

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4986632号
(P4986632)

(45) 発行日 平成24年7月25日(2012.7.25)

(24) 登録日 平成24年5月11日(2012.5.11)

(51) Int. Cl.		F I	
HO 1 L	21/02 (2006.01)	HO 1 L	21/02 D
HO 1 L	21/677 (2006.01)	HO 1 L	21/68 A
B 6 5 G	49/00 (2006.01)	B 6 5 G	49/00 C

請求項の数 22 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2006-552221 (P2006-552221)	(73) 特許権者	505307471
(86) (22) 出願日	平成17年2月3日(2005.2.3)		インテグリス・インコーポレーテッド
(65) 公表番号	特表2007-520895 (P2007-520895A)		アメリカ合衆国、マサチューセッツ・01
(43) 公表日	平成19年7月26日(2007.7.26)		821-4600、ピレリカ、コンコード
(86) 国際出願番号	PCT/US2005/003287		・ロード・129
(87) 国際公開番号	W02005/078771	(74) 代理人	100062007
(87) 国際公開日	平成17年8月25日(2005.8.25)		弁理士 川口 義雄
審査請求日	平成20年1月31日(2008.1.31)	(74) 代理人	100114188
(31) 優先権主張番号	60/542,032		弁理士 小野 誠
(32) 優先日	平成16年2月5日(2004.2.5)	(74) 代理人	100140523
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 渡邊 千尋
		(74) 代理人	100119253
			弁理士 金山 賢教
		(74) 代理人	100103920
			弁理士 大崎 勝真

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ウェハ輸送コンテナのパージング

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

汚染された気密封止されていない搬送コンテナを浄化する方法であって、
搬送コンテナ内の対象上の微粒子の流入を起こさない能動的流量で搬送コンテナを通して、
汚染物質の濃度が100パートパートリリオン(pppt)以下のパージガスを流し、
それにより搬送コンテナから汚染物質をパージングするステップを含み、
パージガスが、空気、酸素又は水のうちの少なくとも1つを含む、方法。

【請求項 2】

搬送コンテナがプラスチックからなり、搬送コンテナをパージングする際にプラスチックとガスが接触する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

汚染物質が少なくとも1つの有機汚染物質を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

汚染物質が、炭化水素、アミン、有機リン酸塩、シロキサン、無機酸およびアンモニアのうちの少なくとも1つを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

パージングするステップが、毎分300標準リットル(slm)未満の流量でガスを搬送コンテナを通して流すステップを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

流量が5slmと200slmの間である、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

流量を 0 s l m から徐々に増加させることによって搬送コンテナに流れるガスが導入される、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 8】

ガス中の汚染物質の濃度が 10 p p t 以下である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

ガス中の汚染物質の濃度が 1 p p t 以下である、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

搬送コンテナが前面開放統一ポッドである、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

搬送コンテナが標準化機械インタフェースポッドである、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 12】

ガスが、空気、酸素、窒素、水および希ガスのうちの少なくとも 1 つを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 13】

搬送コンテナから密閉チャンバへ対象を搬送する方法であって、

搬送コンテナ内の対象上の微粒子の流入を起こさない能動的流量で搬送コンテナを通して、汚染物質の濃度が 100 パートパートリリオン (p p t) 以下のパージガスを流し、それにより、密閉チャンバと接触する前に搬送コンテナから汚染物質をパージングするステップと、

汚染物質がパージされた搬送コンテナを密閉チャンバに露出させるステップと、搬送コンテナと密閉チャンバの間で対象を搬送するステップとを含む、方法。

【請求項 14】

対象が半導体デバイスである、請求項 13 に記載の方法。

【請求項 15】

半導体デバイスがウェハである、請求項 14 に記載の方法。

【請求項 16】

搬送コンテナが、対象を有する少なくとも 1 つの非気密封止コンテナを備えた、請求項 13 に記載の方法。

【請求項 17】

パージングするステップが、 100 s l m と $10,000 \text{ s l m}$ の間の流量でガスを搬送コンテナに流すステップを含む、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 18】

搬送コンテナをパージングしている間、搬送コンテナから流出する汚染されたガスの汚染物質濃度を検出するさらなるステップをさらに含み、

汚染されたガスの汚染物質濃度が閾値汚染物質濃度以下になると、搬送コンテナを密閉チャンバに露出させるステップが実行される、請求項 13 に記載の方法。

【請求項 19】

ガスの汚染物質の濃度が 2 パートパービリオン未満であり、また、ガス中の汚染物質の濃度が十分に小さく、したがって、搬送コンテナが密閉チャンバに露出された後、密閉チャンバが、露出させるステップおよび搬送するステップのみが実行される場合より小さい汚染物質露出濃度を有する、請求項 13 に記載の方法。

【請求項 20】

2 つの環境の間で対象を搬送するためのシステムであって、

汚染物質の濃度が 100 パートパートリリオン以下のガスを使用してパージングされる環境を有する非気密封止搬送コンテナと流体連結したパージガス供給器を備え、前記搬送コンテナは、搬送コンテナから汚染物質をパージングする開口を有し、更に、

搬送コンテナ内の対象上の微粒子の流入を起こさない能動的流量で搬送コンテナを通して、パージガスを流す、質量流量コントローラまたは圧力コントローラと、

非気密封止搬送コンテナに接続された密閉チャンバと、

10

20

30

40

50

閉じると、密閉チャンバの環境と非気密封止搬送コンテナの環境を分離するようになされた密閉可能ドアとを備えた、システム。

【請求項 2 1】

非気密封止搬送コンテナから排出されるガスの汚染物質濃度を識別するための、汚染物質濃度が閾値汚染物質濃度以下の場合に、密閉可能ドアを開けるための信号をコントローラに送信するようになされた検出器をさらに備えた、請求項 2 0 に記載のシステム。

【請求項 2 2】

前記ガスが、極めて清浄な乾燥した空気である、請求項 1 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本出願は、参照によりそのすべての内容が本明細書に組み込まれている、2004年2月5日出願の米国仮出願第60/542,032号の利益を主張するものである。

【0002】

本発明は、汚染を除去するための高純度環境のパージングに関する。より詳細には、本発明により、中の環境の品質を保証するための標準化機械インタフェースポッドパージング方法が提供される。本発明は、詳細には、コンテナがプロセスツールまたは他の密閉チャンバとインタフェースしている間における、半導体デバイス、ウェハ、フラットパネルディスプレイおよび高純度環境を必要とする他の製品ののためのコンテナのパージングに関する。

20

【背景技術】

【0003】

半導体デバイスを製造する場合、デバイスに必要な材料の層を構築するために多くの処理工程がシリコンウェハに施される。個々の処理工程には、タスクを実行するための個別のツールが必要であり、また、これらのプロセスツールとプロセスツールの間でウェハを輸送しなければならない。ウェハ上の線幅の縮小により、個々の処理工程を実行している間にウェハと接触するガス、化学薬品および環境の純度は常に高くなっている。クリーンルーム環境は、ウェハの表面よりその純度が著しく劣るため、輸送中におけるクリーンルームの空気へのウェハの露出は、ウェハの処理にとっては有害であり、欠陥およびウェハ損失の原因になっている。標準化機械インタフェース(SMIF)システムは、オープン

30

【0004】

純度の許容レベルはプロセス毎に異なるが、ほとんどのプロセスツールの場合、使用上の観点における浄化の利点は明らかである。プロセスガスは、製造設備全体にわたって長い配管距離を介してプロセスツールに輸送されることがしばしばであり、移動距離が長いほど汚染物質がガスの流れに流入する可能性が高くなる。また、サプライヤが十分に高い純度のガスを製造設備に提供することは不可能であることがしばしばである。十分な純度のガスの製造が実用的に可能な場合であっても、輸送中および設置中に汚染する可能性があるため、この十分な純度のガスを直接使用することができない場合がしばしばである。したがって、従来技術には、使用上の観点から、プロセスツールに使用されるほとんどすべてのガスを浄化するための多くの発明がなされている。プロセスツールへのこれらの方法およびデバイスの組み込みは、現在、この業界ではごく普通に実践されている。

40

【0005】

清浄であることを保証し、かつ、輸送を容易にするために、ウェハは、通常、異なるプロセスツールへ移動させる際には標準化されたコンテナに収納される。これらのコンテナの中でも最も一般的な2つのタイプのコンテナは、標準機械インタフェース(SMIF)ポッドと前面開放統一ポッド(FOUP)である。SMIFシステムは、微粒子汚染からウェハを保護し、かつ、プロセスツールの清浄な環境との標準化され、かつ、自動化されたインタフェースを提供することによってウェハの汚染を抑制している。SMIFシステムの場合、ウェハまたはフラットパネルディスプレイなどの他の敏感なデバイスが、ポリ

50

カーボネートプラスチックから構成されているポッド内に収納される。典型的なFOUPは、10～25枚のウェハを収納することができ、ウェハはそれぞれ個々の棚に固定される。FOUPは、Asyst Technologiesから入手することができるIsoport（登録商標）などのインタフェースデバイスすなわち「ポート」を介してプロセスに接続される。Isoportは、FOUPとプロセスツールを整列させるための運動結合メカニズム、およびFOUPを開閉してウェハにアクセスするための自動ドアを提供している。自動ドアが開くと、FOUP環境とプロセスツール環境が接触し、通常、プロセスツールからの確実な流れによってインタフェースがパーズングされる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0006】

FOUPとプロセスツールの間のインタフェースのパーズングにもかかわらず、FOUP環境は依然として、多くの発生源からの粒子汚染物質および空中の浮遊分子汚染物質（AMC）の両方の不純物に敏感である。FOUPは、アルミニウムベースに密閉されたポリカーボネートプラスチックボディでできている。FOUPに使用されるシールおよび樹脂は、汚染物質、とりわけ、FOUPが洗浄されるウェットリンスプロセスの間に吸収される汚染物質をガス放出することがある。ウェハは、処理工程の間、連続的にFOUPから除去され、かつ、FOUPへ戻される。プロセスツール内で施される処理に応じて様々な汚染物質がウェハの表面に滞留する可能性がある。ウェハはFOUP内に置かれるため、とりわけこれらのウェハが長時間にわたって保存されると、場合によってはこれらの汚染物質がFOUP環境中に解放され、ウェハまたはウェハの一部がさらに汚染されることになる。また、ウェハをFOUP内で保管する際に外部の空気が漏れて流入し、FOUP環境を汚染する。安全上および取扱い上の理由から、FOUPは、気密封止するようには構築されていない。

20

【0007】

実験による証拠によって、FOUPのパーズングはウェハに対して有害である、という考え方が支持されているため、とりわけFOUPの個別パーズングは、Isoportステーションの設計には組み込まれていない。Veillerothら（「Testing the use of purge gas in wafer storage and transport containers」[オンライン]1997～2003、<http://www.micromagazine.com/archive/03/08/veilleroth.html>）は、ある研究を実施し、2ppb未満の炭化水素汚染物質を含有した清浄な乾燥空気、および300pptの炭化水素汚染物質を含有した窒素を使用したSMIFポッドのパーズング効果を調査している。Veillerothらは、パーズングされた状態で保管されたウェハおよびパーズングされていない状態で保管されたウェハに対する電気測定に基づいて、静的な環境はパーズングされたコンテナより良好である、と結論付けている。したがって、この純度レベルのガスを使用したFOUPのパーズングが望ましくないことは明らかである。

30

【0008】

Asyst Technologiesに発行された特許には、IsoportのステージにFOUPが存在している場合に、FOUPにパーズガス流を組み込むための多数のバルブ構成、センサおよびアクチュエータが開示されている。これらの発明の目的は、パーズング条件の制御に無関係にIsoportにパーズングを導入することである。この方法を成功に導くためには、パーズガスを管理するための条件が極めて重要である。特定の純度レベルではないガスに起因する複雑性に加えて、パーズガス流の開始および停止が、FOUP内のガスの乱流に起因する新たな複雑性をもたらしている。圧力差を超えてガスが瞬時に流される際に常に生じるこの乱流によって、FOUPの底に定着した粒子が流れに流入し、次に、流れに流入した粒子がウェハの表面に定着することになる。ウェハをパーズングすることによってウェハが汚染され、その結果、ウェハに欠陥が生じ、また、ウェハの損失を招いている。Asystの特許は、パーズガス流とFOUPをインタフェ

40

50

ースさせるための明らかに新規な手段であるが、パージング条件を適切に制御することができない場合、この手段は実用的ではない。

【0009】

I B M社に発行された米国特許第5,346,518号に、吸着剤およびフィルタの精巧に考案されたシステムが開示されており、それによれば、汚染物質、とりわけ炭化水素がS M I Fポッド内の環境から除去される。この発明には、代替吸収剤構造を備えた、異なるプロセスおよびS M I Fポッドの中で遭遇する可能性のある変動を補償するための多くの実施形態が含まれている。この発明は、F O U P環境を保護するための新規な手段を提供しているが、この方法を使用する場合、いくつかの大きな欠点が存在している。この発明の中で説明されている蒸気除去エレメントまたは吸着剤には、静的条件下でのこれらの蒸気除去エレメントまたは吸着剤への汚染物質の拡散輸送が利用されている。したがって、汚染物質がF O U P内に滞留する時間が長くなることがあり、また、ウェハの表面に不可逆的に拘束される特定の汚染物質を十分に除去することができない。汚染物質が可逆的にウェハの表面に拘束される場合であっても、ウェハの表面は、場合によっては、依然として、単に拡散プロセスを使用しただけでは除去することが困難である準安定レベルの汚染に達することがある。吸着剤自体には、通常、汚染物質をF O U P環境から除去するための可逆平衡吸着条件が利用されている。したがって、汚染物質が吸着剤に集中するようになると、汚染物質がF O U P環境中に解放されることになる。この複雑性は、吸着剤を定期的に交換することによって回避されるが、そのためには新しい処理工程が余儀なくされる。また、吸着剤の交換は、汚染物質の濃度ではなく、時間に依存しているため、この方法は、プロセスの不規則性の影響を受け易い。たとえば、システムが崩壊すると、場合によってはプロセスツールのパージガスなどの大量の不純ガスがF O U Pに流入することになる。この不純ガス中の不純物によってF O U P内の吸着剤が飽和し、その結果、予定されている交換時期の前に吸着剤が動作不能になることがある。F O U Pは、通常、ウェットリンスプロセスで洗浄されるため、このウェットリンスプロセスに先立って吸着剤を除去するか、さもなければ吸着剤を保護しなければならない。したがってこの汚染制御方法には、適切な条件下でF O U Pをパージングする場合と比較すると著しい欠点があるが、この2つの方法は、互いに排他的ではない。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の一実施形態では、搬送コンテナを浄化する方法が記述される。この方法には、汚染物質の濃度のレベルが約100パートパートリリオン(pppt)以下、10pppt以下または1pppt以下のガスを使用して非気密封止搬送コンテナをパージングするステップが含まれている。非気密封止搬送コンテナにはプラスチックであっても良く、また、非気密封止搬送コンテナは、標準化機械インタフェースポッドあるいは前面開放統一ポッドであっても良い。非気密封止搬送コンテナをパージングするために使用されるガス中の汚染物質は、有機汚染物質、炭化水素、アミン、有機リン酸塩、シロキサン、無機酸、アンモニアまたは上記の任意の成分の組合せであっても良い。非気密封止搬送コンテナをパージングするために使用されるガスには、空気、酸素、窒素、水および希ガスのうちの1つまたは複数が含まれていても良い。非気密封止搬送コンテナに流れるガスの流量は、毎分約300標準リットル(slm)未満であっても良く、あるいは約5slmと200slmの間であっても良い。ガスは、流量を約0slmから徐々に増加させることによって非気密封止搬送コンテナに導入することができる。

【0011】

本発明の他の実施形態では、非気密封止搬送コンテナから密閉チャンバへ対象を搬送する方法が記述される。この方法には、ガスを使用して非気密封止搬送コンテナをパージングするステップと、非気密封止搬送コンテナを密閉チャンバに露出させるステップと、非気密封止搬送コンテナと密閉チャンバの間で対象を搬送するステップが含まれている。非気密封止搬送コンテナをパージングするために使用されるガスには、約100pppt以下の濃度の汚染物質が含まれている。この方法には、さらに、非気密封止搬送コンテナから

10

20

30

40

50

排出されるガスの汚染物質濃度を検出するステップを含めることも可能であり、非気密封止搬送コンテナは、検出した汚染物質濃度が閾値汚染物質濃度以下である場合にのみ、密閉チャンバに露出される。搬送される対象は、半導体デバイスであってもあるいはウェハであっても良い。非気密封止搬送コンテナは、搬送される対象を保持する少なくとも1つの非気密封止コンテナをその内部に有することができる。非気密封止搬送コンテナをパーキングするために使用されるガスの流量は、約100slmと10000slmの間であっても良い。

【0012】

本発明の他の実施形態は、非気密封止搬送コンテナから密閉チャンバへ対象を搬送するもう1つの方法を対象にしている。この方法には、ガスを使用して非気密封止搬送コンテナをパーキングするステップと、非気密封止搬送コンテナを密閉チャンバに露出させるステップと、非気密封止搬送コンテナと密閉チャンバの間で対象を搬送するステップが含まれている。非気密封止搬送コンテナをパーキングするために使用されるガスの汚染物質の濃度は、2パートパービリオン未満である。また、汚染物質の濃度は十分に小さく、したがって、非気密封止搬送コンテナに露出される際の密閉チャンバは、非気密封止搬送コンテナがガスを使用してパーキングされていない場合より小さい汚染物質濃度を有することになる。

【0013】

本発明の他の実施形態は、2つの環境の間で対象を搬送するためのシステムを対象にしている。このシステムは、非気密封止搬送コンテナと密閉チャンバとを備えている。非気密封止搬送コンテナは、汚染物質の濃度が100ppt以下のガスを使用してパーキングされる環境を備えている。密閉チャンバは、非気密封止搬送コンテナに接続されている。密閉可能ドアが閉じると、非気密封止搬送コンテナの環境と密閉チャンバの環境が分離される。非気密封止搬送コンテナから排出されるガスの汚染物質濃度を識別するようになされた検出器を任意選択で備えている。また、この検出器は、排出されたガスの汚染物質濃度が閾値濃度以下の場合、密閉可能ドアを開けるための信号をコントローラに送信するようになされている。

【0014】

本発明の上記およびその他の目的、特徴ならびに利点については、添付の図面に示す本発明の好ましい実施形態についての以下のより詳細な説明から明らかになるであろう。図において、同様の参照文字は、すべての図面を通して同じ部品を表している。添付の図面は必ずしもスケール通りではなく、本発明の原理を説明するために強調されている。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下、本発明の好ましい実施形態について説明する。

【0016】

標準化機械インタフェース(SMIF)システムを使用して、製造設備内における保管中および輸送中の敏感なデバイスのマイクロエンバイロメントを制御することにより、プロセスの制御が著しく改善され、かつ、デバイスの汚染が著しく抑制された。これらの改善により、デバイスの歩留りが増加し、また、クリーンルーム環境と接触した状態でデバイスを放置した場合には達成不可能であった技術的な改善が可能になった。SMIFシステムは、汚染の制御にとりわけ重要な役割を果し、130nmの集積回路および300mmのULSウェハが可能になった。プロセスの改善は、これらの技術ノードがさらに実施され、また、これらの技術ノードがさらにサブミクロンの技術ノードに向かって駆り立てられるにつれて絶えず継続するため、汚染の制御は、半導体の製造プロセスにとってますます重要になっている。したがって、技術的な進歩を可能としウェハ歩留りを向上させるSMIFシステムの改良が必要である。

【0017】

SMIFシステム、詳細にはSMIFポッドおよび前面開放統一ポッド(FOUP)のパーキングについては既に関示されているが、そのアプリケーションは、本発明以前には

10

20

30

40

50

実際的なものではなかった。パージングの代替も開示されているが、これらの受動システムにおける制御が欠乏しているため、汚染を制御するためには推奨すべきものとは言い難い。また、これらの方法は、FOUPの能動的なパージングと両立し、互いに補足し合っている。

【0018】

本発明の実施形態によれば、FOUPのパージングに関わる問題が解決され、かつ、技術的にさらに発展させることができる改良がSMIFシステムに提供される。本発明の実施形態には、100ppm総有機汚染以下、好ましくは10ppm以下の極めて純粋なパージガスが利用されている。このレベルの純度は、従来技術によるほとんどの方法が容易に達成することができなかつた純度である。しかしながら、本出願人によるガス浄化技術の革新により、前記純度のガスの可用性が容易になった。本発明の他の実施形態によれば、パージガスの流れが非瞬時方式でFOUPに導入される。これらの実施形態の教示は、従来技術で説明したパージングのアプリケーションとは両立しないものであることに留意されたい。

10

【0019】

本発明の一実施形態では、パージガス4は、パージガス6の汚染物質濃度が100ppm総有機汚染(TOC)以下、好ましくは10ppm以下になるよう、浄化器5を通して流れるようになされている。流量制御デバイス3によって、パージガス流2の流量が、乱流および乱流に起因する微粒子の流入が十分に除去される流量で、流量0の状態から所望の流量4まで増加する。パージガスは、次に、SMIFシステム1の一部であるSMIFポッド7を通して流れるようになされている。したがって、最も広義の実施形態では、本発明による方法は、極めて低い汚染レベルの影響を受けやすいデバイス、たとえば半導体ウェハまたはフラットパネルディスプレイ基板などのデバイスを処理するための輸送デバイスをパージングするための主要な障害を克服している。

20

【0020】

本発明の好ましい実施形態には、図2に示すステップが含まれている。SMIFポッド、好ましくはFOUPは、SMIFシステムまたはSMIFシステムのコンポーネント、好ましくはIsoportまたは類似のデバイスあるいはFOUP保管ラックに接続されている9。FOUPの適切な配置を保証するためには、この接続には、多点接触メカニズムの運動アライメントが必要である10。FOUPが適切に整列していない場合11、エラーメッセージが出力され、アライメントを再試行しなければならない。FOUPが適切に整列している場合、予めその動作パラメータが定義されている流量制御デバイスにデジタル信号が送信される12。この流量制御デバイス12は、デジタル圧力補償質量流量コントローラ(MFC)であることが好ましい。ガスは、次に、その純度が前記範囲内であることを保証するために浄化器を通して流れる13。FOUPとSMIFシステムの間バルブを介して純粋なガスが浄化器からFOUPに流出する。前記バルブの開閉も、たとえばAsyst Technologiesによって既に開示されているデバイスと同様、FOUPの適切なアライメントによって能動的または受動的に制御されていることが好ましい。これについては米国特許第6,164,664号およびその参考文献を参照されたい。パージガスは、入口バルブと類似したバルブを介してFOUPから流出し、この開口の下流側の適切な分析デバイスによってその汚染物質濃度がモニタされる14。溢流したガスの汚染物質濃度が定義済みのレベルに達すると、分析デバイスは、SMIFシステムにデジタル信号を送信する15。SMIFシステムは、アプリケーションに応じて様々な方法でこの信号を使用することができる。いくつかの実施形態では、この信号を記憶して追加プロセス制御を提供することができる16。好ましいIsoportまたは類似したデバイスでは、Isoportはこの信号を使用してFOUP-プロセスツールのドアを開く9。また、この信号は、FOUPを通して他の定義済みセットポイントへ流れるパージガス流を調整するべく、前記デジタルMFCが使用することも可能である12。ウェハは、通常、連続的にFOUPから除去され、かつ、FOUPへ戻されるため、パージガスを連続的にモニタすることにより14、初期の製品の環境に関する情報が常に

30

40

50

提供される。すべてのウェハがFOUPに戻ると、Isoportは、FOUP - プロセスツールのドアを閉じる9。この時点で、定義済みのセットポイントへのパージガス流を調整するための任意選択のデジタル信号をデジタルMFCに送信することができる12。パージガス中の汚染物質濃度がエンドポイントに到達するまで再度汚染物質濃度がモニタされ14、パージガス中の汚染物質濃度がエンドポイントに到達すると、輸送および/または保管のための準備がFOUPに整ったことを知らせるデジタル信号が提供される17。

【0021】

図3Aは、Isoportはその多様性のうちの1つであるロードポート310が取り付けられたプロセスツール300を示したもので、ロードポートのステージの上にFOUP 320が存在している。本発明の一実施形態では、FOUPは、プロセスツールとの接触が確立する前、プロセスツールとの接触を確立している間、および/またはプロセスツールとの接触が確立した後に、ロードポートのステージ上のポートを介してパージされる。この方法によれば、総汚染物質濃度が100ppm未満、好ましくは10ppm未満のパージガス流が、乱流および乱流に起因するパージガスの流れへの粒子の流入が十分に除去される方法でFOUPに導入される。また、図3Bは、ロードポート315が取り付けられた代替プロセスツール305を示したもので、ロードポートの上にSMIFポッド325が存在している。

【0022】

本発明は、特定のパージガスに限定されない。使用するガスの性質は、製造プロセスの要求事項に応じて変化させることができ、また、プロセスまたはツールに対する特性ともなりうる。SMIFポッドのパージは、本発明以前には実行不可能であったため、最適パージガスは当業者には知られていない。しかしながら、類似した環境をパージするために使用されているガスに対して最適と見なされている特性をFOUPのパージにも適用することができることが期待される。他の超高純度環境に広く使用されているパージガスは、窒素、アルゴン、酸素、空気およびそれらの混合物である。本発明の出願人は、最近、従来技術による実践に対して著しい利点を有していると見なされる、超高純度ガス吐出ラインおよびコンポーネントをパージするための新規なパージガスを開示した。また、その使用方法は未知であるが、前記ガスを本発明に使用することが期待されている。したがって、本発明と共に使用するための好ましいパージガスは、すべて参照により本明細書に組み込まれている米国特許出願第10/683,903号、米国特許出願第10/683,904号および国際出願第PCT/US2004/017251号に定義されている、極めて清浄な乾燥した空気(XCDA)である。

【0023】

本発明の他の実施形態によれば、パージガスは、ウェハまたは汚染の影響を受け易い他のデバイスが前記パージガスによって汚染されないようにパージされる。この広義の定義は、パージガスがSMIFポッド環境の周囲のガスより清浄である、ということである。本発明の実施形態は、SMIFポッドの環境から汚染物質を効果的に除去するパージガス(たとえば100ppm総有機汚染物質以下、より好ましくは10ppm以下のパージガス)に限定されている。

【0024】

本出願人が既に開示しているように、特定の酸素含有種をパージガスに追加することによってパージガスの有効性が改善される。詳細には、純粋な酸素または水を酸素を含有していないパージガスまたは乾燥したパージガスに追加することにより、パージされた環境から溢流したガスが所望の純度レベルに到達するまでに必要な時間が短縮される。O₂および/またはH₂Oの物理的および化学的特性が不純な表面からの有機汚染物質および他の汚染物質の脱着を促進していることが考えられる。また、フォトレジストポリマーを適切に硬化させるためのプロセスなどの特定のプロセスには、これらの酸素含有種が必要な化合物であることは当業者には知られている。したがって、本発明の特定の実施形態では、パージ後のパージガスに水および/または酸素を追加することができる。これ

10

20

30

40

50

らの実施形態では、これらの種を追加することによって上記リミット内のパージガスの純度が低下することはない。

【0025】

上で説明した本発明の実施形態は、FOUPおよび他のSMIFポッドなどのウェハ搬送コンテナのパージングを対象にしているが、本発明は、もっと広い見解で実践することができることを理解されたい。たとえば、本発明の実施形態によって説明されている方法は、ウェハのパージングおよびSMIFポッドの環境のパージングに限定されない。本発明の実施形態によって説明されている方法は、気密封止されていない任意の搬送チャンバを使用して実践することができる。また、搬送コンテナで搬送され、かつ、浄化される対象は、任意の半導体デバイス、エレクトロニクス製造コンポーネント、フラットパネルディスプレイコンポーネント、または浄化された密閉チャンバへ搬送する必要のある他の対象（たとえば高真空システムのコンポーネント）であっても良い。

10

【0026】

本発明の一実施形態によれば、方法の1つは、気密封止されていない搬送コンテナの浄化を対象にしている。この方法には、汚染物質の濃度が約100ppm以下のガスを使用して搬送コンテナをパージングするステップが含まれている。

【0027】

本発明の他の実施形態は、非気密封止搬送コンテナから密閉チャンバへの対象の搬送方法を対象にしている。この方法には、汚染物質の濃度が約100ppm以下のガスを使用して非気密封止搬送コンテナをパージングするステップが含まれている。次に、非気密封止搬送コンテナが密閉チャンバに露出される（たとえばポートとコネクタをインタフェースさせ、非気密封止搬送コンテナおよび密閉チャンバの環境を流体連絡させることによって）。最後に、非気密封止搬送コンテナと密閉チャンバの間で対象が搬送される。対象は、いずれの方向にも搬送することができる。この方法には、任意選択で、非気密封止搬送コンテナから排出されたガスの汚染物質濃度を検出するステップが含まれている。非気密封止搬送コンテナの環境は、排出されたガスの汚染物質濃度が閾値濃度レベル以下になるまで密閉チャンバの環境に露出されない。

20

【0028】

本発明の他の実施形態では、上で説明した搬送方法と同様、ガスを使用して非気密封止搬送コンテナがパージングされる。ガス中の汚染物質の濃度は2ppb未満である。また、この汚染物質の濃度は十分に小さく、したがって、非気密封止搬送コンテナに露出された後の密閉チャンバ内の汚染物質露出濃度は、非気密封止搬送コンテナがパージングされていない場合に期待される濃度より小さい。

30

【0029】

本発明の他の実施形態は、半導体デバイスを搬送するためのシステムを対象にしている。このシステムは、汚染物質の濃度が約100パートパートリリオン以下のガスを使用してパージングされる非気密封止搬送コンテナを備えている。このシステムは、さらに、非気密封止搬送コンテナと連絡している密閉チャンバを備えており、密閉チャンバと搬送コンテナの間で半導体デバイスを搬送することができる。このような実施形態は、非気密封止搬送コンテナと密閉チャンバの間で搬送すべき対象が必ずしも半導体デバイスに限定されない拡大コンテキストの中で実践することも可能である。

40

【0030】

本発明の他の実施形態では、2つの環境の間で対象を搬送するためのシステムは、搬送コンテナおよび密閉チャンバを備えている。搬送コンテナは、汚染物質の濃度が約100パートパートリリオン以下のガスを使用してパージングされる非気密封止コンテナである。密閉チャンバは、非気密封止搬送コンテナに接続されている。密閉可能ドアが閉じると、密閉チャンバの環境と非気密封止搬送コンテナの環境が分離される。任意選択で検出器を備えている。この検出器は、非気密封止搬送コンテナから排出されるガスの汚染物質濃度を識別するようになされている。この検出器は、汚染物質の濃度が閾値レベル以下の場合、密閉可能ドアを開けるコントローラに信号を送信するようになされている。密閉可能

50

ドアが開くと、非気密封止搬送コンテナと密閉チャンバの間で、ウェハまたは他の半導体デバイスなどの対象を通過させることができる。

【0031】

前述の実施形態と共に使用される密閉チャンバは、外部環境から気密封止された内部環境を備えたチャンバを備えている。このようなチャンバは、ガスを通さない壁（たとえばステンレス鋼）を使用して構築されている。したがって、チャンバに流入する汚染物質のリークは、他の環境に接続しているポートに制限される。密閉チャンバは、半導体プロセスツール、たとえばフォトリソグラフィツールおよび他の拘束容器を備えている。拘束容器は、真空条件または他の条件を開放大気から分離された状態に維持することができる。

【0032】

本発明の実施形態と共に使用される搬送コンテナは、FOUPまたは他のタイプのSMIFポッドに限定されない。搬送コンテナは、プラスチック、たとえばポリカーボネートまたはポリプロピレンなどの材料を使用して構築することができる。搬送コンテナは、気密封止されていないため、搬送コンテナによって囲われた環境中に汚染物質が固着する可能性がある。また、プラスチックを利用する場合、プラスチックからのガス放出によって搬送コンテナ内の環境がさらに汚染される可能性がある。もう一つの汚染源は、搬送コンテナによって搬送される対象である。たとえばウェハは搬送中にガスを放出し、また、かなりの量の汚染物質を搬送コンテナ環境に脱着することがある。したがって、本発明の実施形態によれば、このような搬送チャンバの環境およびその含有物を浄化することができる。

【0033】

本発明の実施形態と共に使用されるパージガスから除去される汚染物質は、炭化水素などの有機物に限定されず、高純度処理環境に関連する一連の汚染物質が含まれている。汚染物質の他の例には、アミン、有機リン酸エステル、シロキサン、無機酸およびアンモニアがある。これらのあらゆる汚染物質またはそれらの混合物をパージガスから除去しなければならない。また、搬送チャンバをパージングしている間にこのような汚染物質を除去することも可能である。

【0034】

上で説明した実施形態の搬送コンテナのパージングに使用されるガスには、SMIFポッドおよびFOUP浄化実施形態で既に言及したガスのうちの任意のガスが含まれている。パージガスのタイプには、空気（たとえばXCDA）、酸素、窒素、水、希ガス（たとえばアルゴン）およびこのようなガスの混合物がある。

【0035】

本発明の実施形態による、搬送コンテナを十分にパージングして、密閉チャンバの環境に有害な汚染をもたらすことなく密閉チャンバへの露出を許容する能力は、パージガス中の汚染物質の濃度レベルによって左右される。本発明の実施形態には、汚染物質の濃度のレベルが約100ppt以下のパージガスが利用されている。本発明のいくつかの実施形態では、汚染物質の濃度は約10ppt以下であり、他の特定の実施形態では約1ppt以下である。また、さらに他の特定の実施形態では約500パートパークワドリオン以下である。

【0036】

また、搬送コンテナの環境の純度、延いては搬送チャンバの含有物に露出された後の密閉チャンバの純度は、搬送チャンバに流れるパージガスの流量によっても左右される。本発明の実施形態に利用されているパージガスの流量は、毎分約300標準リットル（slm）未満であり、特定の実施形態におけるガスの流量は、約3slmと約200slmの間である。

【0037】

本発明の関連する実施形態では、搬送コンテナをパージングする際に、搬送コンテナの微粒子汚染を抑制し、延いては露出された密閉チャンバの微粒子汚染を抑制するために、特定の方法でパージガスの流れを導入することができる。パージガスの流れは、階段方式

10

20

30

40

50

または実質的に瞬時方式で導入される場合とは異なり、実質的に流れていない状態から所望の流量まで徐々に増加される。この流れは、当業者には理解されるように、圧力補償質量流量コントローラ（MFC）を利用することによって、もしくは圧力コントローラをガスを導入するための較正済みオリフィスと共に利用することによって、または高純度チャンバに流れるガスの流量を制御するための他の任意のメカニズムを利用することによって達成することができる。パージガスをこのように制御された方法で導入することにより、攪乱ガス流の展開が抑制され、かつ、場合によっては微粒子の輸送を促進する渦が抑制され、延いては搬送チャンバの微粒子汚染が抑制される。

【0038】

本発明の代替実施形態は、1つまたは複数の非気密封止搬送コンテナを保持する搬送コンテナを利用することができる。たとえば、この搬送コンテナは、図8Aおよび8Bに示すように、1つまたは複数のFOUPあるいは他のタイプのSMIFポッドを備えたストッカ800であっても良い。ストッカは、後に続くFOUPの含有物の密閉チャンバへの分配のために、ツールの環境に挿入される25個のFOUPを支えることができる。このような例の場合、このような搬送コンテナに利用されるパージガスの流量は、約100slmから約10,000slmまでの範囲にすることができる。このような実施形態を使用することにより、パージングされたストッカに支配されないFOUPに対して、FOUPの含有物を長時間にわたって汚染から保護された状態に維持することができる。たとえば、Cu付着プロセスのコンポーネントをこれらのコンポーネントが汚染によって劣化するまでの間に空気に露出することができるのは、せいぜい16時間である。ストッカに収納されたFOUPに配置した場合、同じ劣化が生じるまでの間に経過する日数は場合によっては約2日である。

【0039】

以下の実施例は、本発明のいくつかの実施形態の特定の態様を例示したものである。これらの実施例は、利用されている本発明の何らかの特定の実施形態の範囲を限定するものではない。

【実施例1】

【0040】

FOUP大気試験

静的条件の下でXCDAパージを使用して、FOUP450の大気の炭化水素汚染物質が調査された。図4は、FOUP汚染試験のための実験セットアップを示したものである。パージガスの流量は、質量流量コントローラ410を使用して5slmに維持された。Aeronex CE500KFO4Rガス浄化器（Mykrolis Corporation、Massachusetts州Billerica所在）420を使用して、乾燥した清浄な空気（CDA）のガスが浄化され、汚染物質の濃度が1ppt未満のパージガスが生成された。真空ポンプ430を冷却トラップ440の下流側に使用してサンプルが収集された。ベンゼン、トルエン、エチルベンゼンおよびキシレンの複合汚染物質セット（BTEX）の較正曲線を使用して汚染物質の濃度が計算される場合に、圧力および流量の差が考慮された。

【0041】

図5は、FOUP実験の結果を示したものである。静的条件の下では、XCDAパージを開始する前のFOUP内の複合非メタン炭化水素（NMHC）濃度は71ppbであった。FOUP内で多相平衡に到達すると、平均複合総炭化水素（THC）濃度は、パージガスの下で357pptであった。

【実施例2】

【0042】

ロードポートおよびFOUP試験

図6に示す実験システムは、もう1つの試験を実行するために使用されたものである。次の4つの位置で炭化水素汚染の濃度が測定された。（i）ロードポート引渡しシステムの出口、サンプルはテフロン（登録商標）配管までのハード配管によって取得された（図6

10

20

30

40

50

の位置 6 1 0 参照)。(ii) F O U P クイックコネクトを介したロードポートの出口(図 6 の位置 6 2 0 参照)。(iii) パージ入口フィルタ部分の F O U P の内側(図 6 の位置 6 3 0 参照)。(iv) パージのないバルクバックグラウンドを測定するための F O U P の内側(図 6 の位置 6 4 0 参照)。

【 0 0 4 3 】

図 6 の位置 6 1 0、6 2 0 および 6 3 0 におけるパージガスの流量は、M F C を使用して 2 5 s l m に維持された。A e r o n e x C E 5 0 0 K F O 4 R ガス浄化器(M y k r o l i s C o r p o r a t i o n、M a s s a c h u s e t t s 州 B i l l e r i c a 所在)を使用して C D A ガスが浄化され、汚染物質の濃度が 1 p p t 未満の浄化されたパージガスが生成された。このガスの流れが許容されたのは、複数のロードポートガス出口のうちの一つのみである。静的条件の下で F O U P の T H C 濃度レベルを測定している間(位置 6 4 0)、ガスの流れは停止された。p p t 濃度レベルまでの炭化水素の測定には、濃度方式が使用された。

10

【 0 0 4 4 】

測定(i)の場合、G C / F I D に直接テフロン(登録商標)配管が接続された。この試験の間、背圧調整器を使用して 3 0 p s i g の圧力に維持され、また、サンプル流量は、M F C を使用して 0 . 7 5 s l m に維持された。

【 0 0 4 5 】

図 6 の位置 6 2 0、6 3 0 および 6 4 0 ではハード配管接続することができないため、これらの位置でサンプリングすることができるよう、特注のステンレス鋼シュラウドが構築された。サンプリングシュラウドによって F O U P およびロードポートへの接続が可能になり、それにより G C / F I D にサンプルを送ることができた。位置 6 2 0、6 3 0 および 6 4 0 でサンプルを収集するためには、G C / F I D の下流側にポンプを使用する必要があった。したがって、B T E X 較正曲線を使用して濃度が計算される場合、圧力および流量の差を考慮する必要があった。

20

【 0 0 4 6 】

表 1 は、ロードポートおよび F O U P 試験の結果を、様々な位置で測定した汚染物質炭化水素($C_{H C s}$)の平均濃度の形で要約したものである。表に示すように、位置 6 1 0 は重大な汚染源ではない。

【表 1】

30

測定	分析ポイント	平均 $C_{H C s}$ (ppt)
(i)	テフロン	6
(ii)	テフロンおよびロードポート	236
(iii)	テフロンおよびロードポート+F O U P	248
(iv)	F O U P (静的)	224010

表 1 ロードポートおよび F O U P 試験結果の要約

【実施例 3】

【 0 0 4 7 】

40

ウェハ保管実験

図 7 は、静的条件および様々なパージガス条件の下での F O U P 環境への露出によるウェハの汚染を測定するために使用された実験セットアップを略図で示したものである。このセットアップの主な目的は、炭化水素の脱着に先立つ周囲環境へのウェハの露出を除去することであり、したがってウェハに対するすべての汚染が F O U P 環境から直接導かれることになる。

【 0 0 4 8 】

実験の間、M F C 7 1 0、7 1 1 および 7 1 2 を使用して空気の流量が維持された。この空気は、A e r o n e x C E 5 0 0 K F O 4 R 浄化器 7 2 0 および 7 2 1 を使用して浄化され、汚染物質の濃度が 1 p p t 未満の X C D A ガス流が提供された。サンプル測定

50

のための計器へのガス流は、背圧調整器 730 を使用して 30 psig に加圧された。FOUP 740 は気密封止されていないため、FOUP 740 へのガス流は大気圧であった。ウェハチャンバ 750 は、ステンレス鋼から構成された。ロタメータ 760 を使用して、FOUP 740 からウェハチャンバ 750 への流れが決定された。ウェハチャンバの動作温度は、環境チャンバ 770 を使用して維持された。GC/FID 780 を使用してガスサンプル中の炭化水素が測定された。冷却トラップを使用して ppt 濃度レベルの炭化水素が測定された。冷却トラップ方式の検出下限 (LDL) は 1 ppt である。GC/FID 780 を流れるサンプル流量は、MFC 712 を使用して 0.75 slm に維持された。FOUP と GC/FID の間の配管およびバルブ V1 から V5 は、スルフィナート (Sulfinert) でコーティングされている。

10

【0049】

3 つの異なる条件でウェハの汚染が測定された。

1. 7 日間静的状態におかれた FOUP
2. XCDA を使用して 7 日間パージングされた状態の FOUP
3. UHP CDA を使用して 7 日間パージングされた状態の FOUP

【0050】

これらの 3 つのすべての測定の間、バルブ V5 は、XCDA ガスがバルブ V4 の下流側の配管をパージングさせるために開いた状態で放置された。測定 1 では、FOUP の入口にキャップがかぶせられた。ウェハチャンバを FOUP の環境に露出させるためにバルブ V1 が開かれ、かつ、バルブ V2、V3 および V4 が閉じられた。測定 2 および 3 の場合、パージガスが FOUP を通って 5 slm で流れるよう、バルブ V1 および V3 が開かれ、かつ、バルブ V2 および V4 が閉じられた。ウェハチャンバを通して流れ、ベントへ流出するパージガスの流量は、約 3.0 slm ないし約 3.5 slm であった。ロタメータを使用して、FOUP を通ってウェハチャンバへ実際に流れるガスの量が決定された。これらの 3 つの測定毎の 7 日間の試験期間の後、ウェハチャンバが隔離され、150 に加熱された。温度が 150 に到達すると、バルブ V5 を閉じ、かつ、バルブ V2 および V4 を開いてサンプルが収集された。サンプル収集とサンプル収集の間、解放されたすべての炭化水素を測定のために捕獲することができるよう、ウェハチャンバが隔離された。

20

【0051】

表 2 は、これらの 3 つの測定の結果を、ウェハから収集した非メタン炭化水素 (NMHC) の総体積の形で要約したものである。

30

【表 2】

実験条件	ウェハ汚染(nl)
静的	421.817
XCDA/パージガス	70.241
UHP CDA/パージガス	1096.621

表 2 ウェハ保管実験の要約

【0052】

この実験の結果は、ウェハの表面からの炭化水素を制限し、かつ、除去するためには、XCDA パージガス条件の方が静的条件および UHP CDA パージガス条件より有効であることを示している。この方法の場合、UHP CDA パージガス中に存在している炭化水素のため、静的条件の場合よりも多くの炭化水素がウェハに堆積している。UHP CDA パージング条件の実施に先立って測定された UHP CDA の炭化水素濃度は 15 ppt であった。したがって、パージングされていないガスを使用したパージングは、ウェハが炭化水素でさらに汚染されることになり、炭化水素汚染は防止されない。

40

【0053】

以上、本発明について、本発明の好ましい実施形態を参照して詳細に示し、かつ、説明したが、特許請求の範囲に包含されている本発明の範囲を逸脱することなく、本発明の形態および細部に様々な変更を加えることができることは当業者には理解されよう。

50

【図面の簡単な説明】

【0054】

【図1】本発明の広義の実施形態におけるプロセスフローを示す図である。

【図2】センサからのフィードバックを組み込んだ本発明の好ましい実施形態におけるプロセスフローを示す図である。

【図3A】プロセスツールに接続されたIsoportのステージ上の、本発明の一実施形態による方法によってパージングすることができるFOUPを示す図である。

【図3B】プロセスツールに接続されたIsoportのステージ上の、本発明の一実施形態による方法によってパージングすることができるSMIFポッドを示す図である。

【図4】FOUP内の汚染レベルの試験に使用され、いくつかの測定に本発明の一実施形態による方法が利用された実験セットアップを示す略図である。

10

【図5】2つの異なる試験条件におけるFOUP内の汚染物質濃度の結果を示すグラフであり、そのうちの1つには、本発明の一実施形態による方法が利用されている。

【図6】FOUPがIsoportに接続されたシステムの様々な位置における汚染レベルの試験に使用され、いくつかの測定に本発明の一実施形態による方法が利用された実験セットアップを示す略図である。

【図7】異なるシステム構成および環境条件におけるウェハチャンバ内の総汚染レベルの調査に使用され、いくつかの測定に本発明の一実施形態による方法が利用された実験セットアップを示す略図である。

【図8A】本発明の一実施形態によるストックの概観図である。

20

【図8B】本発明の一実施形態によるストックの横断面図である。

【図1】

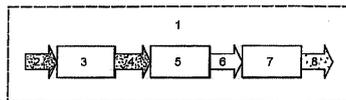


FIG. 1

【図3B】

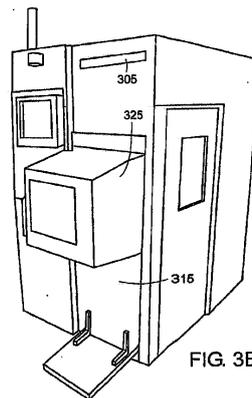


FIG. 3B

【図2】

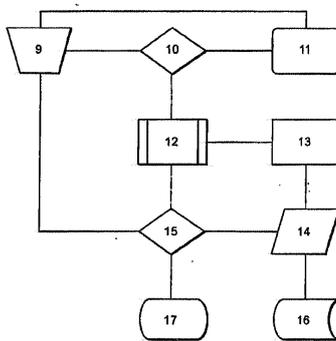


FIG. 2

【図3A】

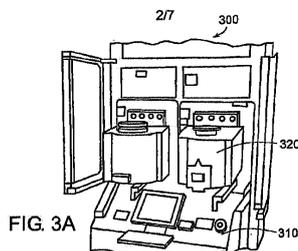


FIG. 3A

【 図 4 】

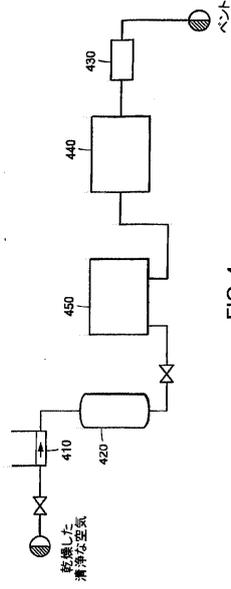


FIG. 4

【 図 6 】

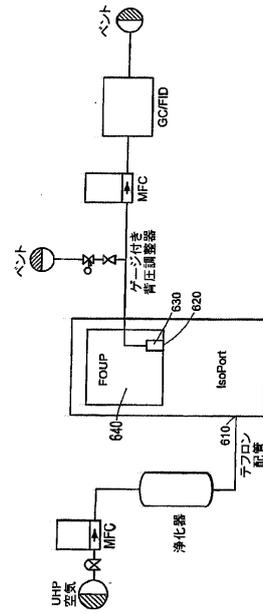


FIG. 6

【 図 5 】

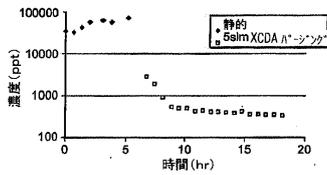


FIG. 5

【 図 7 】

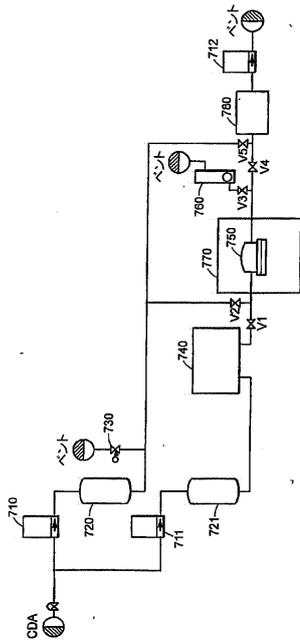


FIG. 7

【 図 8 A 】

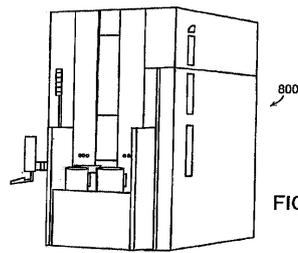


FIG. 8A

【 図 8 B 】

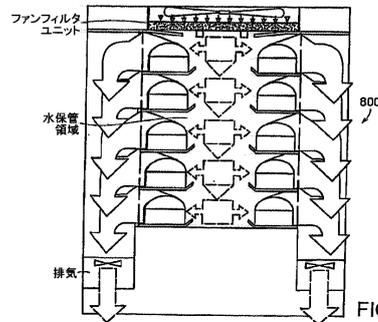


FIG. 8B

フロントページの続き

(74)代理人 100124855

弁理士 坪倉 道明

(72)発明者 スピーゲルマン, ジェフリー・ジェイ

アメリカ合衆国、カリフォルニア・92130、サン・デイエゴ、メドウズ・デル・マー・5289

(72)発明者 アルバレス, ダニエル, ジュニア

アメリカ合衆国、カリフォルニア・92126、サン・デイエゴ、ブラック・マウンテン・ロード・10908、ナンバー・1

(72)発明者 ホルムズ, ラッセル・ジェイ

アメリカ合衆国、カリフォルニア・92071、サンテイー、ラムソン・ドライブ・8437

審査官 大嶋 洋一

(56)参考文献 特表2002-510150(JP, A)

特開2002-359180(JP, A)

特開2002-313903(JP, A)

特開2002-261159(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/02

B65G 49/00

H01L 21/677