited features, advantages, and objects of the present invention are obtained and can be thoroughly understood, a more particular description of the invention briefly summarized above may be had through reference to exemplary embodiments thereof, which are illustrated in the appended drawings.

It is to be noted, however, that the appended drawings illustrate only exemplary embodiments of the present invention and are therefore, not to be considered limiting upon the scope of the present invention, as the present invention may admit to other equally effective embodiments.

Figure 1 is a schematic top view of a typical cluster tool system.

Figure 2 is a schematic side view of a typical inline system.

Figure 3 is a schematic top view of the chambers in the inline system shown in Figure 2.

Figure 4 is a schematic side view of a substrate carrier in the inline system.

Figure 5 is a schematic end view of a substrate carrier in the inline system.

Figure 6 is a schematic top view of a consecutive deposition inline system of the present invention.

Figure 7 is a schematic side view of the consecutive deposition inline system shown in Figure 6.

Figure 8 is a schematic perspective view of a shuttle.

Figure 9 is a partial schematic cross section of a chamber.

Figure 10 is a schematic of another chamber cross section showing a pinion.

Figure 11 is a schematic of an alternative embodiment of the drive mechanism shown in Figure 10.

Figure 12 is a schematic perspective view of a substrate carrier.

Figure 13a is a schematic perspective view of a pin plate having a fluid system therein.

Figure 13b is a schematic perspective view of a pin plate having a heater therein.

Figure 14 is a schematic side view of another embodiment of the system shown in Figure 6, having a temperature controllable plate.

Figure 15 is a schematic top view of the temperature controllable plate shown in Figure 14.

Figure 16 is a schematic side view of the temperature controllable plate.

Figure 17 is a top view diagram of a system having a pair of load lock chambers, processing chamber, and a robot.

Figure 18 is a top view diagram of a system having a two lines of chambers, each having two load lock chambers and a processing chamber with a robot disposed between the two lines.

Figures 19-23 are schematic diagrams of an exemplary process sequence.

Figure 24 illustrates an example method for creating conventional poly silicon films.

Figure 25 illustrates a typical LCD TFT structure.

Figure 26 illustrates a method to produce a poly silicon film.

Figure 27 illustrates a top view of an inline deposition system.

Figure 28 illustrates a side view of an inline deposition system.

DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENT

The present invention generally provides a consecutive inline processing system having one or more interconnected chambers and a substrate carrier disposed in the system to support and transfer a substrate through the one or more chambers. The alignment of the respective chambers is generally linear, however, various series type configurations, such as, for example a continuous circle or oval, are expressly contemplated within the scope of the present invention. In one aspect, the invention includes loading and unloading load lock chambers positioned at opposing ends of a processing system. A transfer shuttle may be disposed in each load lock chamber to transfer substrates to and from the substrate carrier in the processing system. Also, reactive processes and non-reactive processes can be performed in a single processing chamber through use of partitions between processing zones in the processing chamber. The partitions allow the reactive processing to occur without the traditional isolation valves between each discrete process.

Figures 6 and 7 respectively illustrate top and side views of an exemplary linear consecutive deposition system 90. System 90 includes entry load lock chamber 92 on one end, exit load lock chamber 94 disposed at the other end, and at least one continuous process chamber 96 generally occupying the space therebetween. Entry load lock chamber 92 is selectively isolated from process chamber 96 through activation of isolation valve 98. Entry load lock chamber 92 may also include a valve 102 that opens to a receiving station 106 that is serviced by a robot 110. Robot 110 operates to deliver a substrate 114 to entry load lock chamber 92. Similarly, exit load lock chamber 94 may be selectively isolated from process chamber 96 through activation of isolation valve 100. Exit load lock chamber 94 may also include a valve 104 that opens to a receiving station 108 that is serviced by another robot 112. Therefore, robot 112 may operate to retrieve one or more substrates 114 from exit load lock chamber 94. Alternatively, the system may include a track type robot that services both load lock chambers by moving along a track disposed adjacent the respective chambers. The robot is generally referred to as an atmospheric robot and models are commercially available from such manufacturers as MECS, RORTZ, JEL, Daihen, Komatsu and other well-known manufactures.

At least one shuttle 118 may be positioned in entry load lock chamber 92 and at least one other shuttle 120 may be positioned in exit load lock chamber 94. Shuttles 118 and 120 are movable in and out of load lock chambers 92 and 94 into processing chamber 96 through

use of one or more reversible motors and/or gear assemblies. This movement enables shuttles 118 and 120 to transfer a substrate into or out of processing chamber 96, and subsequently retract from the processing chamber into their respective load lock chambers. At least one carrier 122 is continually positioned within in the process chamber 96, *i.e*, carrier 122 generally remains within process chamber throughout the loading, deposition, and unloading processes. Carrier 122, which is generally used to support a substrate during the deposition process, is typically movable in both directions, *i.e.*, reversible in the direction of both entry load lock chamber 92 and exit load lock chamber 94 or transversely within processing chamber 96. Further, carrier 122, which operates as a substrate receiving member, has a substrate receiving surface for engaging/holding a substrate on a top portion of the receiving member and a drive engaging member on a bottom portion of the receiving member, both of which will be further discussed herein.

In the present exemplary embodiment shown in Figures 6 and 7, three tracks are disposed in the system 90 for movement of shuttles 118, 120 and carriers 122. Each track generally includes a plurality of guide rollers 126a-p (generally referred to herein as guide roller 126) and pinion gears 128a-h (generally referred to herein pinion 128). Tracks 123 and 125 support movement of shuttles 118 and 120 between process chamber 96 and their respective load lock chambers. A third carrier track 124 supports carrier 122 for movement within process chamber 96. Aligning a plurality of guide rollers and/or pinion gears may form the tracks, and may be configured to include side guide rails (not shown). The quantity of guide rollers 126 and pinion gears 128 along each track may vary depending on factors such as the length of the chambers, the length of the shuttles and carrier, and the size of the substrate. Shuttle track 123 is disposed in entry load lock chamber 92 and extends into processing chamber 96, thereby allowing shuttle 118 to transport substrate 114 into processing chamber 96. Shuttle track 123 generally includes guide rollers 126 and pinion gears 128 disposed in the lower portion of system 90 and provides a path for movement of shuttle 118 between chambers 92 and 96. Similarly, another shuttle track 125 is generally positioned in exit load lock chamber 94 and extends into processing chamber 96. Shuttle track 125 includes a plurality of guide rollers 126 and pinion gears 128, and provides a path for movement of shuttles between chambers 94 and 96. Carrier track 124 generally extends between the isolation valves 98 and 100, and therefore, provides a continuous path for movement of carrier 122 within chamber 96 as substrates are processed. Carrier track 124 is generally narrower in width than shuttle tracks 123 and 125 and includes a plurality of guide rollers 126 and pinion gears 128. The narrower

width of carrier track 124 allows carrier 122 to be positioned under the shuttles 118 and 120 for a substrate transfer between the shuttle and the carrier. Guide rollers 126 and pinion gears 128 may be spaced along tracks 123, 124, 125 at appropriate intervals so that each rail on carrier 122 and shuttles 118 and 120 is supported on at least at two points as the carrier and shuttles are moved along their respective tracks. Although carrier track 124 is shown as a track with a different width, *i.e.*, spacing between the track rails, than shuttle tracks 123 and 125, various other configurations and mechanisms may be used for delivering substrates between load lock chambers 92 and 94 and processing chamber 96. For example, alternatives to the tracks may be cantilevered assemblies, robots and V-shaped shuttles and/or carriers similar to the robot blades of robots 110, 112.

A pin plate 132 is positioned proximate the loading end of process chamber 96 adjacent entry load lock chamber 92. Pin plate 132 is generally manufactured from a heat conductive material, such as aluminum or copper. Pin plate 132 is generally coupled to a shaft 136 and a lift motor 140, which operates to facilitate selective movement of pin plate 132. A plurality of pins 144 extend in a generally orthogonal direction from an outer surface of pin plate 132. Further, the temperature of pin plate 132 may be controlled through the use of, for example, an exothermic mechanical/chemical device and/or an internally flowing endothermic/exothermic fluid received through coolant inlet line 148 and outlet line 150, as generally shown in Figures 13a, 13b, 15, and 16. Figure 13a illustrates an exemplary pin plate 132 having a fluid passage formed therein for receiving a flowing fluid therethrough, which may be used to remove heat from pin plate 132, assuming that the temperature of the fluid is less than the temperature of pin plate 132. Figure 13b illustrates an exemplary pin plate 132 having an inner heater 149, an outer heater 151, and a thermocouple 153, which may cooperatively operate to raise the temperature of pin plate 132, if desired. This increase in temperature may be used to increase the temperature of either substrate 114 or carrier 122, for example, in order to create the desired processing parameters within chamber 96. Further, if desired, both heaters 149 and the fluid channel interconnecting inlet 148 and outlet 150 for pin plate 132 may be used in cooperation to selectively heat and/or cool pin plate 132. The fluid channel may connect to inlet 148 and outlet 150 via vacuum compatible connectors, such as those available under the trademarked names Swagelock® and VCR®. Further, the inlet and outlet lines connecting the fluid channel to a source and drain for the fluid to be passed through the channel may be connected directly to pin plate 132. Alternatively, the fluid supply and drain lines may be routed through an interior portion of shaft 136 to pin plate 132. Additionally, heating or

cooling of pin plate 132 may be used to increase or decrease the ambient temperature in processing chamber 96. Further, although the fluid passage illustrated in Figure 13a is described for use with a cooling fluid, the fluid passage may be used to receive a fluid with a temperature greater than that of pin plate 132, thereby heating pin plate 132 and/or the surrounding chamber components and/or substrates. Additionally, although Figures 13a and 13b illustrate exemplary heater and cooling fluid passage configurations, various alternative configurations and/or devices for the heaters and fluid passages are contemplated within the scope of the present invention.

Pin plate 134, which is similar in structure to pin plate 132, is disposed at the opposite end of process chamber 96 from plate 132 adjacent exit load lock chamber 94. Pin plate 134 is coupled to a shaft 138 and a lift motor 142, and again includes a plurality of pins 146 extending in a generally orthogonal direction from plate 134. Similarly, the temperature of pin plate 134 may be controlled through the use of an exothermic device and/or an internally flowing endothermic fluid through inlet line 152 and outlet line 154, as described with regard to plate 132. Therefore, once substrate 114 is loaded into processing chamber 96 on carrier 122, one or more temperature controlled plates 132, 134 may be used to both transfer substrates from shuttles to carriers (described below), while also operating to selectively regulate the temperature of the processing chamber and/or the substrate.

As shown in Figures 7 and 28, the processing chamber of the present exemplary embodiment may include one or more processing zones, wherein one or more processing environments may be maintained as the substrates are passed therethrough. For example, one or more targets 156, 158, 160, and 162 may be disposed above substrates 114 and/or carriers 122 in processing chamber 96 if, for example, processing chamber 96 is a sputtering chamber. Similarly, showerheads (not shown) for CVD or etch processing, along with other components necessary for other types of processing, may be positioned above substrate 114 and/or carrier 22 as processing configurations require. Partitions 171, 173, 175, 177, and 179 may be positioned proximate each of the targets 156, 158, 160, and 162 and at the non-adjacent sides of each of targets 156 and 162. Partitions 171, 173, 175, 177, and 179 are configured to physically separate each target from adjacent targets in order to define the series of processing zones, such as the four processing zones 172, 174, 176, and 178 within the processing chamber 96. Each zone may be shorter in length than the linear dimension of a substrate being carried therethrough, so that only a portion of the substrate, *i.e.*, a full width and a partial length, is exposed to the process environment of a single zone at one time. Therefore, in the present

exemplary configuration, substrate 114 may be simultaneously exposed to multiple processing zones at varying locations on substrate 114. For systems with more than one processing chamber 96, one or more processing zones can be included in each processing chamber.

The lower portions of processing zones 172, 174, 176, and 178 are generally open to the processing environment of processing chamber 96 so that a substrate being processed can move from one processing zone to another processing zone without necessitating entry into other processing chambers through isolation valves. Each partition generally extends to a position in close proximity to substrate 114 to be processed, which, for example, may be approximately 1 mm to about 5 mm away from substrate 114 as substrate 114 is being processed through chamber 96. Separation of this nature allows for transportation of substrates 114 between zones, while generally prohibiting elements from one processing zone from entering other zones and causing contamination. Further, one or more of the processing zones may be adapted to provide a reactive process by including one or more gas inlets 165 for introducing a reactive gas or gases into a particular processing zone. The same processing zone used for reactive processing may generally be used for non-reactive processing by not introducing reactive gases into the processing zone, assuming that gas inlets 165 and/or other reactive processing related components are appropriately positioned not to interfere with the components necessary for non-reactive processes.

As a result of substrate processing being conducted through a series of processing zones, for larger substrates in particular, isolation valve 98 adjacent the entry load lock chamber 92 may be partially opened in order to provide clearance for substrate 114 to move through more than one of processing zones 172, 174, 176, and 178, while still occupying the space proximate valve 98. Similarly, isolation valve 100 adjacent exit load lock chamber 94 may also be partially opened to provide additional longitudinal clearance for larger substrates to travel through chamber 96. Also, the speed or rate of transport of carrier 122 can be varied depending on whether substrate 114 is simply being longitudinally transferred from one end of the processing apparatus to another, being carried along track 124 to/from a processing zone, or being processed through a particular processing zone. The rate of travel of the substrate through a particular processing zone during processing is generally selected to yield the desired deposition thickness or completion of etching based on a multiplier of process rate(s) times the duration of each point on the substrate in the process region. The speed of carrier 122 through a deposition region may be, for example, in the range of approximately 5 mm/sec to 20 mm/sec during deposition and approximately 100 mm/sec to 200 mm/sec during transfer. Therefore,

substrate 114 would travel at the speed specifically calculated to properly deposit the desired film thickness on substrate 114 while within a particular deposition region, however, when substrate 114 is no longer within a deposition region, the speed may be increased. This allows for greater efficiency, as substrates 114 may be quickly transported during non-deposition processes.

A controller 91 may be used to control various functions in the system such as the movements of the substrate carrier, pin plates, shuttles, pinions on the tracks, valves, and other associated system features. Controller 91 may include a programmable microprocessor configured to execute system control software stored in a memory, which may be in the form of a hard disk drive, and can include analog and digital input/output boards, interface boards, stepper motor controller boards (not shown), and other known control components. Controller 91 may also control electrical power to components of the system and may include a panel that allows an operator to monitor and vary the operation the system. Optical and/or magnetic sensors (not shown) may generally be used to move and determine the position of movable structures and assemblies in cooperation with controller.

Figure 8 is a schematic perspective view of an exemplary shuttle 118 that may be positioned in each of entry and/or exit load lock chambers 92, 94. Each shuttle 118 generally includes a first end 190 and a second end 192 opposite first end 190, along with a first side 194 and a second side 196. A plurality of support fingers 198a-f (generally referred to herein as support fingers 198) generally extend inwardly from an outer periphery of shuttle 118, such as transverse to or at angles to the sides 194, 196 and ends 190, 192. Each shuttle may include a first side rail 200 along first side 194 and a second side rail 202 along the second side 196. The side rails 200, 202 are generally parallel to and spaced apart from each other by cross members 217, 218. Cross members 217 and 218 are generally spaced from the fingers 198 by a distance greater than the thickness of a substrate processed in the system to allow pin plates 132, 134 to lift substrate 114 from support fingers 198. Thereafter, shuttles 118, 120 may retract from the respective pin plate 132, 134 while the respective pin plate 132, 34 continues to support substrate 114. As such, substrate 114, upon transfer from shuttle 118 to carrier 122, will be lifted from fingers 198 and transported under one of cross members 218 and 217, such that substrate 114 is completely removed from support by shuttle 118 and placed upon carrier 122. Side rails 200 and 202 of shuttle 118 may include toothed racks 206 and 208 on lower surfaces 209, 210, respectively for imparting motion to shuttle 118. Toothed racks 206 and 208 include teeth 204 and 205, respectively, which are adapted to engage a rotating pinion gear

128. Inward stepped surfaces 214, 216 on each respective rail are adapted to engage an enclosed guide roller 126, as shown in Figure 9.

The ends of the support fingers 198 may include one or more support pads 220a-f (generally support pads 220) that extend upward from the fingers and upon which the substrate 114 is supported. Finger guides 222a-f (generally finger guides 222) are disposed outwardly from the support pads 220 and form a surface against which substrate 114 can be laterally positioned. Support fingers 198 are positioned on shuttle 118 to allow pins 144 in pin plate 132 to engage and support substrate 114 above fingers 198. Upon engagement of substrate 114 by pins 144, shuttle 118 may be retracted from the processing chamber 96 leaving substrate 114 supported by pins 144. Therefore, the lower portions of support fingers 198 and cross members 217, 218 are generally positioned at a higher elevation than an upper substrate receiving surface of carrier 122, shown in Figure 6, which allows shuttle 118 to be positioned over carrier 122 for substrate transfer. Shuttle 118 may be exposed to temperatures of about 600°C or more and, thus, shuttle 118 may be manufactured of stainless steel, ceramics, Invar 36®, or other temperature resistant materials suitable for film deposition process environments. Similarly, support pads 220 are preferably made of material such as ceramic, stainless steel, quartz, or other temperature resistant materials. Although the above description is generally directed to shuttle 118 in entry load lock chamber 92, the corresponding shuttle 120 positioned in exit load lock chamber 94 is similar in design and construction to shuttle 118.

Figure 9 is a partial schematic cross section of a chamber, showing the arrangement of rail 200 and track 123 or 125. An enclosed slot 230 may be positioned in an interior chamber wall 233 to allow rail 200 of shuttle 118 to extend into opening 234 of the interior wall. The inboard portion 214 of rail 200 may engage guide roller 126, such as on tracks 123 and 125 shown in Figure 6. Slot 230 also reduces contamination caused by the guide rollers 126 by generally separating the processing environment from the components of tracks 123 and 125, which in turn reduces the likelihood that particles will flake off of the rail components and fall into a substrate processing region. Although not detailed herein, a similar arrangement may be provided for carrier 122 on track 124.

Figure 10 is a schematic of another chamber cross section showing a pinion 128 engaged to a shuttle 118. The outside chamber walls are not shown in this schematic. A drive mechanism 240 includes a motor 242 external to the interior wall 233 of the particular chamber, such as entry load lock chamber 92, coupled to a drive shaft assembly 244 that extends into chamber 92. Motor 242 can be a reversible motor that can move shuttles and/or

carriers in different directions. The motor can include one or more gear boxes that may be reversible. A drive shaft assembly 244 may be coupled to a first pinion 128 adjacent a first side 232 and a second pinion 128' adjacent a second side 232' of an associated chamber. The drive shaft assembly 244 may also be coupled to a first guide roller 126 disposed inboard of the first pinion 128 and to a second guide roller 126' disposed inboard of the second pinion 128'. Pinion 128 is configured to mesh with the toothed rack 206, and pinion 128' may be configured to mesh with toothed rack 208 of shuttle 118 and with similar racks on substrate carrier 122, as illustrated in Figure 9. Drive mechanism 240 can also include an encoder 246 that provides input to a controller 248, responsive to the rotation of the drive shaft assembly 244. Controller 248 can connect one or more drive mechanisms 240 for sequenced or simultaneous operation of the drive mechanisms or some combination thereof.

Figure 11 is a schematic of an alternative embodiment of the drive mechanism 240, shown in Figure 10, in which motor 242 drives pinion 128 without the drive shaft assembly 244. A plurality of lateral guide rollers 249, 250 are mounted to the particular chamber adjacent guide rollers 126 on tracks 123 and 125, as shown in Figures 6-7. A similar arrangement can be provided for carrier 122 on track 124. The lateral guide rollers 249, 250 engage an upwardly extending guide rail 252 on shuttle 118 (or carrier 122) to ensure that the shuttle or carrier moves in an aligned lateral direction along their respective tracks. Guide rollers 126, 126' support the shuttle or the carrier. The guide rollers can be Teflon®-coated aluminum, Vespel®, or any other such material that does not significantly generate particulates and is soft for dampening vibrations.

Figure 12 is a schematic perspective view of a substrate carrier 122. Carrier 122 may be manufactured from a thermally conductive material, such as aluminum or copper, or from a bead blasted and/or anodized aluminum. Bead blasting surfaces of an object may increase the emissivity of the surfaces. Emissivity is generally defined as the ratio of radiation emitted from a surface relative to the radiation emitted from a black body at the same temperature. A high emissivity surface may be formed by a surface treatment that increases the emissivity relative to an untreated surface, such as by anodizing or bead blasting the surface, or a combination thereof. For example, a typical emissivity of an untreated aluminum surface is about 0.03 and is highly reflective. The surface emissivity will generally increase to a range of about 0.2 to about 0.4 by anodizing the surface or even higher to about 0.6 by bead blasting and anodizing the surface. Bead blasting may be accomplished, for example, by discharging approximately a 36 grit size garnet through a nozzle with an air pressure of approximately 80

pounds per square inch (psi) and impacting the aluminum surface until the aluminum appears to turn grayish in color. Other pressures, materials, and grit sizes may be used for bead blasting as is known in the art.

Carrier 122, as briefly discussed above, may include toothed rack 260 with teeth 268 and an inward stepped surface 269 on a first side 264, and a toothed rack 262 with teeth 270 and an inward stepped surface 267 on a second side 266. These tooth/rack combinations may form the drive engaging members noted above. Racks 260 and 262 are generally similar to racks 206 and 208 of transfer shuttle 118, as shown in Figure 8, and engage guide rollers 126 and pinions 128 in a similar manner. Carrier 122 generally supports substrate 114 on a plate like surface and provides a heat sink for the substrate being supported thereon. A plurality of holes 276a-f (generally holes 276) are generally formed in carrier 122 for receiving pins 144 extending from pin plate 132, shown in Figure 13, therethrough. Carrier 122 is generally slightly larger than substrate 114 and has guide stops 278a-f (generally guide stops 278) disposed thereon to retain substrate 114 laterally. Additionally, although not expressly included within the present invention, it is within the scope of the present invention to provide carrier 122 with a heating and/or cooling device for regulating the temperature of substrates positioned thereon. Further, although carrier 122 is described in the present exemplary embodiment as having a plate like surface with a plurality of bores formed therein for supporting substrates, other known configurations for supporting substrates are contemplated within the scope of the present invention.

In order to regulate the temperature of carrier 122 before, during, and/or after processing, a heating/cooling mechanism, such as the temperature controllable pin plate 132, may be provided in the process chamber adjacent each of load lock chambers 92 and 94. Figures 13a and 13b illustrate an exemplary pin plate 132 having either heating and/or cooling capabilities. During operation, pin plate 132 may be brought into contact with, or positioned immediately adjacent to, carrier 122 in order to selectively alter the temperature of carrier 118 and a substrate 114 positioned thereon. As a result of the change in carrier temperature, the temperature of the substrate supported thereon also changes. Pin plate 132 has a plurality of pins 144a-f (generally pins 144) disposed thereon extending upwardly from surface 282 of pin plate 132. Pins 144 are spaced in cooperation with holes 276 in carrier 122 so that pins 144 can pass therethrough. Assuming, for example, that the desired processing configuration necessitated cooling of pin plate 132, then pin plate 132 may be temperature controlled by providing a channel 284 formed in plate 132 through which a coolant such as water, glycol, or

other suitable fluid may be passed. An inlet line 148 may deliver coolant to channel 284 and an outlet line 150 may provide a conduit for the coolant to be transported away from pin plate 132. Channel 284 may be formed, for example, by forming a portion of channel 284 in each of two plate halves. Thereafter, the individual halves may be sealed and/or fixed together forming a unitary plate and cooperatively forming channel 284. Alternatively, channel 284 may be formed by drilling through different sides and ends of pin plate 132 in order to create fluid passages. However, if the drilling method is employed, it is generally necessary to plug various exterior drill holes, thereby leaving an inlet to connect to an inlet line 148 and an outlet to connect to the outlet line 150. Also, surface 282 is preferably a high emissivity surface, such as a surface formed by bead blasting and/or anodizing, so that thermal transfer characteristics are enhanced.

When substrate 114 is raised by pin plate 132 in order to transfer substrate 114 between the carrier 122 and the shuttle 118, pin plate 132 generally makes physical contact with carrier 122, and therefore, lowers the temperature of the carrier 122. Alternatively, pin plate 132 can be used to heat carrier 122 by flowing a heated fluid through pin plate 132, as discussed above. By heating/cooling carrier 122, the temperature of substrate 114 is also raised or lowered to a desired temperature for optimal processing. The temperature may be monitored so that the duration of physical contact between pin plate 132 and carrier 122 for cooling or heating may be regulated to maintain a desired optimal processing temperature. Shaft 136 and lift motor 140, as shown in Figure 7, can be used to raise and lowers pin plate 132 as the pin plate transfers the substrate between shuttle 118 and carrier 122. Pin plate 134 may be similarly manufactured and configured as pin plate 132.

Figure 14 is a side view of another exemplary embodiment of the consecutive deposition system shown in Figures 6-7. The system shown in Figure 14 includes a plate 300 positioned below the general processing region of chamber 96. Plate 300 is similar in configuration to pin plate 132, as the temperature of plate 300 may be selectively regulated through a fluid passage and/or heating elements, as described with respect to pin plate 132. Figure 15 illustrates an exemplary fluid channel 302 formed in plate 300, wherein channel 302 takes a non-linear path through plate 300, thereby increasing the thermal contact between fluid channel and plate 300. Figure 16 illustrates a solid plate 300 having a plurality of holes formed therein in what is essentially a grid format, such that selected holes can be utilized to flow fluid into plate 300 and selected holes may be used to flow fluid out of plate 300. Any remaining holes should be plugged or otherwise sealed to maintain a closed system. Plate 300 is

therefore cooled in like fashion as pin plates 132, but if desired, plate 300 may be heated. Plate 300, for example, can be rectangularly shaped and can be mounted in several locations, such as between sidewalls of processing chamber 96 or supported on a stand 307 that is connected to the bottom of the chamber. Plate 300 may include a fluid inlet 304 and a fluid outlet 306, both of which may be positioned on a side of the plate or from underneath the plate. Further, plate 300 may include resistive heating elements within plate 300, or alternatively, positioned proximate thereto for increasing the temperature of plate 300. Therefore, plate 300 may be configured to either raise or lower the temperature in processing chamber 96 by radiantly transferring and/or absorbing heat to/from various surfaces in the processing chamber. Plate 300 may also be used in cooperation with the cooled pin plates 132, 134 to control the temperature of the chamber, components within the chamber, and/or substrates being processed by the chamber. The high temperature surfaces of the chamber, such as a top portion 308 of the plate 300, may be treated to increase the emissivity properties thereof, through, for example, the bead-blasting or anodizing processes discussed above. An increase in emissivity generally assists in the transference of the radiant temperature of plate 300 to other surfaces inside the processing chamber 96, including a carrier 122 supporting a substrate 114. Figures 15 and 16 are exemplary top and side views of the plate 300, respectively. Plate 300 may have one or more channels 302 formed therein. In similar fashion to pin plates 132 and 134, channels 302 may be formed in two plates which are then joined together to complete the channel. Alternatively, channel 302 can be formed by drilling through various sides of plate 300, and thereafter, sealing portions of the channels at the plate sides to direct flow of a coolant through plate 300 to a fluid designated inlet and outlet.

The embodiments of the system shown in Figures 6-13 generally represent a single series of chambers. The invention can apply to multiple series of chambers disposed side-by-side or end-to-end with central receiving stations feeding the multiple series of chambers. Further, the present invention includes various substantially linear processing chamber configurations, and further, includes using a continuous loop configuration, such as, for example, a circle or oval type configuration. Figure 17 is a top view diagram of a linear deposition system having an entry load lock chamber 92, processing chambers 95, 96, exit load lock chamber 94, and a robot. The system includes a unitary series of processing chambers 95, 96 coupled on one end to entry load lock chamber 92 and on another end to exit load lock chamber 94. Cassettes 310, 312, and 314 are disposed at one end of a track 318 which supports a track robot 316 operated at atmospheric conditions. Each load lock chamber is

coupled to track robot 316. The system is similarly arranged as the series of chambers described in reference to Figures 6-13. Substrates are moved into the entry load lock chamber 92 by robot 316, transferred in to processing chambers 95, 96, processed, and retrieved from the exit load lock chamber 94 as described.

Figure 18 shows a variation of the system of Figure 17 in which a bilateral series of chambers are coupled to a track robot 316. The first series of chambers includes processing chambers 95a, 96a to which one end is coupled to a first entry load lock chamber 92a and another end is coupled to a first exit load lock chamber 94a. The second series includes processing chambers 95b, 96b coupled on one end to a second entry load lock chamber 92b and coupled on another end to second exit load lock chamber 94b. The throughput rate can be increased by the robot 316 loading a first substrate 114a into the first entry load lock chamber 92a in the first series of chambers and a second substrate 114b loaded into the second loading load lock chamber 114b in the second series of chambers while the first substrate 114a is being processed. Similarly, the substrate 114a can be unloaded by the robot while the substrate 114b is being transferred from the processing chamber 96b into second exit load lock chamber 94b and awaiting removal by the robot 316. Depending on the timing and sequences in the chambers, other configurations could be possible, such as three or four series of chambers intersecting a central loading area with a robot.

Operation of Linear Deposition System

Generally referring to Figures 6 and 7, in operation, for example, a substrate 114 is delivered to entry load lock chamber 92 by a robot 110 through a valve 102 in entry load lock chamber 92. Robot 110 places substrate 114 on support fingers 198 disposed on a transfer shuttle 118. Robot 110 retracts from entry load lock chamber 92 and valve 102 closes. Entry load lock chamber 92 is brought to a vacuum of in the range of, for example, approximately 10 mTorr to 50 mTorr for CVD processing, and approximately 1 mTorr to 5 mTorr for PVD processing by a vacuum source (not shown). In some load lock chambers, the substrate 114 can also be heated/cooled to a predetermined processing temperature by heat lamps, resistive coils, endo/exothermic fluid flow devices, and/or other heating/cooling devices. Isolation valve 98 to processing chamber 96 is opened and shuttle 118 is moved along track 123 by pinion 128 rotatably engaging rack 204 on shuttle 118. A sensor (not shown) determines the position of shuttle 118 and provides input to a controller 248 configured to regulate shuttle movement.

Inside processing chamber 96, carrier 122 is positioned over pin plate 132 by moving carrier 122 with pinion 128 rotatably engaging rack 260 on carrier 122. Shuttle 118 is brought into position over and aligned with carrier 122 and pins 144 from pin plate 132. A lift motor 140 lifts shaft 136 that in turn raises pins 144 of pin plate 132 into contact with carrier 122. Pins 144 extend upward and through holes 276 in carrier 122, and therefore, lift the substrate from support fingers 198 on shuttle 118 supporting the substrate. Upon full extension of pins 144 through carrier 122, carrier 122 itself is engaged by a supporting surface of pin plate 132, and therefore, carrier 122 is also lifted by pin plate 132. Shuttle 118, having both carrier 122 and substrate elevated by pin plate 132, is then retracted into entry load lock chamber 92 and isolation valve 98 closes, thereby sealing processing chamber 96 having substrate 114 therein. Lift motor 140 lowers shaft 136 and pin plate 132, thus lowering pins 144 supporting substrate 114. Substrate 114 therefore contacts a supporting surface on carrier 122, and pins 144 continue lowering until the pins are lowered at least below carrier 122. Carrier 122 can then be moved along track 124 by pinion 128 engaging rack 260 on carrier 122 with sensors (not shown) sensing the carrier position and providing input for controller 248. Guide rollers 126 contact carrier 122 as it moves along track 124 and assists in maintaining alignment of carrier 122 along track 124. Alternatively, pins 144 could be separated from pin plate 132 and raised and lowered independently of pin plate 132 by, for example, using another lift motor (not shown) coupled to the pins. With a separation of the pins from the pin plate, the pin plate can contact the carrier longer while the pins raise and lower the substrate. Further, during the time period in which pin plate 132 is in contact with carrier 122, pin plate 132 can be transferring and/or receiving heat to/from carrier 122 through the use of the heating and/or cooling structures discussed herein.

Carrier 122 is then generally transferred into position for processing. For example, if the processing includes sputtering, carrier 122 is moved into position under at least one of targets 156, 158, 160, and 162. Power is supplied to the targets to bias the targets and a plasma is created. Ions from the plasma impact the targets and dislodge material from the targets. Some of the dislodged material travels in a path toward the substrate 114 and is deposited thereon. Partitions 171, 173, 175, 177, and 179 assist in isolating the particular target being sputtered from adjacent processing zones and/or other targets. The leading edge of substrate 114 is moved to the next processing zone in the series of processing zones 172, 174, 176, and 178, such as another processing zone having a target made of a different material. Power is supplied to the target in the next processing zone, the target is sputtered, and target material is

deposited over the previously deposited material. The processing continues through the series of processing zones 172, 174, 176, and 178, as necessary, until the substrate has been processed with the regime(s) for the particular processing chamber 96. As described herein, the processing zones are not required to be the same or greater size as the substrate being processed, as the present invention allows the substrate to simultaneously move through multiple processing zones. Once the substrate has passed through the processing zones, carrier 122 is moved into position above, and aligned with, pin plate 134 disposed adjacent exit load lock chamber 94. Alternatively, if another processing chamber is coupled in series with processing chamber 96, the carrier can be moved into the next chamber or the substrate can be transferred to another carrier in the next processing chamber. Pin plate 134 is raised, pins 146 may be extend through carrier 122, thereby lifting substrate 114 above carrier 122. A transfer shuttle 120 in exit load lock chamber 94 is moved along track 125 from exit load lock chamber 94 through an isolation valve 100 between exit load lock chamber 94 and processing chamber 96. This movement positions shuttle 120 generally below carrier 122 with fingers 198 disposed below raised substrate 114. A motor 142 lowers pins 146 which lowers substrate 114 onto fingers 198 of shuttle 120. Shuttle 120 moves back through isolation valve 100 into exit load lock chamber 94 and isolation valve 100 closes to again seal the processing chamber. Exit load lock chamber 94 may provide cooling for the substrate before opening a valve 104 to allow a robot 112 to retrieve substrate 114 for further processing. A plurality of substrates can be disposed in the chambers simultaneously, such as substrate 114 in entry load lock chamber 92 awaiting transfer to carrier 122, substrate 114 being processed in process chamber 96, and substrate 114 awaiting transfer out of exit load lock chamber 94.

Carrier 122 may then be moved back along the track 124 toward entry load lock chamber 92 into position for another substrate from entry load lock chamber 92. Alternatively, the processing system of the present invention may be configured to be a continuous processing chamber, wherein, for example, the processing chamber includes a plurality of linear chambers arranged to form a continuous loop. It should be noted that carrier 122, in the present exemplary embodiment, remains within processing chamber 96, or at least under processing pressures, during the entirety of the processing operation. As such, carrier 122 not subject to the outgassing and contamination disadvantages of previous processing systems. Alternatively, if the process chamber sequence enables flexibility, each load lock chamber can serve as both loading and unloading load lock chambers. A substrate for processing can be placed on the carrier 122 from the exit load lock chamber 94 and moved back through the

processing chamber 96 toward entry load lock chamber 92, where the substrate is then moved for loading into the loading load lock chamber. This type of configuration essentially generates a bi-directional processing chamber, wherein the end stations act as both loading and unloading stations for blind substrates as well a processed substrates, thereby increasing the efficiency of the processing apparatus.

As briefly noted above, carrier 122 generally does not leave the processing environment and is therefore, not subjected to varying temperature fluctuations, thermal cycles, and outgassing associated with exposure to ambient conditions. Therefore, carrier 122 has only limited exposure to contaminating environments, as discussed with regard to the system shown in Figure 2. Shuttles 118 and 120 are positioned briefly in processing chamber 96, but principally retained in the respective load lock chambers 92, 94, and therefore, do not receive the depositions of material or other processing results that carrier 122 receives. Thus, the present invention provides a separation of the different support components into those components that are at least principally, and generally wholly, retained in the processing environment, and those components that are at least principally retained in a non-processing environment. The present invention also assists in controlling the temperature of the carrier retained in the processing environment by intermittently contacting a temperature controllable plate, such as between deposition cycles or when loading or unloading the substrates from and to shuttles, or by being in proximity to the plate so as to affect the carrier temperature. In particular, the carrier may be cooled by the temperature controllable plate to avoid the average temperature of the carrier from "creeping" upward due to the heat of the substrate processing, and alternatively, the carrier may be heated in order to bring the substrate up to a desired processing temperature. In either case, the temperature control features of the present invention are generally utilized to generate a consistent processing environment, which in turn produces more uniform films.

First Example Process—ITO/MoCr/MoCr Sputtered Deposition

The processing system of the present invention can be used on a wide variety of processes with differing materials and process regimes. The following example merely illustrates one possibility in using reactive and non-reactive processing zones, represented schematically in the side views of Figures 19-23. One substance currently being deposited on glass substrates for flat glass panels is indium tin oxide (ITO). One or more molybdenum chromium (MoCr) layers are typically deposited over the ITO layer. Other examples of typical

materials for flat glass substrates include Cr, ITO, CrO, Ta, and Al.

A substrate may be loaded onto shuttle 118 in entry load lock chamber 92, a vacuum created in entry load lock chamber 92 of about 1 mTorr to about 50 mTorr, and shuttle 118 may move substrate 114 into the processing chamber 96. The substrate 114 may be transferred to carrier 122 positioned over pin plate 132, shuttle 118 returned to entry load lock chamber 92, and pin plate 132 lowered. As shown in Figure 19, carrier 122 may move substrate 114 into a processing position under first processing zone 320 containing an ITO target 326. Argon or other inert gases may be introduced into the processing zone at the rate of about 34 standard cubic centimeters (sccm), to stabilize the process and assist in evacuating the first processing zone of contaminants. Diatomic oxygen may also be introduced into the first processing zone at a rate of about 0.17 sccm. About 2000 watts may be applied to the ITO target 326 positioned above or adjacent the substrate 114, a plasma created as a result thereof, and the ITO target 326 sputtered to produce an ITO layer thickness of about 500 Å on the substrate in about 40 seconds. As represented in Figure 20, due to the size of the substrate 114, carrier 122 may need to move a portion of substrate 114 past second processing zone 322 and third processing zone 324 in order to finish processing of substrate 114 in the first processing zone 320.

As represented in Figure 21, the substrate 114 may be moved to second processing zone 322 which can be adjacent the first processing zone or remote from the first processing zone. Due to the size of the substrate and the proximity of the first processing zone to the second processing zone in the present exemplary embodiment, the carrier direction may be reversed to move the substrate 114 into alignment with the second processing zone 322. Alternatively, the second processing zone 322 may be activated for deposition as substrate 114 simultaneously moves through the first processing zone 320. In this example, the second processing zone 322 may include a MoCr target 328. To deposit other materials, corresponding targets of like material could be used, including for example, Cr, ITO, Ta, and Al targets with and without oxidizing and other reactant gases. A reactive process may be used to produce an oxidized layer of sputtered MoCr on substrate 114 to promote adhesion between the deposited ITO layer and subsequent layers. Argon or other inert gases are generally introduced into the second processing zone 322 at the rate of about 30 sccm. Diatomic oxygen may also be introduced into the second processing zone 322 at a rate of about 30 sccm to provide a reactive gas to react with the MoCr sputtered material and produce the oxidized adhesion layer of MoCrO. About 1000 watts may be applied to the MoCr target 328

positioned above the substrate 114, a plasma created therefrom, and the MoCr target 328 sputtered in the presence of the oxygen to produce a MoCrO layer thickness of about 14 Å in about 4 seconds.

As represented in Figure 22, the carrier 122 may again reverse direction and move substrate 114 into a position to be processed for another layer. In this example, a 2000 Å thick layer of MoCr in a non-reactive process may be deposited on the MoCrO layer. Both of the processing zones containing MoCr targets 328, 330 may be used for a higher throughput rate. Argon or other inert gases may be introduced into each processing zone at the rate of about 75 sccm. Substantially no oxygen is generally introduced into the second or third processing zones 322, 324 respectively. About 13000 watts may be applied to the each of the MoCr targets 328, 330 positioned above the substrate 114, a plasma was created in the processing zones 322 324 as a result of the power, and the MoCr targets 328, 330 sputtered for about 44 seconds to produce a MoCr layer thickness of about 2000 Å. As represented in Figure 23, the substrate may be removed from the processing zones 320, 322, 324 to be transferred to exit load lock chamber 94 for further processing.

Poly Silicon Technology

Present manufacturing techniques generally utilize either amorphous silicon technology or poly silicon technology to manufacture devices such as liquid crystal displays (LCD's). Amorphous silicon technology is generally used to manufacture devices such as laptop and desktop type personal computer screens, while poly silicon technology is generally used to manufacture digital camera screens, viewcam screens, and cellular telephone type screens. Although amorphous silicon technology manufactured in a cluster tool configuration is generally known as a common technology for LCD type displays, this technology is disadvantaged with limited resolution characteristics, in similar fashion to known cathode ray tube (CRT) type displays. Alternatively, poly silicon based technology is known to produce sufficient resolution characteristics for nearly all types of displays. In particular, poly silicon based techniques appear to be desirable for creation of large flat panel displays. However, present manufacturing and processing techniques are not conducive for manufacture of large flat panel displays using poly silicon techniques, as present processing chamber configurations are generally unable to process a substrate of sufficient size to support a large flat panel type display. However, through the use of the novel structure and configuration of the present invention, larger substrates, and in particular, substrates of sufficient size to support large flat

panel type displays, are able to be manufactured/processed in an in-line type processing chamber of the present invention.

In order to manufacture a poly silicon based film, a low hydrogen amorphous silicon film is generally required. Once this low hydrogen amorphous silicon film is generated, the film is then generally heated, such as by a light source of sufficient intensity and/or power to melt the film, to form the desired crystalline structure, which is commonly known as an annealing process. The light source generally used for such annealing processes for poly silicon films is an Xenon-Chlorine (XeCl) excimer laser. Present poly silicon techniques support positioning the XeCl excimer laser outside the primary processing chamber, as the use of the laser inside the chamber tends to skew the temperature characteristics of the processing chamber which can degrade film properties. However, positioning the annealing laser outside the processing chamber again creates the possibility that the processed film can be contaminated, as the film must now be transported to the annealing laser, which commonly includes exposing the film to the ambient atmosphere.

A conventional process for generating poly silicon films is illustrated in Figure 24. Conventional poly silicon based technology processes deposit a first layer of SiO_2 via a chemical vapor deposition process. This first layer is relatively thick, generally around 3000 angstroms. A second layer is then deposited on top of the first SiO_2 layer, wherein the second layer is generally formed of amorphous silicon approximately 300 to 500 angstroms thick. However, prior to depositing the second layer, conventional techniques will generally transfer the substrate having the first layer applied thereon to a second deposition chamber. Upon completion of the deposition of the second layer, the multilayer film is then transported to a third chamber or tool for annealing, which generally includes exposure of the film to atmospheric conditions.

Figure 25 illustrates a conventional poly silicon based film generally used to support a liquid crystal display thin film transistor (TFT) structure. The conventional film illustrated in Figure 25 includes a base substrate 251 having a relatively thick under layer film 252 deposited thereon. This under layer film 252 generally corresponds to the 3000-angstrom thick first SiO_2 film illustrated in Figure 24. Immediately above the under layer film is a poly silicon layer 253, which may be, for example, approximately 300 – 500 angstroms thick. Immediately above the poly silicon layer is a gate SiOx layer 254, followed by a gate layer 255, as is known in the art. Additionally, an S doped region 257, which is the source of the transistor, and a D doped region 256, which is the drain of the transistor, are illustrated in Figure 25 immediate

poly silicon layer 253 and above under layer 252.

Through the use of embodiments of the processing system of the present invention, improved poly silicon based films may be manufactured. In particular, through the use of an inline processing system of the present invention wherein the annealing light source is positioned within the processing chamber, an improved poly silicon film may be produced, as the film need not be transported to an annealing station through atmospheric conditions from the processing chamber. The elimination of this transporting step through atmospheric conditions is critical, as exposure to atmospheric conditions is a primary source of contamination for poly silicon films. The improved poly silicon film, which is illustrated in Figure 26, may include a base SiO_2 layer of approximately 3000 angstroms, which may be deposited through a physical vapor deposition process, for example. The second layer, that of an amorphous silicon layer of approximately 300 – 500 angstroms, for example, may also be deposited by a physical vapor deposition. The final step shown in Figure 26, that of creating the poly silicon layer through annealing the amorphous silicon layer with an excimer laser, is generally conducted within the same chamber as the physical vapor deposition processes, as noted above.

Figure 27 illustrates an exemplary configuration of a deposition system of the present invention designed to produce the poly silicon film shown in Figure 26. In this configuration, entry load lock chamber 92 is used to transfer at least one clean substrate from the ambient atmosphere/and or holding cassettes through entry load lock chamber 92 and valve 98 into processing chamber 96. The transfer is generally accomplished via shuttle 118, carrier 122, and plate 132, as described above. Therefore, the temperature of substrate 114 positioned on carrier 122 may first be regulated or controlled by plate 132 during the transfer of substrate 114 from shuttle 122 to carrier 118, as discussed above. Once substrate 114 begins to travel through the processing environment 96, it is no longer proximate plate 132, and therefore, it is generally outside of the physical area within which pin plate 132 is capable of controlling the temperature of substrate 114. Plate 300, however, which may be similar in construction to plates 132 and 134, may be positioned proximate the processing devices in chamber 96, and can therefore be used to regulate and/or control the temperature of substrate 114 during processing steps, as shown in Figure 28. Plate 300 may be, for example, controlled to maintain a temperature in the range of 400° to 500° C, such that a silicone film can be easily converted to a poly silicone film during the excimer laser annealing stage of the present invention. Pin plate 134, which is proximate substrate 114 during the transfer from processing chamber 96

into exit load lock chamber 94, may be fluid cooled in order to control temperature of the substrate, carrier, and/or the ambient temperature during the exit of the substrate from chamber 96 into exit load lock chamber 94.

In the present exemplary poly silicon configuration, carrier 122, which is positioned immediately above plate 300, first passes substrate 114 under a first SiO_2 target 271 at a predetermined speed, where at least a portion of the 3000 angstrom under layer film is deposited on the substrate. Carrier 122 may then pass substrate 114 having at least a portion of the 3000 angstrom under layer film deposited thereon under a second SiO_2 target 272, where the remaining portion of the under layer may be deposited. Although a single target/deposition device may be used to deposit the under layer, cooperative use of two separate targets/deposition devices increases the working lifetime of the processing system, as the interval between target replacement is prolonged as a result of the sharing of target erosion between target 271 and target 272. Subsequent to second target 272 depositing the remaining portion of the under layer, a third target 273, which may be a pure silicon target, may be used to deposit a layer of amorphous silicon on top of the under layer. As noted in Figure 26, this layer may be between approximately 300 and 500 angstroms. Upon completion of the deposition of the amorphous silicon layer, the substrate is then passed under an excimer laser 274 positioned within chamber 96. Laser 274 anneals the amorphous silicon film to form the desired poly silicon film. However, since the annealing process is contained within chamber 96, this process is prone to increasing the temperature in chamber 96. Therefore, as noted above, both pin plates 132 and 134, as well as plate 300 may be equipped with both heating and/or cooling devices, which allow for selective temperature control of chamber 96, as well as any substrates being processed therein. Upon completion of the annealing process, the substrate is transferred from chamber 96 into exit load lock chamber 94 via valve 100. Subsequently, the processed substrate may be removed from exit load lock chamber 94 by a robot or other known devices.

Although CVD processes may be used for generating the poly silicon films, CVD processes generally result in poor quality films as a result of the use of silane SiH_4 in the CVD processes, as the hydrogen released during CVD annealing processes does not contribute to the desired poly silicon film properties. Therefore, the exemplary deposition processes of the present invention focus upon PVD type processes, as PVD based annealing processes may use argon as the ambient gas, and therefore, eliminate introduction of hydrogen into the poly silicon film. For example, if an SiO_2 based target is used, as described above, then an RF bias

of less than 1 kW may be applied to the target to initiate the PVD process. Using the SiO_2 target, for example, chamber pressure may be maintained in the range of approximately 1 – 5 mT and the flow of argon into the processing region may be 50 – 100 sccm with a substrate temperature of approximately 400° - 500°C, while the DC power necessary to maintain steady deposition is generally less than 5 kW. Alternatively, a pure silicon target may be used to produce the SiO_2 layer, however, in using the pure silicon target oxygen is generally introduced into the processing zone as the ambient gas in order to generate the oxygen portion of the SiO_2 film. Similar temperatures, pressures, flow rates, and power settings to that utilized for the SiO_2 target may be used in conjunction with the pure silicon target.

Figure 28 illustrates a side view of the exemplary apparatus shown in Figure 27. Partitions 171, 173, 175, and 177, which operate to physically separate the respective deposition zones from each other, are shown in Figure 28. Additionally, annealing zone partition 179, positioned between excimer laser 274 and unload lock valve 100, is shown. Magnets 281, or devices capable of generating comparable magnetic fields, are shown positioned above targets 271, 272, and 273. Magnets 281 operate to create a magnetic field proximate the exposed surfaces of targets 271, 272, and 273, which are generally known to increase sputtering rate and target life by encouraging even target erosion during the deposition processes.

Although the present invention has been described based upon the above noted embodiments, it would be apparent to those of skilled in the art that certain modifications, variations, and/or alternative constructions or configurations would be available, while remaining within the spirit and scope of the invention. In particular, variations in the orientation of structures such as, the shuttle, carrier, substrates, robot, chambers, targets and other system components are contemplated within the scope of the present invention. Additionally, all movements and positions referred to herein, such as "above", "top", "below", "under", "bottom", "side", and others are relative to positions of objects such as the targets, chambers, carriers and shuttles may be varied to create different configurations and embodiments. Accordingly, it is contemplated by the present invention to orient any or all of the components in various alternative orientations to achieve a desired movement of substrates through a processing system. Therefore, in order to determine the true scope of the present invention, reference should be made to the following claims.

CLAIMS:

1. An apparatus for processing at least one substrate, the apparatus comprising:

at least one substrate carrier for transporting a substrate within a processing environment;

at least one temperature controlled plate selectively in communication with the at least one substrate carrier; and

at least one deposition device positioned proximate a processing path of the at least one substrate carrier in the processing environment, the at least one deposition device being configured to deposit a selected film upon the substrate.

2. The apparatus of claim 1, wherein the at least one substrate carrier further comprises:

a substantially planar substrate receiving member, the receiving member having a plurality of bores formed therein and a substrate receiving surface formed thereon; and

a drive engaging member positioned on a lower surface of the receiving member.

3. The apparatus of claim 1, wherein the at least one substrate carrier is configured to transport a substrate between a first point in the processing environment and a second point in the processing environment.

4. The apparatus of claim 1, wherein the at least one temperature controlled plate further comprises:

a plate having at least one of a first heating device and a cooling device formed therein; and

a plurality of elongated pin members extending from an engaging surface of the plate, the elongated members being configured to cooperatively engage a plurality of bores formed in the at least one substrate carrier.

5. The apparatus of claim 4, wherein the first heating device further comprises at least one heater in communication with a thermocouple.

6. The apparatus of claim 4, wherein the cooling device further comprises a fluid channel formed in the plate, the fluid channel having a fluid input and a fluid output.

7. The apparatus of claim 4, wherein the engaging surface further comprises at least one of a bead blasted surface and an anodized surface.

8. The apparatus of claim 1, wherein the apparatus further comprises a second heating device positioned within the processing environment for annealing the substrate.

9. The apparatus of claim 8, wherein the second heating device further comprises a laser light source.

10. The apparatus of claim 9, wherein the laser light source further comprises an excimer laser.

11. The apparatus of claim 1, wherein the at least one temperature controlled plate is in thermal communication with the at least one substrate carrier.

12. A method for processing at least one substrate, the method comprising:

transporting a substrate into a processing environment on at least one substrate shuttle;

transferring the substrate to a substrate carrier inside the processing environment;

controlling the temperature of the substrate carrier with one or more temperature controlled plated;

transporting the substrate carrier having the substrate thereon through at least one processing zone in the processing environment; and

transferring the substrate from the substrate carrier to the at least one substrate shuttle for removal from the processing environment.

13. The method of claim 12, wherein transferring the substrate to a substrate carrier further comprises:

positioning the at least one substrate shuttle above a selectively movable plate, the selectively movable plate having a plurality of elongated members extending therefrom;

positioning the substrate carrier between the selectively movable plate and the at least one substrate shuttle, the substrate carrier having a plurality of bores formed therein;

elevating the selectively movable plate such that the plurality of elongated members extending therefrom cooperatively engage the plurality of bores formed in the substrate carrier and partially extend therethrough to engage and lift the substrate off of the at least one substrate shuttle;

retracting the at least one substrate shuttle from the processing environment; and

lowering the selectively movable plate such that the plurality elongated members extending through the plurality of bores formed in the substrate carrier are retracted therefrom, thereby placing the substrate on the substrate carrier.

14. The method of claim 13, wherein controlling the temperature of the substrate carrier further comprises at least one of heating the selectively movable plate and cooling the selectively movable plate in order to transfer thermal energy between the selectively movable plate and the substrate carrier during contact therebetween.

15. The method of claim 14, wherein heating the selectively movable plate further comprises passing electrical energy through at least one resistive element heater positioned within the selectively movable plate.

16. The method of claim 14, wherein cooling the selectively movable plate further comprises passing a fluid through a fluid channel within the selectively movable plate.

17. The method of claim 12, wherein the step of transporting the substrate carrier through at least one processing zone further comprises moving the substrate carrier through a deposition zone and an annealing zone, wherein the film deposition zone and the annealing zone are both contained within the processing environment.

18. The method of claim 12, wherein transferring the substrate to the at least one substrate shuttle further comprises:

elevating a selectively movable plate to engage the substrate carrier, the selectively movable plate having a plurality of elongated members extending therefrom, the plurality of

elongated members cooperatively engaging a plurality of bores formed in the substrate carrier and extending therethrough to elevate the substrate above the substrate carrier;

positioning the at least one substrate shuttle below the substrate;

lowering the selectively movable plate such that the plurality of elongated members extending therefrom retract from the plurality of bores formed in the substrate carrier, thereby lowering the substrate onto the at least one substrate shuttle; and

retracting the at least one substrate shuttle having the substrate thereon from the processing environment.

19. The method of claim 18, wherein elevating the selectively movable plate further comprises controlling the temperature of the substrate carrier while the selectively movable engages the substrate carrier.

20. The method of claim 19, wherein controlling the temperature further comprises at least one of heating the selectively movable plate and cooling the selectively movable plate in order to transfer thermal energy between the selectively movable plate and the substrate carrier during contact therebetween.

21. A method for forming a poly silicon film on a substrate, the method comprising:

loading a substrate into a processing environment;

exposing the substrate to at least one deposition source in the processing environment;

exposing the substrate to an annealing device in the processing environment; and

removing the substrate from the processing environment.

22. The method of claim 21, wherein the loading step further comprises the steps of:

placing the substrate on a shuttle in an entry load lock chamber;

creating a vacuum in the entry load lock chamber;

opening an isolation valve between the entry load lock chamber and the processing environment;

moving the shuttle into the processing environment;

transferring the substrate from the shuttle to a carrier in the processing environment;

retracting the shuttle into the load chamber; and

closing the isolation valve.

23. The method of claim 21, the method further comprising regulating the temperature of the substrate in the processing environment.

24. The method of claim 23, wherein regulating the temperature further comprises contacting a carrier having the substrate positioned thereon with a temperature controlled plate, the temperature controlled plate being configured to exchange thermal energy with the carrier.

25. The method of claim 24, wherein contacting the carrier further comprises at least one of passing a fluid through the temperature controlled plate to reduce the temperature thereof and passing an electrical current through at least one resistive heating device in the temperature controlled plate to increase the temperature thereof.

26. The method of claim 21, wherein exposing the substrate to at least one deposition source further comprises:

exposing the substrate to a first deposition source, the first deposition source being configured to deposit a silicon oxide film on the substrate;

exposing the substrate to a second deposition source, the second deposition source being configured to deposit a silicon oxide film on the substrate; and

exposing the substrate to a third deposition source, the third deposition source being configured to deposit an amorphous silicon film on the substrate.

27. The method of claim 26, wherein exposing the substrate to a first and second deposition sources further comprises depositing a cumulative silicon oxide film on the substrate, wherein the cumulative silicon oxide film has a thickness of about 3000 angstroms.

28. The method of claim 26, wherein exposing the substrate to a third deposition source further comprises depositing an amorphous silicon layer on the substrate, wherein the amorphous silicon layer has a thickness of at least 250 angstroms.

29. The method of claim 21, wherein exposing the substrate to an annealing device further comprises exposing the substrate to an excimer laser, the excimer laser being positioned within the processing environment.

30. The method of claim 21, wherein removing the substrate from the processing environment further comprises the steps of:

creating a vacuum in an exit load lock chamber;

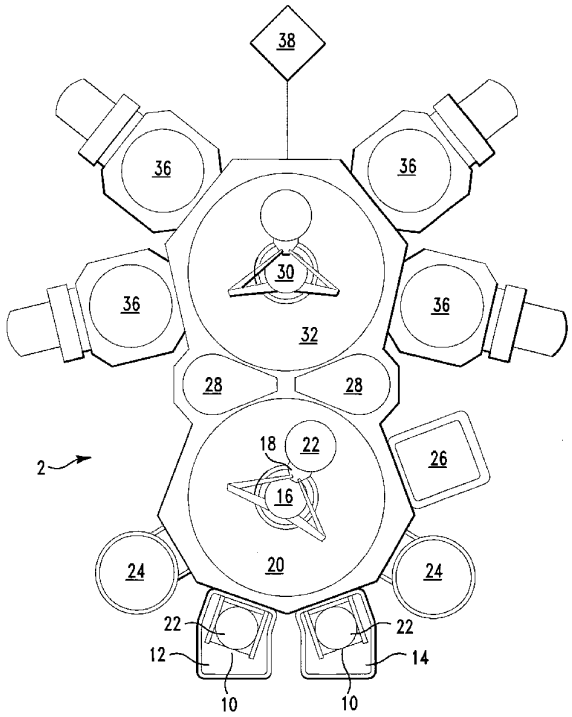
opening an isolation valve between the exit load lock chamber and the processing environment;

moving a shuttle into the processing environment;

transferring the substrate from a carrier to the shuttle;

retracting the shuttle from the processing environment; and

closing the isolation valve.



(Prior Art)
FIG. 1

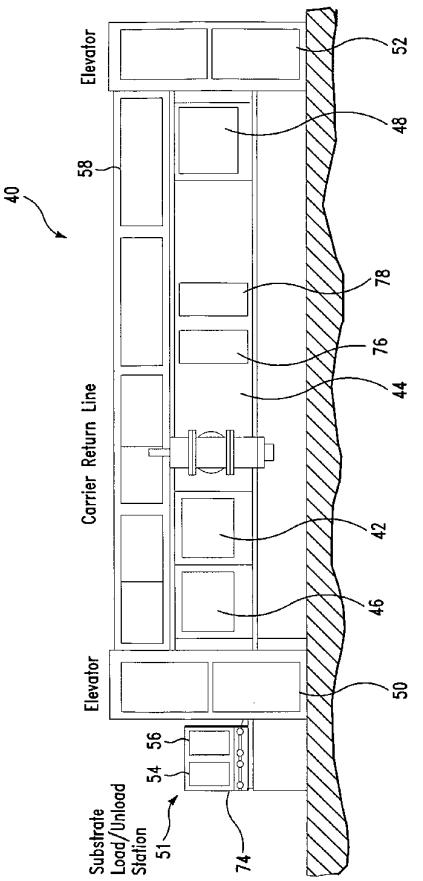


FIG. 2 (PRIOR ART)

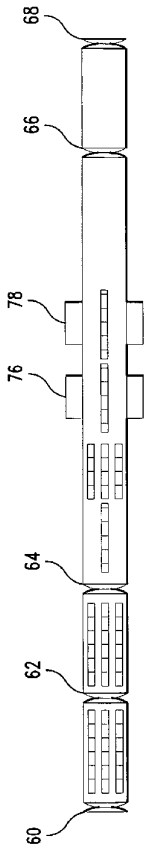


FIG. 3 (PRIOR ART)

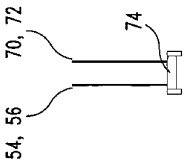


FIG. 5 (PRIOR ART)

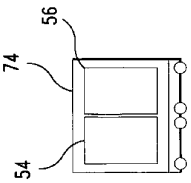


FIG. 4 (PRIOR ART)

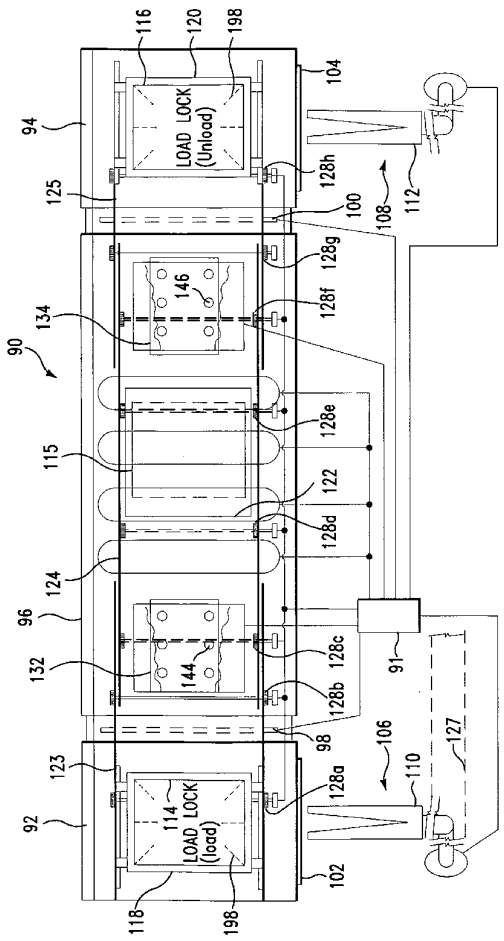

LOAD LOCK (Unload)
LOAD LOCK (load)
116
120
198
104
94
125
128h
100
108
112
128g
146
128f
134
90
128e
115
122
128d
124
96
128c
132
144
91
128b
98
106
127
123
110
128a
114
92
102
118
198

FIG. 6

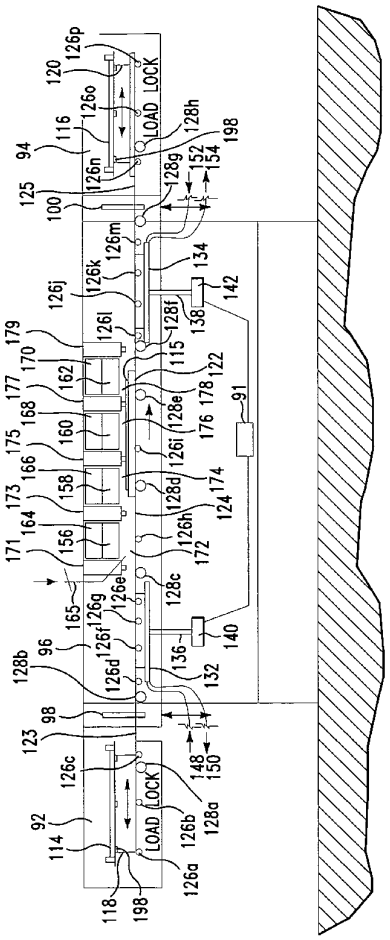


FIG. 7

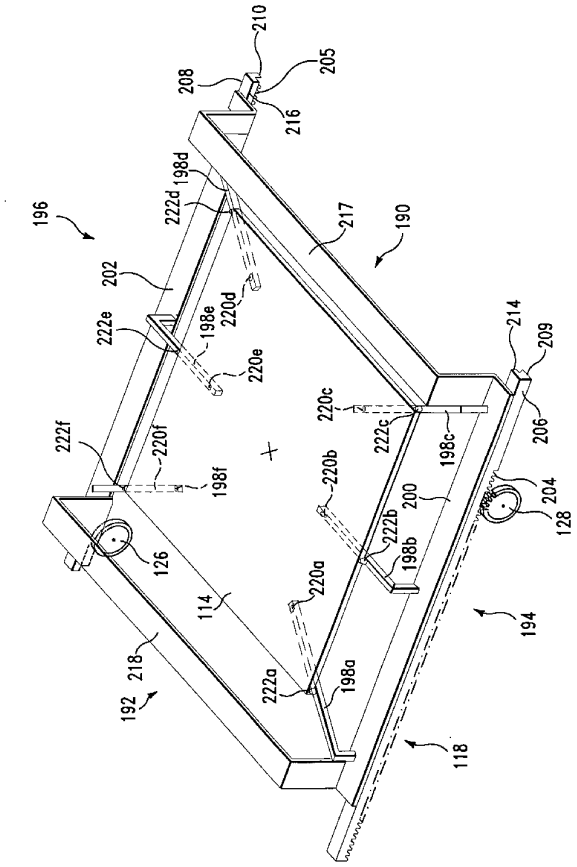

210
205
208
216
198d
222d
196
217
190
202
214
209
222e
198e
220d
220e
220c
222c
198c
206
222f
220f
198f
220b
200
204
222b
198b
128
126
220a
114
194
218
222a
198a
192
118

FIG. 8

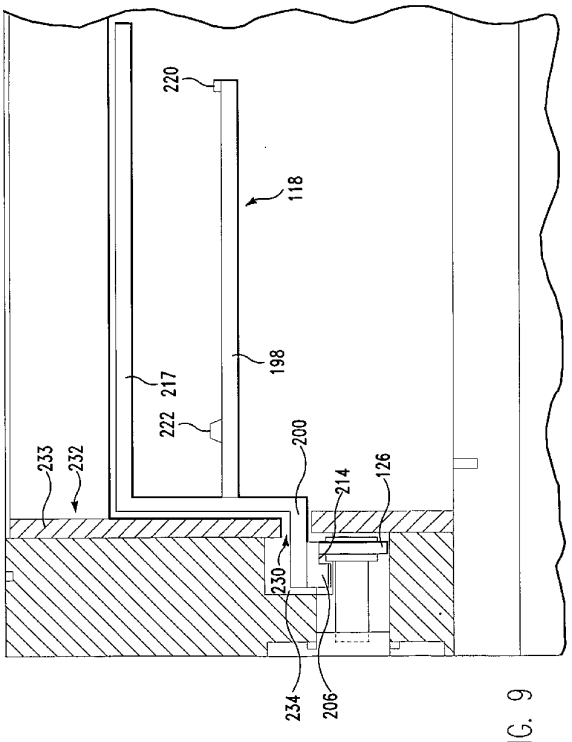


FIG. 9

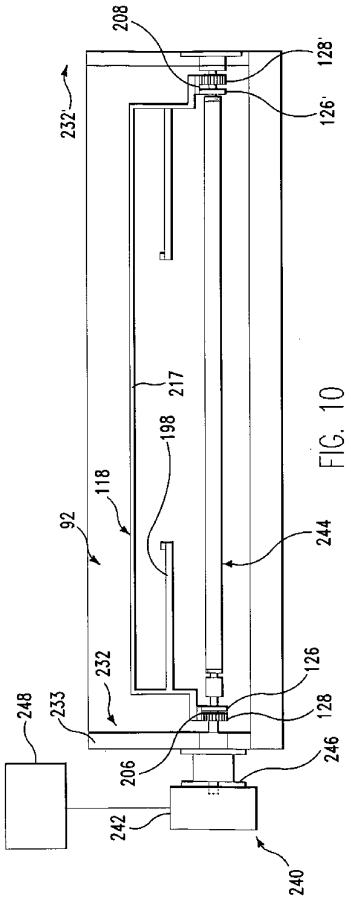

208
128'
126'
232'
217
198
118
92
244
232
126
128
248
233
206
246
242
240

FIG. 10

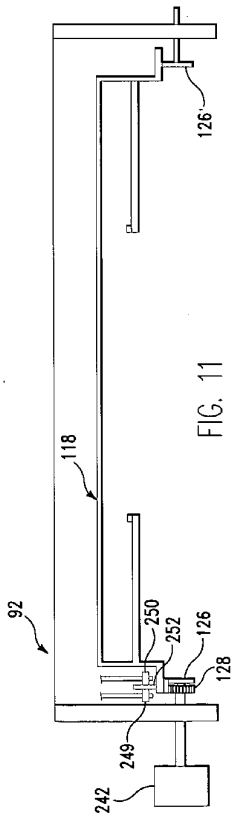

126'
118
92
250
252
126
128
249
242

FIG. 11

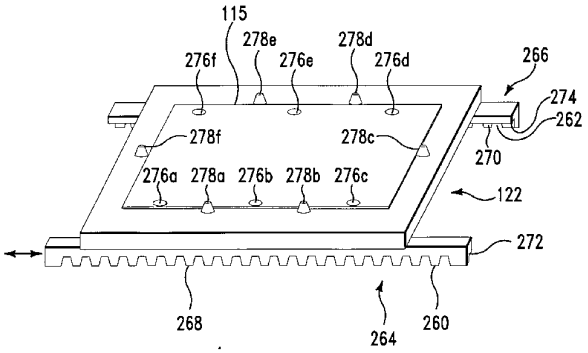


FIG. 12

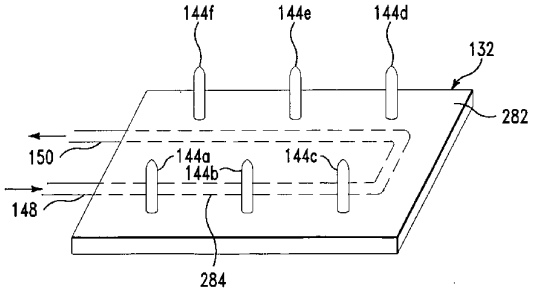


FIG. 13a

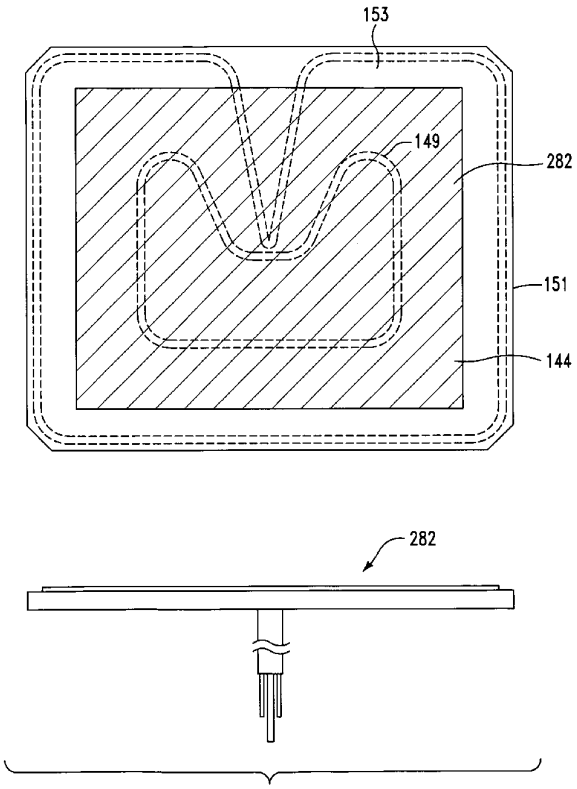


Fig. 13b

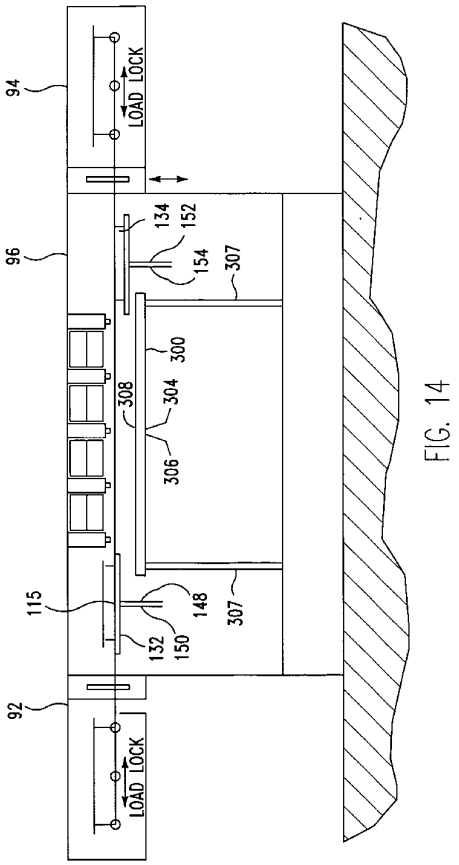

94
LOAD LOCK
96
134
152
154
307
300
308
304
306
115
148
307
132
150
92
LOAD LOCK

FIG. 14

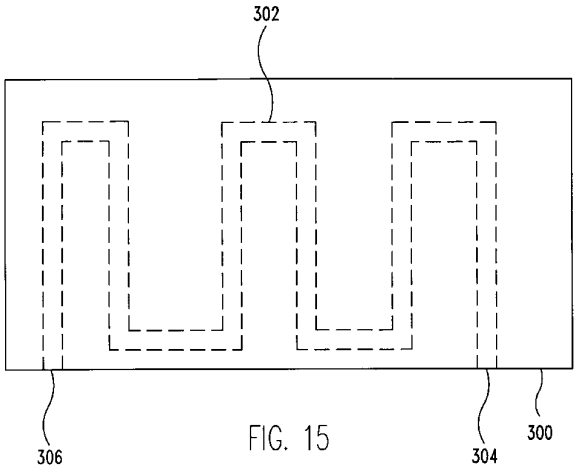


FIG. 15

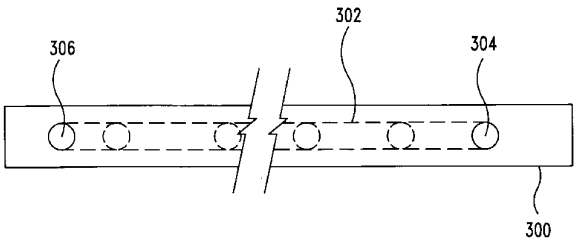


FIG. 16

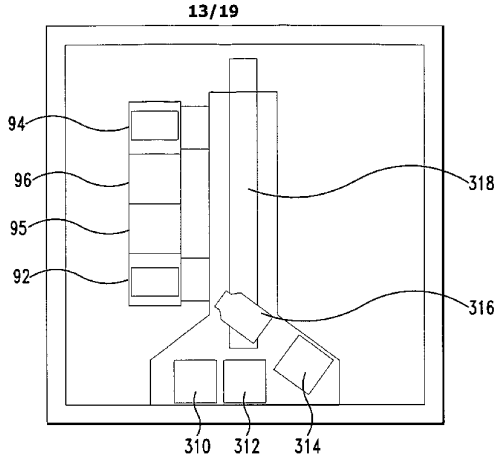

94
96
95
92
318
316
310
312
314

FIG. 17

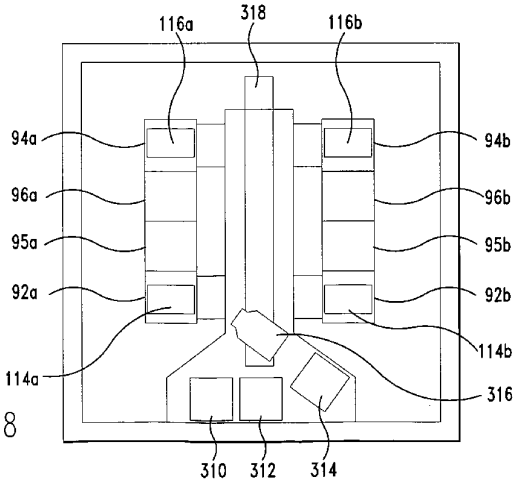

116a
318
116b
94a
96a
95a
92a
114a
94b
96b
95b
92b
114b
316
310
312
314

FIG. 18

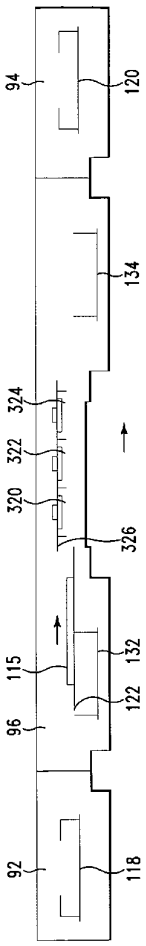


FIG. 19

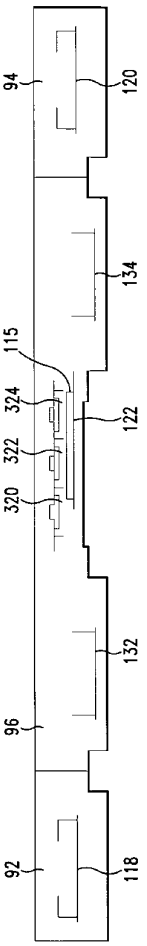


FIG. 20

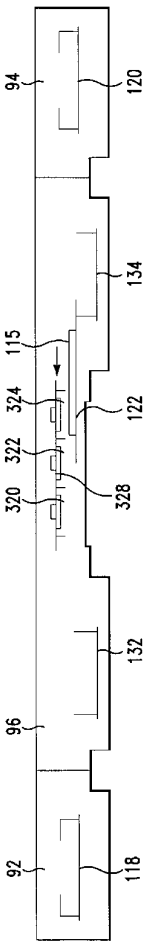


FIG. 21

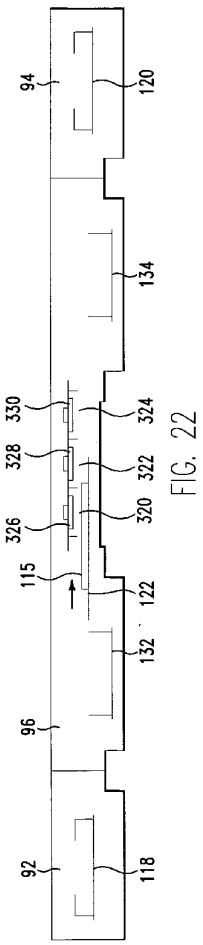

94
120
134
330
324
328
322
326
320
115
122
132
96
92
118

FIG. 22

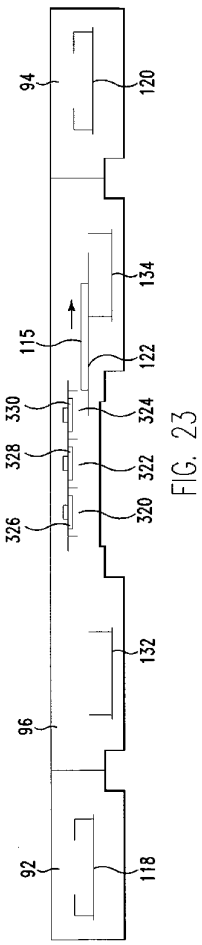

94
120
134
115
122
330
324
328
322
326
320
132
96
92
118

FIG. 23

CONVENTIONAL METHOD TO PRODUCE POLY SILICON FILM

#	METHOD	MATERIAL	THICKNESS (A)	NOTE
1	CVD	SiO2	3000	
2	CVD	AMORPHOUS SILICON	300-500	THE SAME CVD TOOL CAN BE USED
3	EXCIMER LASER	POLY SILICON	300-500	DIFFERENT TOOL. EXPOSURE TO ARM AND PARTICLE.

FIG. 24

METHOD TO PRODUCE POLY SILICON FILM

#	METHOD	MATERIAL	THICKNESS (A)	NOTE
1	PVD	SiO2	3000	
2	PVD	AMORPHOUS SILICON	300-500	THE SAME PVD TOOL CAN BE USED
3	EXCIMER LASER	POLY SILICON	300-500	EXCIMER LASER INSTALLED AT THE END OF PVD PROCESS

FIG. 26

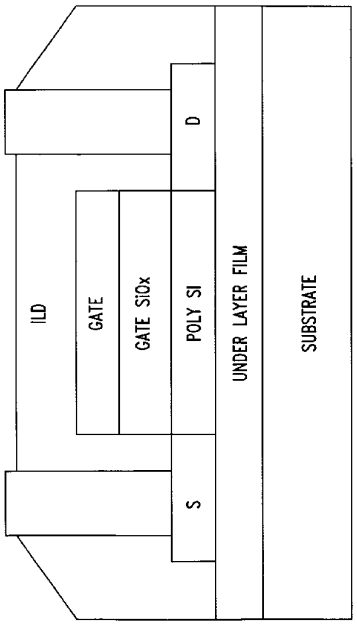


FIG. 25

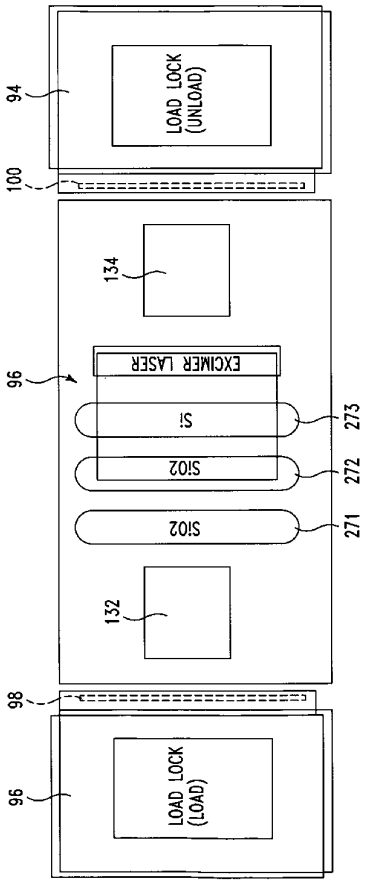

LOAD LOCK (UNLOAD)
94
100
134
EXCIMER LASER
96
Si
Si02
Si02
273
272
271
132
98
LOAD LOCK (LOAD)
96

FIG. 27

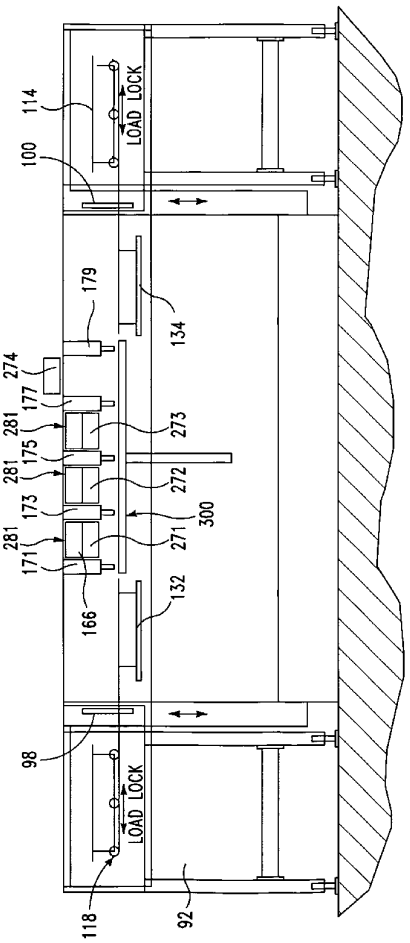

LOAD LOCK
114
100
179
134
274
177
281
273
175
272
173
300
271
171
132
166
98
LOAD LOCK
118
92

FIG. 28

【国際公開パンフレット（コレクトバージョン）】

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

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau

(43) International Publication Date
29 August 2002 (29.08.2002)

PCT

(10) International Publication Number
WO 02/067298 A3

(51) International Patent Classification⁷: H01L 21/00, C23C 16/00, 14/56, 14/54

(21) International Application Number: PCT/US01/50263

(22) International Filing Date:
20 December 2001 (20.12.2001)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:
09/753,424 3 January 2001 (03.01.2001) US

(71) Applicant: APPLIED MATERIALS, INC. [US/US]; 3050 Bowers Avenue, Santa Clara, CA 95054 (US).

(72) Inventor: HOSOKAWA, Akihiro; 10264 Danube Drive, Cupertino, CA 95014 (US).

(74) Agents: PATTERSON, William B., et al.; Moser, Patterson & Sheridan, LLP, 3040 Post Oak Blvd., Suite 1500, Houston, TX 77056 (US).

(81) Designated States *(national)*: CN, JP, KR, SG.

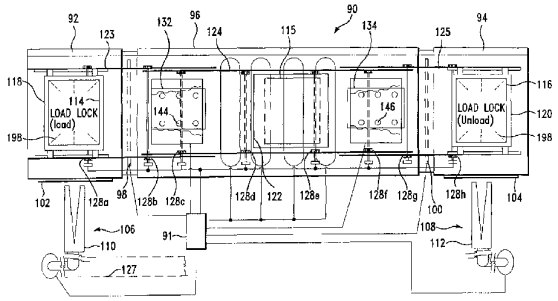
(84) Designated States *(regional)*: European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

Published:
— *with international search report*
— *before the expiration of the time limit for amending the claims and to be republished in the event of receipt of amendments*

(88) Date of publication of the international search report:
17 April 2003

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.

(54) Title: CONSECUTIVE DEPOSITION SYSTEM



(57) Abstract: An apparatus and method for processing substrates is provided, wherein the apparatus includes at least one substrate carrier for transporting a substrate within a processing environment. At least one temperature controlled plate positioned in the processing environment is selectively in communication with the at least one substrate carrier and is used to both transfer substrates from an external substrate shuttle to the substrate carrier in the processing environment and to regulate the temperature of the processing environment. At least one deposition device configured to deposit a selected film on the substrate and an annealing device are positioned proximate the at least one substrate carrier within the processing environment.

WO 02/067298 A3

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PC T/US 01/50263

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H01L21/00 C23C16/00 C23C14/56 C23C14/54

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)
IPC 7 H01L 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, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,X	EP 1 098 353 A (APPLIED MATERIALS INC) 9 May 2001 (2001-05-09) the whole document ---	1-11
X	US 5 252 807 A (CHIZINSKY GEORGE) 12 October 1993 (1993-10-12) abstract; claims; figure 4 ---	1-11
X	US 4 047 624 A (DORENBOS FREDERICK WILLIAM) 13 September 1977 (1977-09-13) the whole document ---	1-11
X	US 5 382 126 A (HARTIG KLAUS ET AL) 17 January 1995 (1995-01-17) abstract; claims; figures --- -/--	1-11

[X] Further documents are listed in the continuation of box C. [X] 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
"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
"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
"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.
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
6 November 2002	18.02.03

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Hamdani, F

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/US 01/50263

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 5 976 199 A (CHEN TAYLOR ET AL) 2 November 1999 (1999-11-02) abstract; claims; figures	1-11
X	US 5 881 649 A (ABE TOMOAKI ET AL) 16 March 1999 (1999-03-16) abstract; claims; figures	1-11
X	US 5 110 249 A (NORMAN ARTHUR E) 5 May 1992 (1992-05-05) abstract; claims; figures	1
X	EP 0 346 815 A (ASAHI GLASS CO LTD) 20 December 1989 (1989-12-20) abstract; claims; figures	1
X	US 3 973 665 A (GIAMMANCO ROSARIO P) 10 August 1976 (1976-08-10) abstract; claims; figures	1

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

ational application No.
PCT/US 01/50263

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This International Search Report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ 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:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers all searchable claims.

2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.

3. ☐ 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.:

4. ☒ 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.:

1-11

Remark on Protest

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.

☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

Form PCT/ISA/210 (continuation of first sheet (1)) (July 1998)

International Application No. PCT/US 01/50263

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

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

1. Claims: 1-11

An apparatus for processing at least one substrate.

2. Claims: 12-20

a method for processing at least one substrate.

3. Claims: 21-30

a method for forming a poly silicon film on a substrate.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

formation on patent family members

International Application No
PC /7 JS 01/50263

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
EP 1098353	A	09-05-2001	US 6298685	B1	09-10-2001
			EP 1098353	A2	09-05-2001
			JP 2001237296	A	31-08-2001
			TW 469490	B	21-12-2001
			US 2001015074	A1	23-08-2001
US 5252807	A	12-10-1993	US 5060354	A	29-10-1991
			JP 3241401	B2	25-12-2001
			JP 5152224	A	18-06-1993
US 4047624	A	13-09-1977	NONE		
US 5382126	A	17-01-1995	DE 4303462	A1	14-10-1993
			JP 2118589	C	06-12-1996
			JP 6041746	A	15-02-1994
			JP 8026459	B	13-03-1996
US 5976199	A	02-11-1999	US 5668056	A	16-09-1997
			US 5399531	A	21-03-1995
US 5881649	A	16-03-1999	JP 10159934	A	16-06-1998
			KR 256488	B1	01-08-2000
US 5110249	A	05-05-1992	JP 63122017	A	26-05-1988
EP 0346815	A	20-12-1989	JP 1312072	A	15-12-1989
			JP 2042260	C	09-04-1996
			JP 7062252	B	05-07-1995
			JP 1315205	A	20-12-1989
			EP 0346815	A2	20-12-1989
			US 5086729	A	11-02-1992
			US 5170714	A	15-12-1992
US 3973665	A	10-08-1976	NONE		

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1998)

フロントページの続き

(72)発明者　ホソカワ,　アキヒロ
アメリカ合衆国,　カリフォルニア州,　クパチーノ　ダニューブ　ドライヴ　１０２６４

Ｆターム(参考) 5F045 AA03 AA19 AB03 AF08 BB06 DQ15 HA16 HA25