

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4139112号
(P4139112)

(45) 発行日 平成20年8月27日 (2008. 8. 27)

(24) 登録日 平成20年6月13日 (2008. 6. 13)

(51) Int. Cl.

F I

B 0 5 B 7/30 (2006.01)

B 0 5 B 7/30

請求項の数 7 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2002-21269 (P2002-21269)
 (22) 出願日 平成14年1月30日 (2002. 1. 30)
 (65) 公開番号 特開2002-355584 (P2002-355584A)
 (43) 公開日 平成14年12月10日 (2002. 12. 10)
 審査請求日 平成17年1月20日 (2005. 1. 20)
 (31) 優先権主張番号 09/772688
 (32) 優先日 平成13年1月30日 (2001. 1. 30)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 501208718
 エムエスビー・コーポレーション
 アメリカ合衆国ミネソタ州55414, ミ
 ネアポリス, フィフス・ストリート・サウ
 ス・イースト 1313, スイート 20
 6
 (74) 代理人 100089705
 弁理士 社本 一夫
 (74) 代理人 100076691
 弁理士 増井 忠武
 (74) 代理人 100075270
 弁理士 小林 泰
 (74) 代理人 100080137
 弁理士 千葉 昭男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 粒子を表面上に堆積させる堆積装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

エーロゾル中で運ばれる粒子を堆積チャンバ内で基板の表面上に堆積させる堆積装置において、固体粒子を含む液滴を形成する噴霧状液体を排出する噴霧ノズルと、前記噴霧ノズルから隔てて配置されエーロゾルが吹き付けられる衝突プレートと、乾燥ガスの供給源とを備え、前記衝突プレートは、流体の流れ中にエーロゾルを排出する前に、選択された寸法以上の液滴を除去し得るように配置され、前記乾燥ガスの供給源は、堆積チャンバにより受け取られるべき前記流体の流れ中の液滴を蒸発させて乾燥ガスと固体粒子からなる前記流体の流れを形成するように接続されているウエハ堆積装置。

【請求項 2】

請求項 1 の堆積装置において、前記流体の流れは、流路 (41) 内で運ばれ、前記エーロゾルを第一の流路 (42A) 及び第二の流路 (12) に選択的に向ける弁を流路内に備え、前記第二の流路 (12) は、堆積チャンバ (110) へ排出されるものとして、選択された寸法の粒子を得るための微分型電気移動度測定器 (13) を有する堆積装置。

【請求項 3】

請求項 2 の堆積装置において、前記第二の流路 (12) は、前記第二の流路に向けられたエーロゾルを 2 つの別個の流れに分割する接続部 (41J) を備え、前記第二の流路 (12) は、前記堆積チャンバに供給される粒子の分級のための微分型電気移動度測定器に向かう第一の流れを運び、第二の流れは、粒子を除去するために内部にフィルターを備えたシース流路 (48) 内で運ばれ、前記微分型電気移動度測定器に接続され、微分型電気

10

20

移動度測定器へのガスのシース流れを提供する堆積装置。

【請求項 4】

閉鎖された堆積チャンバ内で粒子をウエハ上に堆積させるウエハ堆積装置において、固体粒子を含む液滴を有するエーロゾルを形成するための噴霧装置と、前記噴霧装置を前記堆積チャンバに接続する第一の流路と、乾燥ガスの供給源とを備え、前記乾燥ガスの供給源は、堆積チャンバにより受け取られるべき前記流体の流れ中の液滴を蒸発させて乾燥ガスと固体粒子からなる前記流体の流れを形成するように接続されており、前記第一の流路は、真空ポンプに通じる分岐流路を有し、前記分岐流路は、堆積チャンバの隣の前記第一の流路に接続され、第一の状態においては、第一の流路内の流れを真空ポンプに向け、第二の状態においては、前記分岐流路を閉じてエーロゾルの流れを堆積チャンバに向ける弁を備えるウエハ堆積装置。

10

【請求項 5】

請求項 4 の堆積装置において、前記噴霧装置は、出口にノズルを備え、前記噴霧装置からの排出前に大きい粒子をエーロゾルから除去するための、ノズル出口と整合して取り付けられた衝突プレートを備える堆積装置。

【請求項 6】

請求項 4 の堆積装置において、前記噴霧装置は、エーロゾル発生器を備え、該エーロゾル発生器は、出口流路と、前記第一の流路に接続されエーロゾル発生器からの出口流路内の粒子を分級する微分型電気移動度測定器とを備え、該微分型電気移動度測定器は、選択された寸法の粒子が第一の流路を通じて堆積チャンバに向けられることを許容するようにした堆積装置。

20

【請求項 7】

請求項 6 の堆積装置において、第二の微分型電気移動度測定器を有し、該第二の微分型電気移動度測定器は、第一の前記微分型電気移動度測定器と異なる寸法範囲の前記第一の流路に向かう粒子を提供するようにされ、シースガスの流れを制御し且つ微分型電気移動度測定器の各々に選択的に粒子を運ぶエーロゾルを制御する弁を有する堆積装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、正確な寸法の粒子又は球が表面上に堆積するように、堆積チャンバに供給される液滴の寸法及び濃度を調節するエーロゾル発生装置から粒子が供給される、粒子を表面上に堆積させる方法及び装置に関する。

30

【0002】

その後、半導体ウエハのような、基板上に堆積させるため、その他の粒子に加えて、ポリスチレンラテックス (P S L) 球又は粒子を保持するエーロゾルを発生させるべく空圧式噴霧装置がしばしば使用される。粒子は、懸濁物を形成し得るように、脱イオン水のような液体中に最初に懸濁させる。次に、上の懸濁物を噴霧して液滴を形成する。液滴が蒸発すると、 P S L 球又は粒子は空中粒子となる。 P S L 球又は粒子の発生量は、噴霧装置の液滴発生量及び液滴が P S L 球又は粒子を含む可能性の関数である。

【0003】

40

【従来の技術】

空圧式噴霧装置により発生される液滴は、通常、 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 以下乃至 $10\text{ }\mu\text{m}$ 以上の広い寸法の分布範囲を有する。大きい液滴は、1つ以上の P S L 球又は粒子を含む可能性が大である。液滴が1つ以上の P S L 球又は粒子を含むならば、その液滴はマルチプレット (m u l t i p l e t) と称される。マルチプレットは、所望であるよりも多量の P S L 粒子を提供する。

【0004】

何らの粒子も含まない液滴は、空の液滴と称される。空の液滴が蒸発すると、この液滴は、噴霧した溶液中に融解した非気化性の不純物の析出に起因する残留粒子を形成する。例えば、P S L 懸濁液を作成するため、懸濁した P S L 球が凝固するのを防止するため界面

50

活性剤がしばしば使用される。この界面活性剤は、残留粒子の発生源の1つである。残留粒子の寸法は、液滴の寸法及び噴霧溶液中の非気化性不純物の濃度に依存する。非気化性不純物の所定の濃度のとき、残留粒子の寸法は、液滴の寸法に直接比例している。

【0005】

P S L又は粒子の堆積のためには、マルチプレット及び残留粒子は、常に望ましくない。特殊な噴霧装置は、大きい寸法の液滴を除去することにより、マルチプレットの形成及び残留粒子の寸法を最小にする。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、基板、特に半導体ウエハ上に粒子を堆積させる装置に関するものである。本発明は、ウエハ上に堆積される望ましくない材料の量が最小であり、また、エーロゾルの液滴の各々が1つの球又は粒子のみを含むことを保証する。残留物は最小になり、均一な堆積が行なわれる。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明は、1つの面において、特定の寸法範囲内の液滴のみを噴霧し、また、噴霧装置からの液滴が堆積すべき所望の材料の1つの粒子のみを含むような寸法であることを保証する噴霧装置を提供する。このようにして、空の液滴は防止され、また、マルチプレット、すなわち、1つ以上の粒子を含む液滴も防止される。

【0008】

適正な寸法の粒子のみを放出するように調節することのできる差動移動度分析器が利用されて、1寸法の粒子であることを保証する。

エーロゾル中の粒子の密度及び流量を点検するため、色々な形態の装置が含まれている。流れ流路は、必要に応じて清浄なガスをエーロゾルの流れに追加することを許容し、また、堆積前工程は、堆積チャンバに隣接する接続部にてエーロゾルの流量を確立し、次に、堆積チャンバに切り換えることを許容する。この方法は、堆積サイクル間の時間を短縮する。

【0009】

【発明の実施の形態】

図1を参照すると、ウエハ堆積装置の全体の概略図が全体として、参照番号10で示しており、エーロゾルを管12に沿って微分型電気移動度測定器13に供給する、エーロゾル発生器又は噴霧装置部分11を備えており、該分析機13は、寸法に応じてエーロゾル粒子を分級し、その分級された粒子を管系14に沿って、全体として参照番号15で示した堆積チャンバまで進める。チャンバ15は、エーロゾル中で運ばれた粒子をウエハ上に堆積させるために使用される。堆積チャンバは、当該技術分野にて周知である。管を通る流体の流れは、エーロゾル発生器の正の圧力により及び真空ポンプにより提供される。真空ポンプ16は、堆積チャンバを排気するために使用されないが、管内を通り且つ粒子カウンタを通る最小の流れを確立するためには使用される。

【0010】

個々の部分は、該個々の部分に関して説明するように、弁、流れコントローラ、圧力調節装置等を備えている。

図2には、噴霧装置部分11が図示されている。清浄な乾燥ガスの供給源17は、圧力調節装置18、体積流れコントローラ19及び三方向弁21を通してガスを全体として参照番号20で示した噴霧装置に供給する。体積流れコントローラ19は、圧力調節装置18から噴霧装置20への体積流れを制御する。流れは釣合わされ、また、清浄なガスを追加し且つ噴霧装置の出力と混合させることができる。

【0011】

図3に図示するように、噴霧装置20は、流れコントローラ18からの空気又はガスの入口通路23Aを有する本体23を備えている。この流れは、オリフィス23Dを通して噴霧チャンバ又はノズル23Bに流れ、容器からの噴霧液体23Lは、このチャンバ又はノ

10

20

30

40

50

ズル 2 3 B 内に吸引される。液体は、チャンバ又はノズル 2 3 B 内で液滴に分解される。衝突プレート 2 2 を噴霧装置ノズル 2 3 B の出口に隣接し且つ該出口から隔てて設置し、衝撃力により大きい液滴を除去する。衝突プレート 2 2 は、所望であるならば、環状帯又は壁とすることができる。

【 0 0 1 2 】

出力液滴の寸法及び体積を決定する 3 つのパラメータは、入口通路 2 3 A と噴霧装置ノズル 2 3 B との間のオリフィス又は通路 2 3 D の寸法、ノズル 2 3 B の直径、ノズル 2 3 B の出口開口部及び衝突プレート 2 2 からの距離である。オリフィス 2 3 D の直径は、参照符号 D 1 で示してあり、且つ矢印 2 4 で表示し、出力出口 2 3 B の直径は参照符号 D 2 で識別し且つ矢印 2 6 で表示してある。ノズル 2 3 B の出口から衝突プレートの表面までの距離は、参照番号 D 3 として識別し且つ矢印 2 8 で表示してある。噴霧オリフィス 2 3 D は、噴霧ガスの全体の流れを制御する。D 1 が一定であるとき、寸法 D 2、ノズル 2 3 B の出口直径を縮小し且つ寸法 D 3 を縮小すると、ノズル出口から衝突プレート表面までの距離の結果、出力液滴の寸法はより小さくなる。D 2、D 3 を選択的に変更することにより、噴霧装置により発生される液滴の寸法を調節することができる。液滴の寸法は、液滴の各々が 1 つの P S L 粒子を含むように選ばれる。また、P S L 粒子の寸法も調節され、空の液滴及びマルチレットが共に零であるという目的を達成することができる。異なる型式の粒子の場合、この目的はまた、オリフィス 2 3 D、噴霧ノズル 2 3 B 及びノズルから衝突プレートまでの距離を適正に寸法決めすることにより実現することもできる。

【 0 0 1 3 】

図 3 の噴霧装置 2 0 及びその他の噴霧装置より発生されたエーロゾルは、通常、空気である飽和ガス中で運ばれる液滴から成っている。液滴を蒸発させる 1 つの方法は、エーロゾル液滴を乾燥ガス又は空気と混合させることである。図 2 を参照すると、供給源 1 7 及び体積流れコントローラ 1 9 からの清浄な乾燥ガスを接続部 3 0 にて 2 つの流れに分割する。噴霧ガスは三方向弁 2 1 内に流れる。混合ガスの流れは、オリフィス 3 4 を備える混合流れ制御装置を通して管 3 2 に沿って接続部 3 0 から偏向させる。三方向弁 2 1 の 1 つのポートは、噴霧装置 2 0 の入口に選択的に接続され、弁 2 7 の他のポートは、釣合い流れ制御オリフィス 4 0 を有するバイパス管 3 8 に選択的に接続される。噴霧装置からの出力管、管 3 2 及び管 3 8 は接続部 2 0 J にて合わさる。

【 0 0 1 4 】

エーロゾルを発生する間、三方向弁 2 1 は、噴霧装置 2 0 の入口通路 2 3 A に接続されて、エーロゾル液滴を発生させる。次に、エーロゾル液滴は、混合流れ制御オリフィス 3 4 から清浄な乾燥空気 / ガスの制御された量と混合する。噴霧装置 2 0 を遮断すべきであるならば、弁 2 1 は、流れを釣合い流れ制御オリフィス 4 0 を通って送る。

【 0 0 1 5 】

入口通路 2 3 A、オリフィス 2 3 D 及び噴霧装置 2 0 のノズル 2 3 B を通る三方向弁 2 1 からの流れは、液体及び粒子供給源 2 3 L から P S L 粒子（又はその他の粒子）を含む液体を吸引することにより、エーロゾル液滴を発生させる。次に、エーロゾル液滴は、混合流れ制御装置から接続部 2 0 J にて提供される清浄な乾燥空気又はその他のガスと混合する。混合後、液滴は蒸発し、堆積させるための P S L 球又は粒子のエーロゾルを形成する。3 つの流れ、すなわちエーロゾルの流れ、混合流れ、釣合い流れを制御する 1 つの方法は、適正な寸法としたオリフィスを使用することである。混合流れに対する制御オリフィス 3 4、噴霧流れに対するオリフィス 2 3 D 及び釣合い流れに対するオリフィス 4 0 は次のような寸法とされている、すなわち、三方向弁 2 1 が液体を噴霧する噴霧装置に又は釣合い流れの制御オリフィスに対し入力流れを提供するかどうかに関係なく、清浄な乾燥ガス又は空気が所定の圧力するとき、エーロゾル発生器を通して管 4 1 に流れる全流れが一定であるような寸法とされる。弁 2 1 を動かして管 3 8 に対する流れを提供するとき、噴霧流れは遮断される。

【 0 0 1 6 】

管 4 1 内で噴霧装置からの出力は、三方向弁 4 2 を通って流れる。弁 4 2 は、寸法分級

部分をバイパスする管 4 2 A に沿ってエーロゾルを偏向させることができる。弁 4 2 の通常の作動位置は、エーロゾルを管 1 2 の接続部 4 1 J まで送り（図 1 参照）、この接続部にて所望の流れが微分型電気移動度測定器 1 3 に流れる。

【 0 0 1 7 】

管 1 2 は、エーロゾルを脱イオン化し且つ粒子からの電荷を減少させる電荷中性化装置 4 6 のみならず、管内に流れ制御オリフィス 4 4 を有している。管 1 2 は、接続部 4 1 J にてフィルタ 5 0 を通る管 4 8 及び流れ制御絞り装置 5 2 に分岐する。流れ制御絞り装置 5 2 は、オリフィスとして図示されているが、体積流れ制御装置とすることも可能である。流れ制御絞り装置は、管 4 8 を通じ且つフィルタ 5 0 を偏向させたエーロゾルの体積を全流れ及び DMA 1 3 に供給された流れの関数として制御する。管 4 8 内の圧力を感知し且つ該圧力を適正に調節された値に保つ圧力センサ 5 4 が使用され、また、温度センサ 5 6 も利用される。これらのパラメータは、DMA に対する入力を制御するフィードバックとして利用される。管 4 8 は、微分型電気移動度測定器 のシース流れ入力に接続されて、DMA シース流れと称される流れを提供する。フィルタ 5 0 は、エーロゾル中の粒子の殆どを除去し、このため、シース流れは実質的に清浄なガスである。

10

【 0 0 1 8 】

管 1 2 内のエーロゾルを DMA の中心に噴射する。DMA は所望の寸法の粒子のみを排出する。DMA は、堆積チャンバに提供すべき粒子が 1 つの寸法であること、すなわち、単一分散状態にあることを保証するために使用される。

【 0 0 1 9 】

20

微分型電気移動度測定器 (DMA) 1 3 は図 4 に詳細に図示されており、該分析機は、粒子が単一分散状態の粒子であるように粒子を分級する作用を果たす。DMA 1 3 は、噴霧装置 2 0 からの分割された流れが通ることのできる管状ハウジング 6 2 を備えており、該管状ハウジングは、管 1 2 からのエーロゾルの流れに加えて、上述した管 4 8 からのシース流れも含んでいる。図 4 のブロック 6 4 で示したエーロゾルの流れは、ハウジング 6 2 のポート 6 6 に入り且つハウジング 6 2 の内面と流れ分配器 7 2 との間に形成された環状通路 6 8 を通って下方に流れ、この流れ分配器は、エーロゾルの流れ通路を提供し得るように外側ハウジングから隔てられたスリーブであり、また、管状電極である中央電極 7 0 を取り巻いている。このように、エーロゾルの流れは、管状の中央電極 7 0 を取り巻き且つ該管状の中央電極 7 0 から隔てられている。エーロゾルは流れ分配器スリーブ 7 2 の外側に沿って下方に流れ、エーロゾルはハウジング 6 2 を内面に沿った位置に止まる。管 1 2 からのシース流れ（ブロック 6 5 で図示）は、ポート 7 4 を通じて導入され且つ高電圧源に接続された高電圧電極 7 8 を有する絶縁体スリーブ 7 6 の中央通路 7 7 を通って下方に流れ、この高電圧電極は中央通路を通して伸び且つ管状の高電圧電極 7 0 に接続する。

30

【 0 0 2 0 】

シース流れは通路 7 7 を通って下方に流れるため、その流れは、流れ分配器 7 2 の内部に配置され且つ管状電極 7 0 の面に沿って下方に流れ、電極を取り巻く清浄な空気のシースを提供する。エーロゾル粒子は、DMA ハウジング 6 2 の入口端部 6 6 から出口まで移動するとき、低レベルの電荷を運び、正確な寸法の粒子が吸引されて電極の側壁の参照番号 8 2 で示した開口部に入り、次に、管状電極 7 0 の端部片 8 6 の中央通路 8 4 を通じて排出されるように電極 7 0 の電圧が設定される。選ばれた寸法の粒子は、管 8 8 を通って排出される。DMA の出力は単一分散状態のエーロゾル、すなわち 1 つの寸法の粒子のみを有するエーロゾルである。電源 8 0 からの電圧は開口部 8 2 に入る粒子の寸法を制御し、また、設定電圧時、1 つの寸法のみ粒子が通路 8 4 及び管 8 8 を通るようにする。

40

【 0 0 2 1 】

開口部 8 2 を通る粒子と相似する寸法の粒子を保持する余剰流れは、余剰流れ通路 9 0 及びフィルタ 9 0 A、流れ制御装置 9 0 B 及び管 9 0 C を通じて所望の位置に運ばれる。

【 0 0 2 2 】

エーロゾル発生器 1 1 からの全流れは所定のレベルに維持することができ、弁 4 2 の 1 つ

50

の出口からの流れは2つの流れに分割され、その一方はDMAシース流れに対するものであり、他方の流れはDMAにより寸法を分級すべき多数分散状態のエーロゾル流れから成るものである。DMAシース流量と多数分散状態のエーロゾル流量との比率は、図1に図示した2つの流れ絞り装置44、52により制御される。DMAシース流れ中の全ての粒子は、流れ絞り装置又は流れ制御装置52に入る前に、フィルタ50（2つの部分を備えることができる）により除去される。シース流れに対する流れ絞り装置又は流れ制御装置52は、体積流量制御装置のようなオリフィス流れ絞り装置又は流れ制御装置とすることができる。管12内の多数分散状態のエーロゾルの流れは、その流れが高濃度粒子を運ぶため、体積流れ制御装置により満足し得る程度に制御することができず、その粒子の一部は体積流れ制御装置により除去される。

10

【0023】

流れ絞り装置34は、粒子を損失することなくエーロゾルの流れを制限するオリフィス又は同様の装置である。DMAシース流れ及び多数分散状態の流れの双方を制御するためオリフィスが使用されるならば、DMAシースの流量と多数分散状態のエーロゾルの流量との比率は、一定である。この比率は、流れ制御装置52（流れコントローラであるならば）によりシース流量を調節することにより、調節することができる。DMAを通る全流れは、一定に保たれ、出力粒子の寸法は電源80の電圧によって制御される。

【0024】

管14に向けられるDMA13からのDMA単一分散状態のエーロゾル出力流れは、オリフィス92により制御される。DMAの余剰流れは、オリフィス90B又は流れコントローラにより制御することができる。DMAからの双方の流れを制御するためオリフィスを使用するとき、その2つのオリフィスは管88、90C内の流量を一定の比率に保ち得るように適正な寸法とされている。管90C内のDMAの余剰流れが流れコントローラにより制御されるとき、その2つの流量の比率、すなわち管88、90C内の流れの比率は、オリフィス90Bに代えて流れコントローラによりDMAの余剰流れを調節することにより調節することができる。

20

【0025】

図5に図示するように、堆積チャンバに対し単一分散状態の流れにて提供することができる粒子の寸法範囲を拡大すべく本発明の改変した実施の形態にて、2つの微分型電気移動度測定器が提供される。DMA13は、長いハウジング及び流れ経路を有し、粒子を0.10乃至2.0 μm の寸法範囲内で分級することができる。追加的な短いハウジングDMA136は、0.01乃至0.3 μm の粒子範囲内で分級する。DMA136は、部品がより小さい寸法の粒子に適合するようにされる点を除いて、DMA13と同一の仕方にて作用する。組み合わせられたとき、二重DMA装置は、0.01から2.0 μm の寸法範囲をカバーする。

30

あることが認識されよう。

【0026】

2つのDMAを受け入れるため、流れ絞り装置52から下流にて管48内に三方向弁137が配置される。管138は、弁137の1つの出力に接続され且つ弁137が管48を管138に接続する位置にあるとき、シース流れをDMA136まで運ぶ。多数分散状態のエーロゾルの管12は、三方向弁140及びまた、管142にてDMA136のエーロゾル入力に分岐されている。DMA136は、DMA13に対して図示するような構造とされているが、異なる長さ及びその他の既知の設計の寸法の結果、異なる技術寸法範囲に互って作用可能である。

40

【0027】

DMA136の単一分散状態の出口管144は、流れ絞り装置92から上流にて三方向弁146を通じてDMA13の出力管88に接続されている。DMA136からの余剰流れは、フィルタ147及び管148を通じて排出される。この余剰流れは、所望に応じて排出することができる。三方向弁137、140、146は、噴霧装置11からの出力がそれぞれのDMAに対する範囲の粒子を提供するとき、中央コントローラ151により同時

50

に作動させることができる。弁の流れコントローラ、圧力調節装置等の全てを制御するためコントローラ 151 が使用される。圧力センサ、温度センサ及び流れセンサからのフィードバックは、中央コントローラ 151 により使用されて適正な調節を行なう。

【0028】

図 1 に図示するように、単一分散状態の流れが流れ絞り装置又は流れ制御オリフィス 92 を通った後、単一分散状態のエーロゾルの流れは分岐管 94、95 を通じて調節装置 18 の出力管 18A の接続部 97 から供給された清浄なガス又は空気と接続部 91 にて混合させることができる。管 94 は、オリフィス 96 と、流れコントローラ 98 と、流れを調節し且つ全ての粒子を除去するフィルタ 100 とを備えている。流れ中で正確な粒子密度を実現し得るよう乾燥した清浄なガスと混合させた、粒子を運ぶガスは、管 102 に沿って流れる。更なる流れ制御絞り装置 104 が提供される。堆積が望まれないとき、廃液管に流れを選択的に向けるように第一の三方向弁が提供される。

10

【0029】

管 111 に沿った堆積チャンバ 110 内のスポット堆積ノズルに又は管 109 に沿った堆積シャワーヘッドの何れかにエーロゾルの流れを向けるために、管 102 内の第二の三方向弁 108 が使用される。堆積チャンバ 110 は、所望通りに形成することができる。次に、フィルタ 118 を通って出る排気と共に、エーロゾルをチャンバ内でウエハ上に堆積させる。堆積チャンバ 110 を通る流れは、使用される管内の圧力差により決定される。

【0030】

所望であるならば、管 111、109 に沿った弁 108 の出力からの流れは、フィルタ 114 及びオン/オフ弁 116 を通じて真空ポンプ 16 に直接吸引することができる。弁 116 が開いているとき、流れを流れ絞り装置 119 を通って流れ、その後、真空ポンプ 16 の低圧側に達する。所望に応じて更なるフィルタを設けることができる。三方向弁 108 からの管 109 は、管 120 に接続され、該管 120 は、図示するように管 95、流れ絞り装置 126、流れコントローラ 122 及びフィルタ 124 を通じて圧力調節装置 18 の出力側にも接続される。オン/オフ弁 128 は、流れコントローラ 122 の周りでバイパス路を提供することができる。流れ絞り装置 126 は、弁 128 が作動し又は不作動にあるかどうかに関係なく、流れ管内に止まっている。

20

【0031】

管 95 からの流れは、また、堆積チャンバを清浄な乾燥した空気又はガスにてパージングするため、流れコントローラ 122 を通じてパージ流れとして送ることもできる。

30

【0032】

所望であるならば、噴霧装置 20 からの出力エーロゾルは、弁 42 により管 42A に沿って管 120 に向け、従って、エーロゾルを DMA を通すことなく、直接的に堆積し得るよう堆積チャンバに向けることができる。この直接的な堆積作用は、通常、大きい寸法の PSL 粒子 (500 乃至 4000 nm) を堆積させるために使用される。この場合、残留粒子は、通常、遥かに小さいため問題とならない。典型的に、残留粒子は、現在、利用可能な噴霧装置の通常の作動状態で 30 乃至 50 nm 以下である。

【0033】

本発明の別の特徴が図 6 に図示されている。エーロゾルを管又は通路 111 又は 109 から堆積チャンバ 110 に導入するときの時間的遅れを短縮することにより、堆積装置 10 に対する応答時間を短くすることができる。堆積前、エーロゾルは、オン/オフ弁 116 により制御される真空ポンプ 16 からの真空圧により堆積チャンバ 110 付近まで吸引される。真空ポンプ 16 は、必要とされる堆積エーロゾルの流れよりも僅かに多い流れを提供するような設計とされている。弁 116 を回す(開ける)と、管 109、111 又は 120 の何れか一方からのエーロゾルは、真空ポンプ 16 により弁 108 及び管 109 又は管 111 から排気管まで吸引される。更に、真空流量は、所望の堆積エーロゾルの流れよりも僅かに多いため、弁 116 を作動させたとき、堆積ノズル 115B 又は堆積シャワーヘッド 115A (図 6 参照) を介して堆積チャンバ 110 から真空ポンプ 16 まで僅かな逆流が生ずる。この流れは汚染物質を堆積チャンバから除去し、また、それぞれの管 10

40

50

9又は111(弁108の設定値に依存して)又は管120が使用されているならば、該管120をエーロゾルにて下方に充填し、これらの管の主要部分を弁116に接続する、管109A、111Aとの接続部まで充填されるようにする。

【0034】

スポット堆積ノズル115Bは管111に接続され、粒子をウエハ上の制御された寸法の個所に堆積させるべく使用される。堆積シャワーヘッド115Aは、管109に接続され、また、周知であるように、大きい面積を堆積させるべく使用される。

【0035】

弁116が十分に作動し、管109又は111が所望のエーロゾルにて充填され、堆積チャンバ110が逆流によってパージングされた後、オン/オフ弁116を遮断すると、管がチャンバに密に接続されており、また、管には正確なエーロゾルが予め充填されているため、管109又は管111の何れか一方のエーロゾルは直ちに堆積チャンバに入る。このように、真空ポンプ16から予め流れ出すようにすることにより、堆積応答時間は著しく向上する。

【0036】

このため、各堆積サイクルの後、中央コントローラ151により、真空制御用の弁116を作動させる。各堆積後のスポット堆積ノズル中に又は堆積シャワーヘッド内に残留する粒子は、真空源に吸引される。堆積の間の粒子の相互汚染が回避される。

【0037】

また、図1及び図6に図示するように、管102内の単一寸法のエーロゾルの流れの堆積流れを測定し且つ監視するための差動圧力センサ105と組み合わせて、流れ測定のためオリフィス104が使用される。堆積する間、堆積流れ及びエーロゾルの濃度を連続的に監視し、その測定されたエーロゾルの濃度及び堆積流量に基づいて堆積時間が動的に調節される。

【0038】

流れが標準的な流量に保たれるとき、凝縮物の核カウンタ(CNC)である粒子カウンタ160(図1及び図7)を使用して、カウンタを通過する粒子数をカウントすることにより、エーロゾルの濃度を測定する。このカウンタの入力管162は、管163及び弁164を通じて管102に接続される。粒子の濃度は、各堆積サイクルが開始するとき、所定の間隔にて又は所定の時点にて測定することができる。カウンタ160からの出力管は真空ポンプ16に接続されている。

【0039】

図7に図示するように、バイパス管内の流れ絞り装置又はオリフィス166は、CNCのバイパス流れを制御するために使用される。流れ絞り装置166は、流量を採取するCNC160と同一の流量となるような寸法とされる。すなわち、管102からCNCカウンタ160又はカウンタが遮断されているとき、流れ絞り装置166まで流れを運ぶ、管163を通る流量は、弁164がCNC160に流れを提供し得るように作動しているか又は流れ絞り装置166を通じて流れを提供し得るように作動しているかに関係なく、一定の値に保たれる。CNC又は絞り装置166を通る一定のバイパス流れは、作動中、堆積装置全体の安定性を維持するのに役立つ。このエーロゾル中の粒子の濃度は、標準的な流量にて作動するCNCにより決定される。CNC160を通る流れを確実に停止させるためオン-オフ弁165を使用することができる。

【0040】

堆積時間パラメータの動的な調節は、カウンタ160からのエーロゾルの測定濃度値及び絞り装置104並びに圧力センサ105からの堆積流量の信号に基づいて行われる。適正に較正すれば、極めて高精度の堆積のカウントが実現される。例えば、流れと濃度の測定の精度を組み合わせたものである、±3%の堆積カウントの精度が実現される。

【0041】

DMAシース流れ、管12内のDMAへの入力エーロゾルの流れ、管88、102内の多数分散状態のエーロゾルの流れ及び管90内の余剰流れの体積流量は、DMAの寸法の精

10

20

30

40

50

度に直接影響する。DMAが特定の温度及び圧力にて較正されるならば、そのDMAが周囲温度及び/又は圧力が相違する環境内で使用される場合、該DMAは正確な測定の応答性を与えることはできない。温度センサ56及び圧力変換器54は、DMA温度及び圧力(周囲温度及び圧力、DMA内の空気/ガス温度及び圧力)を測定する。温度及び圧力のリアルタイムの測定による信号は、DMAの測定精度を保証し得るように流れコントローラ及びその他の可変パラメータを適正に補償すべくコントローラ151に戻される。

【0042】

図4に図示するように、DMAは、粒子の電氣的可動性に従って粒子を分級する計測器である。この計測器は、金属管内に同心状に配置された金属ロッドから成る円筒状コンデンサとして説明することができる。多数分散状態のエーロゾル及び清浄な清浄なシース空気をDMA内に導入し且つ中央電極と外側管との間の環状体に沿って層状流れとして下方に流れる。外側管は接地される一方、中央電極には高直流電圧が印加される。2つの円筒状電極の間の電界により、エーロゾル中の荷電した粒子は直線状流れに互って偏向し、管状の電極ロッドの底部付近の出口スリットに達する。次に、粒子を出力空気流まで偏向させるのに必要な電圧をその粒子の電氣的可動性に関係付ける。かかる既知の等式を使用して粒子の直径と必要とされる中央ロッドの電圧との間の関係は得ることができる。実際的な用途において、単一分散状態のエーロゾルの出力流れ中の最高の粒子濃度に相応する最高電圧を感知するため電圧を走査する。次に、相応する粒子寸法を計算するためその電圧が使用される。

【0043】

残留粒子と、PSL球のマルチプレットとを含む、DMAから選ばれた寸法以外の全ての寸法の粒子はDMAにより静電気分離によって除去される。噴霧するPSL溶液が1つのPSL最高値を有するならば、DMAはその最高値にてPSL球を出力する。PSL溶液が多数のPSL寸法の最高値を含むならば、DMAはオペレータが特定した寸法に最も近い最高寸法のPSLを出力する。例えば、1つのウエハに4つのPSL寸法を堆積させるならば、各々が1つの特定のPSL球寸法を保持する溶液が入った4つの容器が提供される。この4つのPSL球の寸法を混合させ且つDMA装置を使用して、堆積の時点にて1つのPLS球の寸法を出力することができる。

【0044】

2つのDMAを使用するDMA装置は、100乃至2000nmの寸法範囲をカバーする。2つのDMA装置は、その寸法範囲内で最高度の精度及び分解能を提供する。より小さいDMAの小さい検出限界値は、3nmまで拡大することができる。

【0045】

すなわち、DMAの出力から単一寸法のエーロゾルを使用して求められた、分級した堆積粒子の寸法は、1000nm以下のPSL又はプロセス粒子にとって遥かに好ましい。余剰な電荷を中立装置46内の噴霧から除去するため、中立化した後、DMAがエーロゾルを受け取り且つDMAは、直接的な分級又は寸法分布スキャン及び分級の何れによってエーロゾルを分級する。寸法分布スキャン及び分級モードにおいて、噴霧装置からのエーロゾルを最初に走査し、エーロゾルの寸法分布を決定し、次に、堆積のために分級する。この噴霧する溶液中のPSL球の最初の分布状態の拡がり程度に関係なく、最高寸法の球のみを堆積させる。この作動モードにおけるPSLの寸法は、PSL球の製造メーカにより与えられるラベル寸法と称される。米国の全国科学及び技術協会(NIST)又はNISTが追跡可能なPSL球が堆積のために使用されるとき、絶対的汚染物質の基準を作成するため、この作動モードが最も広く使用されている。

【0046】

経験を積んだユーザは分級専門作動モードを好むことがしばしばである。このモードにおいて、粒子寸法は粒子の電氣的可動性に基づいてDMA寸法と称される。DMAは、NIST標準のPSL球を使用して較正されるため、DMA寸法は標準的なPSL球と良好に一致する。DMAは±2%の測定精度を有する一方、別の販売業者からのPSL球は寸法に10%の差があることがある。このため、DMAの寸法は、幾つかのNIST追跡可能

な P S L 球を含む殆どのラベル寸法よりも正確である。

【 0 0 4 7 】

分級専門モードは、それは、プロセス粒子の堆積のため広く使用されているから、プロセス粒子の堆積モードとも称される。プロセス粒子の堆積において、噴霧溶液中の最初の粒子は通常広い寸法分布を有する。DMA の分級モードによれば、堆積のための出力粒子は、最初の分布範囲内の任意の寸法とすることができる。この作動モードにおいて、例えば、30 回堆積 / 時までのように極めて迅速に堆積を行なうことができる。

【 0 0 4 8 】

チャンバ 1 1 0 は、スポット堆積及び完全堆積の双方に対する設備を備えている。スポット堆積は、寸法の異なる多数のスポットを単一のウエハの上に堆積させることができる点にて有用である。多数のスポットを使用することの有利な点は、検査装置の較正時間及びコストを削減すること、較正精度を向上させること、検査装置の性能を向上させること、及びウエハの汚染レベルの監視を容易にすることを含む。

【 0 0 4 9 】

好ましい実施の形態に関して本発明を説明したが、当業者は、本発明の精神及び範囲から逸脱せずに、形態及び細部の点で変更が可能であることが認識されよう。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明による、ウエハ堆積装置の概略図である。

【図 2】 噴霧工程中に使用されるガスの制御を示す、フロー図である。

【図 3】 本発明と共に使用される噴霧装置装置の概略図的な断面図である。

【図 4】 本発明にて使用される微分型電気移動度測定器の縦断面図である。

【図 5】 処理可能である、粒子の寸法範囲を拡大するために使用される 2 つの微分型電気移動度測定器を示す、概略図である。

【図 6】 堆積チャンバに隣接するエーロゾル流れ管の概略図である。

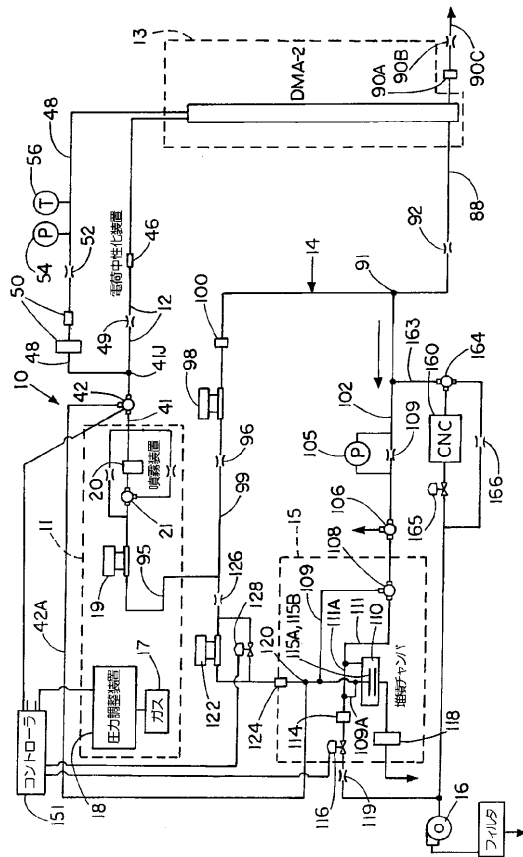
【図 7】 粒子カウンタの隣接部の概略図である。

【符号の説明】

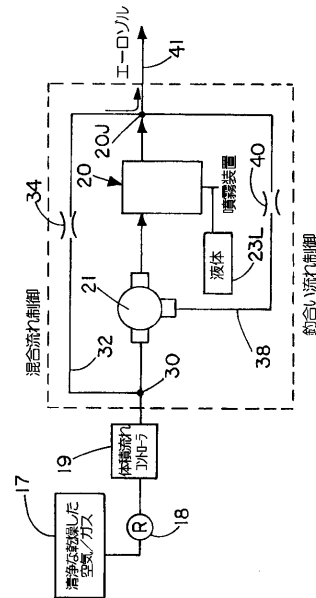
1 0	ウエハ堆積装置	1 1	噴霧装置部分 / エーロゾル発生器	
1 2	管	1 3	微分型電気移動度測定器 (D M A)	
1 4	管系	1 5	堆積チャンバ	
1 6	真空ポンプ	1 7	清浄な乾燥ガスの供給源	30
1 8	圧力調節装置 / 流れコントローラ			
1 8 A	出力管	1 9	体積流れコントローラ	
2 0	噴霧装置	2 0 J	接続部	
2 1	三方向弁	2 2	衝突プレート	
2 3	本体	2 3 A	空気又はガスの入口通路	
2 3 B	噴霧装置ノズル	2 3 D	噴霧オリフィス	
2 3 L	噴霧液体 / 液体及び粒子供給源			
D 1	オリフィス 2 3 D の直径	D 2	出力出口 2 3 B の直径	
D 3	ノズル 2 3 B の出口から衝突プレートの表面までの距離			
2 4	矢印	2 6	矢印	40
2 7	弁	2 8	矢印	
3 0	接続部	3 2	管	
3 4	混合流れ制御オリフィス / 流れ絞り装置			
3 8	バイパス管	4 0	釣合い流れ制御オリフィス	
4 1	管	4 1 J	接続部	
4 2	三方向弁	4 2 A	管	
4 4	流れ制御オリフィス	4 6	電荷中性化装置	
4 8	管	5 0	フィルタ	
5 2	流れ制御絞り装置	5 4	圧力センサ / 圧力変換器	
5 6	温度センサ	6 2	管状ハウジング / D M A ハウジング	50

6 5	ブロック	6 6	ポート / 入口端部	
6 8	環状通路	7 0	中央電極 / 管状の高電圧電極	
7 2	流れ分配器 / 流れ分配器スリーブ			
7 4	ポート	7 6	絶縁体スリーブ	
7 7	中央通路	7 8	高電圧電極	
8 0	電源	8 2	開口部	
8 4	中央通路	8 6	端部片	
8 8	出力管	9 0	余剰流れ通路	
9 0 A	フィルタ	9 0 B	流れ制御装置 / オリフィス	
9 0 C	管	9 1	接続部	10
9 2	流れ絞り部分 / 流れ制御オリフィス			
9 4	分岐管	9 5	分岐管	
9 7	接続部	9 6	オリフィス	
9 8	流れコントローラ	1 0 0	フィルタ	
1 0 2	管	1 0 4	流れ制御絞り装置	
1 0 8	三方向弁	1 0 9	管	
1 1 0	堆積チャンバ	1 1 1	通路 / 管	
1 1 4	フィルタ	1 1 5 A	堆積シャワーヘッド	
1 1 5 B	スポット堆積ノズル	1 1 6	オン / オフ弁	
1 1 8	フィルタ	1 1 9	流れ絞り装置	20
1 2 0	管	1 2 6	流れ絞り装置	
1 2 2	流れコントローラ	1 2 4	フィルタ	
1 2 8	オン / オフ弁	1 3 6	D M A	
1 3 7	三方向弁	1 3 8	管	
1 4 0	三方向弁	1 4 2	管	
1 4 4	出口管	1 4 6	三方向弁	
1 4 7	フィルタ	1 4 8	管	
1 5 1	中央コントローラ	1 6 0	粒子カウンタ	
1 6 2	入力管 / C N C カウンタ	1 6 3	管	
1 6 4	弁	1 6 6	オリフィス / 流れ絞り装置	30
1 6 5	オン - オフ弁			

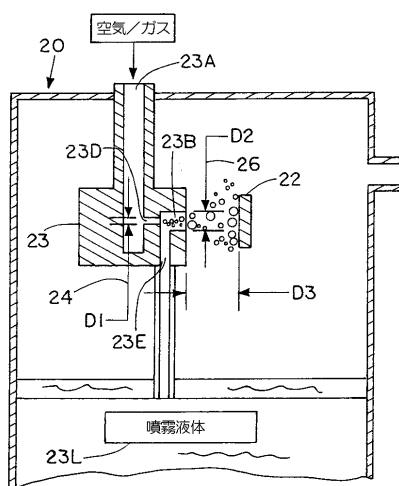
【図 1】



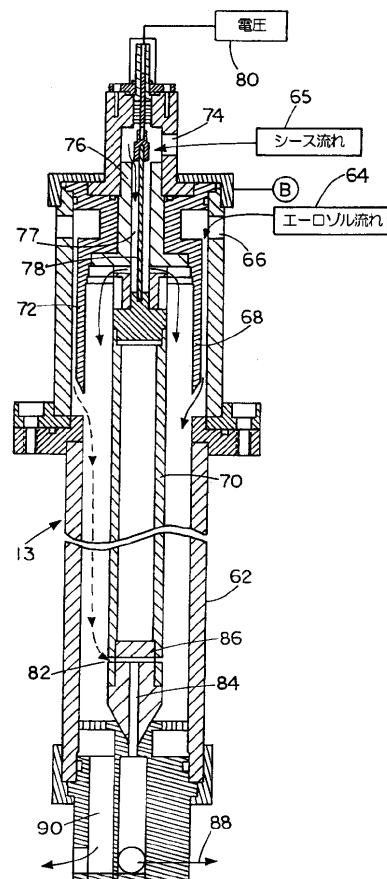
【図 2】



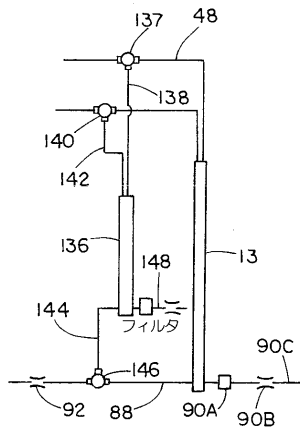
【図 3】



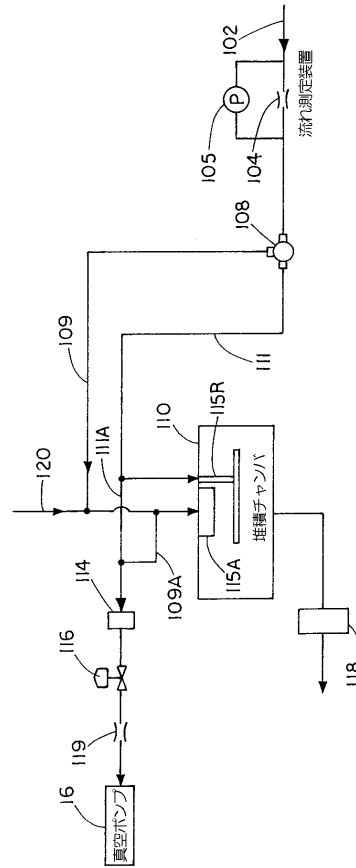
【図 4】



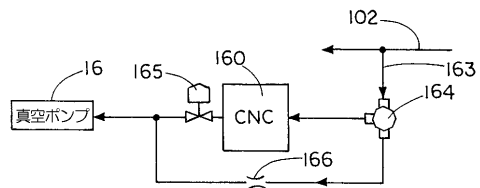
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(74)代理人 100096013

弁理士 富田 博行

(74)代理人 100093713

弁理士 神田 藤博

(72)発明者 ジェームズ・ジェイ・サン

アメリカ合衆国ミネソタ州 5 5 1 1 2 , ニュー・ブライトン , エイティーンズ・アベニュー・ノース・ウエスト 1 5 4 7

(72)発明者 ベンジャミン・ワイ・エイチ・リュー

アメリカ合衆国ミネソタ州 5 5 1 2 7 , ノース・オークス , ノース・ディープ・レイク・ロード 1

審査官 林 茂樹

(56)参考文献 特表 2 0 0 0 - 5 1 7 2 4 3 (J P , A)

特開平 1 0 - 2 8 8 6 0 0 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

B05B 7/30