

(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2007-518267

(P2007-518267A)

(43) 公表日 平成19年7月5日(2007.7.5)

(51) Int.C1.

HO1L 21/31 (2006.01)
C23C 16/448 (2006.01)

F1

HO1L 21/31
C23C 16/448

B

テーマコード(参考)

4K030
5F045

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2006-549286 (P2006-549286)
 (86) (22) 出願日 平成16年12月15日 (2004.12.15)
 (85) 翻訳文提出日 平成18年9月5日 (2006.9.5)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2004/041944
 (87) 國際公開番号 WO2005/068682
 (87) 國際公開日 平成17年7月28日 (2005.7.28)
 (31) 優先権主張番号 60/534,286
 (32) 優先日 平成16年1月5日 (2004.1.5)
 (33) 優先権主張國 米国(US)
 (31) 優先権主張番号 10/769,011
 (32) 優先日 平成16年1月30日 (2004.1.30)
 (33) 優先権主張國 米国(US)

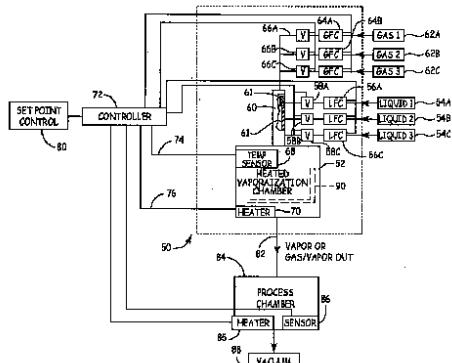
(71) 出願人 501208718
 エムエスピー・コーポレーション
 アメリカ合衆国ミネソタ州55414, ミ
 ネアポリス, フィフス・ストリート・サウ
 ス・イースト 1313, スイート 20
 6
 (74) 代理人 100089705
 弁理士 松本 一夫
 (74) 代理人 100140109
 弁理士 小野 新次郎
 (74) 代理人 100075270
 弁理士 小林 泰
 (74) 代理人 100080137
 弁理士 千葉 昭男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】液状前駆物質のための高性能蒸発器、及び、半導体の薄膜蒸着における複数の液状前駆物質の蒸発

(57) 【要約】

薄膜形成のため、及び、半導体表面上に膜を析出するための析出チャンバー(26、84、130)に蒸気を導入するための蒸発系(50、92、92a、92b、180)であって、この系は蒸発チャンバー(52、116、192)を有し、蒸発チャンバーには、ガストリーム中で運ばれる少なくとも2つの異なる独立した液状前駆物質(54A、54B、54C、110A、110B、186)が選択的に提供される。ガストリームは、ガス供給源(12、62A、62B、62C、98A、98B、184)からの単一のキャリヤガスか、又は複数のキャリヤガスのうち選択された1つであってよい。導入しようとする液体が、高温表面との接触により熱分解を受けやすい場合は、蒸発チャンバー(52、116、192)の入口で噴霧器(94、142A、142B、154A、154B、182)を使用して、蒸発チャンバー(52、116、192)に同時又は連続的に導入するためのガス供給源12、62A、62B、62C、98A、98Bからの1種又はそれより多い個々のキャリヤガスから、蒸発チャンバー(52、116



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ガス流れ入口及びエアロゾル出口、該ガス流れ入口に連結されたガスの供給源、該入口と該出口との間にガスジェットを形成するオリフィス、及び、該ガスジェット中に導入されるように連結された噴霧すべき液体の供給源を有する噴霧器であって、該供給源の少なくとも 1 つが、該噴霧器にそれぞれ選択的に提供される複数の異なるガス又は液体を含む、前記噴霧器。

【請求項 2】

複数の異なるガス又は液体を提供する供給源が、ガスの供給源を含み、該ガスの供給源が、噴霧器のガス流れ入口に連結され、更に、該入口に導入可能な複数の異なるタイプのガスを有する、請求項 1 記載の噴霧器。

【請求項 3】

複数の異なるガス又は液体を含む供給源が、液体の供給源であり、噴霧器に選択的に導入可能な複数の異なる液体の供給源である、請求項 1 記載の噴霧器。

【請求項 4】

噴霧器が、その中に規定された複数の通路を有し、複数のガス又は液体を有する供給源が、複数のガス供給源を含み、そして、各々のガス供給源が、別個の通路に連結され、ここで、液体の供給源が、複数の異なるタイプの液体を含み、該異なるタイプの液体の各々の供給源が、該噴霧器の複数の通路のうち選択された 1 つに連結されている、請求項 1 記載の噴霧器。

【請求項 5】

両方の供給源が、それぞれの供給源からの複数のガス材料又は液体材料を含む、請求項 1 記載の噴霧器。

【請求項 6】

ガス流れ中に保持される材料を蒸発させるための蒸発系であって、蒸発チャンバーを規定する外部ハウジングと、該チャンバー中の加熱された表面部材と、該チャンバーに連結された少なくとも 1 種のガスの第一の供給源と、該ガス中に保持され該チャンバーに運ばれる少なくとも 1 種の液体の第二の供給源とを含み、ここで、該第一及び第二の供給源のうち少なくとも 1 つが複数の異なる材料を含み、これら材料が該チャンバーへ導入して加熱された表面部材上の熱により該チャンバー中で蒸発させるためのそれぞれのガス及び液体のうち 1 つからなる、前記系。

【請求項 7】

第一及び第二の供給源が、噴霧器を介して蒸発チャンバーに連結される、請求項 6 に記載の蒸発系。

【請求項 8】

蒸発チャンバーが入口を有し、ガスが該蒸発チャンバーへの該入口に向かって動くにつれて該第一の供給源からのガスが該第二の供給源からの液体と接触するように、第一及び第二の供給源が該入口に連結される、請求項 6 又は 7 に記載の蒸発系。

【請求項 9】

第一及び第二の供給源からの材料の流れを制御し、更に、蒸発チャンバー中の加熱された表面部材上の熱を制御するためのコントローラーを含む、請求項 7 に記載の噴霧系。

【請求項 10】

蒸発させた液体をプロセスチャンバーに提供する方法であって、その中に加熱された表面部分を内包する蒸発チャンバーを提供する工程、該蒸発チャンバーの入口へ導入するための少なくとも 2 つの独立した液体供給源を提供する工程、1 種又はそれより多い供給源から該入口への液体の流れを選択的に制御する工程、及び、該液体及びガスを該蒸発チャンバーに導入する前に、該選択された液体とキャリヤガスとを混合する工程を含む、前記方法。

【請求項 11】

液体を蒸発チャンバーに導入する前に、ガスからガスジェットを形成し、そして、該ガ

10

20

30

40

50

スジェットに液滴を導入して、エアロゾルを形成することを含む、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

ガスジェットを形成することが、噴霧器装置においてガスジェットを形成し、そして、蒸発チャンバーへ導入する前に噴霧化するため、少なくとも 2 つの液体を、該噴霧器装置に、連続して、又は同時に選択的に提供することを含む、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 13】

ガス及び液体の小滴を含むエアロゾルのための蒸発器であって、前記蒸発器が、入口及び出口を有する内部蒸発チャンバーを規定するハウジングと、それを通る複数の通路を有する第一の金属ブロックと、該入口と並べられた該第一の金属ブロックを通る内腔であって、それを通って該エアロゾルが排出される該内腔と、該入口と一直線に並べられた該第一の金属ブロック中のオリフィスとを含み、前記オリフィスが、該第一の金属ブロック中の該内腔につながる開口部を形成する、前記蒸発器。

10

【請求項 14】

オリフィスが、内腔と実質的に同じ寸法よりも大きくない寸法である、請求項 13 に記載の蒸発器。

【請求項 15】

エアロゾルは、入口を通るガスジェットを形成する、請求項 13 に記載の蒸発器。

【請求項 16】

それを通る複数の通路を有する内部蒸発チャンバー中に第二の金属ブロックが存在し、該第二の金属ブロックが、第一の金属ブロックと間隔が開けられ、更に、該第一の金属ブロックと蒸発器の出口との間に位置する、請求項 13 に記載の蒸発器。

20

【発明の詳細な説明】

【発明の開示】

【0001】

発明の背景

本発明は、1種より多くの液状前駆化学物質を、1つの蒸発器で、同時に、又は連続して蒸発させることができ、更に、1種又はそれより多いキャリヤガスを1種又はそれより多い前駆化学物質とともに、同時に、又は連続して使用することができる、液状前駆物質の化学的蒸発系を提供する。複数の前駆物質材料を提供する性能が単一の蒸発器に組込まれてあり、コストと材料の節約、ならびに、化学蒸着(CVD)チャンバーにおける膜の品質とウェーハのスループットの改良につながる。

30

【0002】

液状前駆化学物質を半導体デバイス製造に使用する場合、一般的には、その液体を蒸発させ、次いでその蒸気を半導体ウェーハを収容するプロセスチャンバー中に導入して、ウェーハ表面上に薄膜を形成することが必要である。最も広く使用されているウェーハ上への薄膜形成方法は、化学蒸着(CVD)によるものである。CVD法は、プラズマと組み合わせて用いられることが多く、これは、プラズマエンハンストCVD又はPECVD法と称される。析出が起こるチャンバーは、ほぼ大気圧(すなわち約760トル)であってもよく、又は、減圧(すなわち真空圧)でもよい。チャンバー圧力は、1トル~760トルの範囲でもよいし、760トルを超える範囲でもよいし、ミリトルレベルの範囲でもよいし、又は、1ミリトルを下回る高真空の圧力であってもよい。

40

【0003】

半導体デバイス製造に用いられる多くの最先端の液状前駆化学物質は、一定の具体的な所望の膜特性が提供されるように特別に配合されるため、これらはかなり脆いことが多く、加熱すると熱分解しやすい。熱分解を避けるための方法は、圧縮ガスを用いて液状前駆化学物質を噴霧して、前駆物質の液滴を含有するエアロゾルを形成し、次いでこのエアロゾルを加熱された金属表面の上を通過させて熱をこのガスに伝達し、この液滴を蒸発させることである。これにより、直接的な金属と液体との接触と、その結果として、液体が高温の熱された金属表面に接触することにより起こり得る熱分解が回避されるか、又は大い

50

に低減される。

【0004】

本明細書において、エアロゾルという用語は、ガス中に懸濁されている、噴霧された液体の小滴又は固体粒子を意味するものとして用いられる。所望の前駆化学物質が固体の場合、前駆化学物質を液体溶媒中に溶解し、さらに噴霧することによって、溶液の小滴を形成することができる。ガスを加熱して溶液の小滴から溶媒が蒸発すると同時に、残存する固体粒子の残留物が、その固体自体が蒸発する前にガス中に懸濁されるが、この固体（本質的には乾燥粒子）が懸濁されたガスもエアロゾルと称される。このように、エアロゾルは、液体の小滴又は固体粒子のいずれかが懸濁されたガスである。懸濁された液体の小滴又は固体粒子の寸法は、通常、直径1～10μmであるが、100μmほどの大きいもの、又は、0.002μmほどの小さい懸濁された液体の小滴又は固体粒子を含有するガスでも、エアロゾルと称することがある。0.002μm未満の小滴又は粒子は、通常、分子クラスターと称されるが、本発明の目的においては、100μm未満の任意の粒状物質を懸濁状態で保持しているガスをエアロゾルと称する。

10

【0005】

米国特許第6,409,839号で開示された先の発明には、図1に示す系、及び、図2に示す蒸発チャンバーが含まれている。簡単に言えば、図1の系は、試薬液14と共に導入される供給源12からのキャリヤガスをエアロゾル発生器16に提供して、エアロゾルを形成し、次いでこれを、ライン又は通路18に沿って、加熱された蒸発チャンバー24に導入して、ガス/蒸気混合物を形成する。次いで、このガス及び蒸気の混合物を加熱されたフィルター25を通過させてろ過し、気相中に残存したためにガス/蒸気混合物に混合されている可能性のある粒状の汚染物質を除去する。次いで、このガス/蒸気混合物を、膜析出のためのCVDチャンバー26に導入する。コントローラー28は、加熱されたガスフィルター25から、加熱された流れ制限装置29と加熱されたコントロールバルブ30を通過して、CVDチャンバー26に入る、加熱されたガス/蒸気混合物の流れを制御するために用いられる。米国特許第6,409,839号で詳述されているように、この系では、センサー及びフローコントローラーが用いられる。

20

【0006】

図2は、蒸発チャンバー24の詳細な設計を示す。発生器16からのエアロゾルは、ライン又は通路18、さらに、ヒーター38が備え付けられたブロック36中の多数の加熱された通路34を通過して、蒸発チャンバー中に導入され、キャリヤガスが加熱されてエアロゾル中の液滴が蒸発し、出口チャンバー40において所望の加熱されたガス/蒸気混合物が形成される。次いで、この加熱されたガス/蒸気混合物は、加熱されたコントロールバルブ30を通過してCVDチャンバー26（図1）に導入される前に、加熱された多孔質の金属又はセラミックフィルター25、続いて、コイル状キャピラリー管の形態の加熱された流れ制限装置29を通過させて、ろ過する。同様に、構造の詳細は、米国特許第6,409,839号に記載されている。これまでに説明した従来技術の装置や類似の装置は、単一の液状前駆化学物質を単一のキャリヤガスの補助によって蒸発させるように設計されている。1種より多くの液状前駆化学物質を必要とする用途においては、それぞれの前駆化学物質の適用に対して1つずつ、上述の蒸発器を複数用いることが必要である。このことは、物理的な構成部品の不必要的重複、扱いにくい設備、操作の困難さ、及び高いコストにつながる。

30

40

【0007】

発明の要旨

本発明は、1種より多くの液状前駆化学物質を、同時に、又は連続して蒸発させることができる蒸発チャンバーを有する液状前駆物質の化学的蒸発系を提供する。更に、1種又はそれより多いキャリヤガスを、1種又はそれより多い前駆化学物質とともに、同時に、又は連続して使用することができる。単一の蒸発器にこの性能が組込まれており、ここで、前駆物質及びキャリヤガスの選択と配列決定は要求に応じて制御可能であり、このことが、半導体ウェーハ製造器具の設計、取付及び操作の簡易化、ならびに、コスト低減につ

50

ながる。このように、本発明は、材料の節約、構築、取付、維持コストの節約をもたらし、より重要なことには、膜の品質とウェーハのスループットの改良がもたらされる。

【0008】

図面の簡単な説明

図1は、半導体上への薄膜析出のための従来技術の装置のブロック図であり；
 図2は、図1の系で用いられるエアロゾル蒸発チャンバーの概略横断面図であり；
 図3は、本発明の第一の形態にしたがって製造された蒸発系のブロック図であり；
 図3Aは、噴霧器をより詳細に示す図3の系の概略図であり；
 図4は、本発明の第二の形態にしたがって製造された蒸発系のブロック図であり；
 図5は、本発明の更に変更された形態の概略ブロック図であり；
 図6は、変更された噴霧器を含む図5に類似した系の概略ブロック図であり；
 図7は、本発明に関して有用な二段階の蒸発チャンバーの断面図であり；そして、
 図8は、部分的な切り欠きを含む図7のチャンバーの概略上面図である。

10

【0009】

好ましい態様の詳細な説明

図3は、一つの最も簡単な形態である複数の液状前駆物質の化学的蒸発系50の概略図である。この系は、単一の加熱された蒸発チャンバー52を含み、このチャンバーは、各々が所望の化学的性質をもつ液状前駆化学物質を含んでいる液体54A、54B及び54Cの異なる前駆物質のうち2種又はそれより多い供給源を含む液体の投入供給源に連結されている。典型的な液状前駆化学物質は、テトラエトキシシラン(TEOS)及びテトラエチルホウ酸塩(TEB)であり、これらは、低誘電率のホウケイ酸ガラス(BSG)薄膜を作製するために用いることができる。これらの化学物質は比較的安定であり、いくつかの用途においては、直接的な液体と金属との接触によって蒸発させることができる。これら液状前駆化学物質は、通常、個々の独立した液体フローコントローラー56A、56B及び56Cを通して供給され、これらのコントローラーは各々、慣用的には、液体流れの速度を感知するためのフローセンサー、及び、調節又は変化させて蒸発器52への所望の液体流速を提供することが可能なフローコントロールバルブが備えられている。また、これらのフローコントローラーから蒸発器52へのラインには、押し込み式の遮断バルブ58A、58B及び58Cも含まれ、維持又は修復のために系が使用されていないか、又は停止している場合、あるいは、選択された1種又は2種の液状前駆物質のみが必要な場合は、これらのバルブを閉めて液体供給源から蒸発器52への液体流れを止めることができる。遮断バルブ58A～58Cの出力の連結部は、ノズル61を介して1又はそれより多い蒸発器の入口管60に連結されている。

20

30

40

【0010】

また、1種又はそれより多いキャリヤガス供給源62A、62B及び62Cを含むガス供給源も、入口管60を介して蒸発器52に連結されており、これらのキャリヤガス供給源は、それぞれガスフローコントローラー64A、64B又は64Cを介して入口管(単数又は複数)60へガスを提供する。ガスフローコントローラーは、望ましい設定値に応じて供給源からのガス流れの速度を制御する慣用的なユニットである。各ガスフローラインはまた、ユニットへのそれぞれのガス供給を押し込み式で遮断するための遮断バルブ66A、66B又は66Cも備えている。入口管は、供給源にて提供された圧力下で、例えばノズル61を介して、ガス供給源の1つからのガスに液体を導入し、チャンバー52に液体の小滴を運ぶ。これらノズルは、液体をガス流れと一緒に運ぶことができる小滴へと分裂するように設計されている。

40

【0011】

また、蒸発チャンバー52は、チャンバー内部空間を所望の温度に維持するための温度センサー68とヒーター70も備えている。

コントローラー72は、アナログのコントローラーでもよいし、又は、マイクロプロセッサーに基づくデジタルコントローラーでもよい。コントローラーは、ライン74に沿った温度センサー68からの信号を受けとれるように連結されており、ライン76に沿った

50

ヒーター 7 0 を制御して、蒸発チャンバーを蒸発に必要な所望の温度に加熱する。その温度は、蒸発すべき具体的な液状前駆物質の必要条件に従って調節可能であり、これらは、コントローラー 7 2 に入力信号を提供するであろう任意の所望なタイプの設定制御装置 8 0 を用いて設定可能である。

【 0 0 1 2 】

示した液体フロー コントローラー及びガスフロー コントローラーは、一般的には、内部フロー センサー及び調節可能なバルブを含む。各々のフロー センサーからの信号は、流速を所望の設定値に制御するための、電子コントローラーへの入力として用いることができる出力をもたらす。電子コントローラーは、通常、フロー コントローラーの内部にある。あるいは、フロー センサーの出力は、外部コントローラー 7 2 に連結されていてもよい。次に、コントローラー 7 2 が順次連結され、液体又はガスフロー コントローラーの各々において内部バルブを調節して、適切な流速を提供する。コントローラー 7 2 はまた、遮断バルブ 6 6 A ~ 6 6 C 及び 5 8 A ~ 5 8 C を制御するために連結されている。

【 0 0 1 3 】

コントローラー 7 2 は、任意の所望のタイプの電子コントローラーであることができる。これは、デジタルでもよいし、又はアナログでもよい。コントローラーは、上記液体又はガスのための個々のバルブにおいて流れを調節するために、フィードバック信号を感知し、出力を制御する。いくつかの簡単な用途においては、制御は手動で実施可能である。その場合、オペレーターが必要な手動調節を行って蒸発器に対して適切な流速及び温度を提供するように、同等の手動制御を提供することができる。

【 0 0 1 4 】

蒸発チャンバー 5 2 の出力開口部は、半導体ウェーハなどの加工に用いることができるプロセスチャンバー 8 4 への適切なライン又は通路 8 2 と連結されている。プロセスチャンバー 8 4 は、化学蒸着 (C V D) チャンバーであり、ヒーター 8 5 と温度センサー 8 6 を有し、これらはいずれも、プロセスチャンバー 8 4 中の温度を制御するためにコンピューター コントローラー 7 2 に連結されていてもよい。また、プロセスチャンバーには、半導体ウェーハの適切な加工に望ましい内部状態を提供するための真空供給源 8 8 も連結されている。

【 0 0 1 5 】

図 3 において、液状前駆物質は、最初に小滴を形成するために噴霧することなく、蒸発チャンバーにフィードして、慣用的な様式で、加熱されたプレート 9 0 の熱い金属表面との直接的な接触により蒸発させてよいことに銘記すべきである。液状前駆物質が蒸発温度で十分安定な場合は熱分解しないため、噴霧は必要ではないだろう。安定な前駆物質を用いる場合は、噴霧及び蒸発よりむしろ、直接的な接触による蒸発が、複数の液状前駆物質を蒸発させるための代替法となるだろう。

【 0 0 1 6 】

図 3 の態様においては、高速のガスにより液体を噴霧する試行は含まれていない。液体は、比較的揮発性であり、蒸発が容易であるものとする。図 3 A の装置は、液体を容易に蒸発させて、図 3 に示される液体及びガス入口を用いた噴霧器とともに用いることができる。噴霧器 6 0 からの液体及びガスのエアロゾルは、チューブ 5 3 B を通してハウジング 5 3 の単一の加熱された蒸発チャンバー 5 3 A に導入することができる。チューブ 5 3 B は、チャンバー 5 3 A の底部付近でエアロゾルを放出する。ガスと液体が加熱された金属表面 5 3 C と接触し始めると、ガスは加熱され、液体が蒸発する。次いで、このガス蒸気混合物は上向きに流れ、その側面から C V D チャンバーに出て行く。加熱されたチャンバー 5 3 A は、円柱形の形態でなくてもよい。ガス及び液体が適切に加熱され得るような様々な幾何学な装置を作製でき、これらは、熱交換器の設計の当業者には明らかである。

【 0 0 1 7 】

図 4 は、複数の液状前駆物質の化学的蒸発のための噴霧器 9 4 の使用を示す第二の系 9 2 としての概略図である。これは、複数の前駆物質の化学的蒸発のための好ましい形態である。典型的な前駆化学物質としては、テトラエトキシシラン (T E O S) 、テトラエチ

10

20

30

40

50

ルホウ酸塩(TEB)、テトラメチルシクロテトラシロキサン(TOMACTS)、トリエチルオキシホスフィン及び酸化物(TEPO)が挙げられ、これらは、CVD蒸着チャンバー中で適切に組み合わせて用いて、低誘電率(低いkの絶縁体)のリンケイ酸ガラス(PSG)、ホウケイ酸ガラス(BSG)、又はホウリンケイ酸ガラス(BPSG)の薄膜を析出させることができる。噴霧器94は、模式的に示され、加圧された供給源である2つ(又はそれより多い)のガス供給源98A及び98Bに連結された入力ライン96を有する。各ガス供給源98A、98Bは、それぞれ、ガスフローコントローラー100A、100B、及び、押し込み式の遮断バルブ102A、102Bを介して入力ライン96に連結されている。複数のガス供給源により、1種より多いキャリヤガスを噴霧器94で使用することが可能となる。噴霧器94は、典型的に小さい直径のオリフィス開口部をもつ、オリフィス板104を含み、その結果、オリフィスを通過する際の圧力降下を、微細な小滴を噴霧するためのガスフローを音速で生産するのに必要とされる臨界的な圧力降下より大きくすることができる。

10

【0018】

オリフィス板104の下流には、2つ又はそれより多い液体投入管108A又は108Bが連結された噴霧器中のガス流れ通路106がある。それぞれの管108A、108Bは、液体フローコントローラー112A又は112B、及び、押し込み式の遮断バルブ114A又は114Bを介して、液状前駆化学物質の別個の供給源110A又は110Bに連結されている。供給源110A又は110Bの1つからの液状前駆物質が、ガス流れ通路106に(供給源からの圧力下で)流れる場合、ノズルにより注入され、オリフィス板104から同じ通路106を通って流れる高速のガスジェット流により噴霧化され、それにより、小さい液滴が形成される。次いで、ガス及び液体の液滴混合物、すなわちエアロゾルは、ガス流れ通路から出て、加熱された蒸発チャンバー116に流れる。噴霧化のための液体圧力、ノズル、寸法及びガス流れなどの必要条件は周知である。

20

【0019】

液状前駆物質とキャリヤガスのためのフローコントローラーは、従来のものであり、電子コントローラーに連結されたフローセンサーと調節可能なバルブを含み、これらは、フローコントローラーに対して内部にあってもよいし、又は、図3に示すように外部に位置していてもよい。

30

【0020】

蒸発チャンバー116は、通常、電気的に加熱される。ヒーター118はキャリヤガスを加熱し、また、噴霧器94にて形成されるエアロゾル中の液滴を蒸発させるのに必要なエネルギーを提供するように、蒸発チャンバー116の内部キャビティー121上のプロック120を所望の温度まで加熱するのに必要なエネルギーを提供する。温度を感知するために、温度プローブ又はセンサー122が提供される。図3に示されるものと同様のコントローラー72などのコントローラーを使用して、ヒーターを制御し蒸発器のプロック120を設定値に維持する。

【0021】

プロック120には、多数の並行した通路124が提供され、これらを通してエアロゾルが流れ、蒸発させるために、まずガスに、次いで液滴に対する熱移動により加熱することができる。並行な通路124は、各々の通路を通るガス速度を減少させ、それにより、ガスを加熱し、液滴を蒸発させるための時間を多く与えることが可能になる。この手段によって、小さい体積でガスをより効率的に加熱することができるため、所与の速度のガス及び液体流れについて蒸発器をよりコンパクトにすることができる。

40

【0022】

示された噴霧器94は、1種又はそれより多いキャリヤガスとの使用のために、2種又はそれより多い液状前駆化学物質が必要とされる場合に特に便利である。全ての液状前駆物質に対して同じキャリヤガスを用いることができる場合は、キャリヤガスの供給は1つだけ提供されればよく、ガスフローコントローラー及びガス遮断バルブもそれぞれ1つずつ取り付けられていればよい。

50

【0023】

運転中に、蒸発器 116 が所望の運転温度に達したら、1つ又はそれより多い供給 98 A 又は 98 B からのキャリヤガスが供給を開始する。これは、遮断バルブ 102 A 又は 102 B (あるいはその両方) を開くための、コンピューター (図 3 に示されるコントローラー 72 と同様) から送られる制御信号によって達成することができ、ガスフローコントローラー又はコントローラーへの信号は、所望の値でガス流れを提供する。次いで、例えば図 3 に示されるコントローラー 72 などの同じコントローラーは、信号を送って、所望の液体遮断バルブ 114 A 又は 114 B を開き、さらに、液体フローコントローラー 112 A 又は 112 B を用いて液体流速を所望の設定値に設定することができる。

【0024】

これらの調節は、同時にあってもよいし、又は連続してあってもよい。例えば、最初にガス流れを供給開始し、液体流れの供給開始してガス / 液体混合物を形成する前に、短時間の遅延を与えて、ガス流れを安定化させることができが望ましい場合がある。ガス / 液体混合物、又は、液滴を含有するエアロゾルは、加熱された通路 124 を通過して、液滴が蒸発され、次いで、前駆物質を蒸発させた熱いキャリヤガスが、加熱されたフィルター 126 、続いて、膜析出のためのプロセスチャンバー 130 へ導入するための出力ライン又は通路 128 (これらも加熱されていてもよい) を通過する。

【0025】

プロセスの適用が、キャリヤガス中に 2 種又はそれより多い前駆物質の蒸気混合物の導入を要求する場合において、キャリヤガス流れは、両方の (又は所望の数の) 液状前駆物質流れと一緒に供給開始することができる。このように、噴霧器 94 からのエアロゾルは、同じキャリヤガスに懸濁及び混合された 2 種又はそれより多い液状前駆物質の小滴を含む。エアロゾルが通路 124 に沿って進むにつれて、ガスが加熱され、液状前駆物質の小滴が蒸発すると、このガス / 蒸気混合物は、2 種又はそれより多い前駆化学物質からの蒸気が含有される。次いで、このガス混合物は、薄膜析出のためのプロセスチャンバー 130 に送ることができる。高速の噴霧器ガスにより、液滴を確実にキャリヤガスと均一に混合し、ガス / 蒸気混合物が、空間及び時間のいずれに關しても確実に均一な組成物となる。

【0026】

具体的な用途において、それぞれ固有の特定のキャリヤガスによる前駆物質蒸気の運搬が要求される場合、特定のガスと特定の液状前駆物質の流れを供給開始し、適切なキャリヤガス及び液体流れを提供するように制御して、所望の速度で所望の液滴のエアロゾルを生成することができ、蒸発チャンバー中で加熱及び蒸発すると、適切なキャリヤガス / 前駆物質蒸気の混合物を生成することができる。それに続いて、キャリヤガス / 液状前駆物質の組み合わせの第二の群を用いて、キャリヤガス / 液状前駆物質のエアロゾルの第二の組み合わせを生成する第二の工程を行い、その後に蒸発させて、第二のキャリヤガス及び第二の蒸気混合物を生成することができる。

【0027】

半導体デバイス製造に精通するものには明白と思われるが、これまでに説明した噴霧器及び蒸発器装置は、半導体デバイス製造プラント (又は「デバイス・ファブ (device fab)」、又は、単に「ファブ (fab)」としても知られている) に関する相当なフレキシビリティーを提供する。1 種のキャリヤガスを、2 種又はそれより多い液状前駆物質の供給系とともに用いて、プロセスチャンバーに導入することができるガスと 2 種又はそれより多い前駆物質蒸気との混合物を生成し、異なる液状前駆化学物質によって提供される複数の化学種の成分を含む薄膜を生成することができる。また、これらは、所望の膜特性を達成するために、キャリヤガス及び液状前駆物質を適切に選択することにより、異なる材料の層を連続して生成するのにも用いることができる。

【0028】

図 4 の系を用いて、薄膜を生成し、さらにその膜に所望の化学種を、同時に、又は連続して「ドープ」し、特異な特性又は品質をもつ膜を生成することができる。液状前駆物質

10

20

30

40

50

の化学的蒸発及び蒸発器に対するこのアプローチは、蒸発の技術においてだけでなく、半導体デバイス製造技術においても同様に顕著な進歩となる。蒸発器 116 において加熱されたフィルター 126 を使用することにより、蒸発器 116 に残留したガス / 蒸気混合物に粒状の汚染物質がほとんど含まれなくなり、高い製品品質と装置の収率に必要とされる高い膜特性が確実に得られる。

【0029】

噴霧器の運転圧力、すなわちオリフィス 104 上流の絶対圧力は、典型的には、下流の絶対圧力の 2 倍であり、その結果、オリフィスを通過して音速の流れが生じる。例えば、下流の圧力が 1 気圧又は 760 トルの場合、上流の圧力は、典型的には、約 2 気圧又は約 1500 トル、あるいは、絶対圧力でそれより高くてよい。噴霧器の出口は、蒸発チャンバーに連結されているため、噴霧器オリフィスの下流の圧力は、チャンバー中の圧力と同様であるものとする。場合によっては、蒸発チャンバーは、より低い圧力での運転を必要とすることがあり、オリフィスの上流の圧力もより低くなければならないであろう。例えば、チャンバー圧力がおよそ 100 トルの場合、オリフィスの上流の圧力は、約 200 ~ 300 トルであるものとする。この圧力は、オリフィスで音速の流れを確実にするよう関係づけられる。

【0030】

図 5 は、複数の液状液状前駆物質の蒸発のための、図 4 で示されたものと同じ蒸発チャンバー 116 への投入噴霧器の変更形態を有する変更された析出系 92A を示す。図 5 で示されるように、図 4 と同じ装置が開示されているが、独立した噴霧器 142A 及び 142B が同じ噴霧器ヘッド 140 に形成されている点において異なる。明確にするために、噴霧器の通路は 2 つだけ示す。

【0031】

各々の噴霧器 142A 及び 142B には、ガス 98A、98B の 1 つの供給源が備えられており、これらはそれぞれ別個のガスフローコントローラー 100A、100B、及び、別個の押し込み式の遮断バルブ 102A、102B で制御される。各々の噴霧器は、それぞれ、オリフィス板 144A 又は 144B を有する。同様に、液体供給管 108A 又は 108B は、噴霧器 142A 及び 142B の出力チャンバー又は通路を形成している別個のチャンバー 146A 及び 146B に向かって開口している。このように、各々の噴霧器には、供給源 110A 又は 110B からの 1 つの液体前駆物質の供給源、1 つの液体フローコントローラー 112A 又は 112B、及び、押し込み式の遮断バルブ 114A、114B が備えられている。

【0032】

同じ噴霧器ヘッドに、実質的に同じ設計の追加の噴霧器通路及びオリフィス板を組込むことができる。液滴の前駆化学物質を蒸発させるための単一の噴霧器ヘッドに組込むことができる噴霧器の通路の数は、特定の設備での一体型の装置における、空間的な必要条件と、蒸発させる必要がある液状前駆物質の数によってのみ限定される。

【0033】

図 3 及び 4 に示される設計と比較した、図 5 における蒸発器の設計の利点は、図 5 における各液体流れが、噴霧器中、及び、蒸発チャンバーに対する入口へのそれ自身の液体流れ通路に制限されていることである。このように、異なる液体は、噴霧され、蒸発のために別個の小滴のエアロゾルを形成する前には、互いに混合されない又は接触しない。いくつかの状況において、液状前駆化学物質の混合が望ましくない場合があり、回避する必要がある。図 5 における設計に基づく装置の不利点は、異なる液体を噴霧するのに別個に噴霧されるガス流れが用いられるため、キャリヤガス中の液滴のエアロゾルの質量濃度が図 3 及び 4 に示される設計より低くなることである。後者の場合、2 種又はそれより多い液状前駆物質の小滴を噴霧するのに同じ噴霧されるガスが用いられる。このように、図 5 の複数の噴霧器を用いて、キャリヤガス中の液滴のエアロゾルの質量濃度を低くすることができる。

【0034】

10

20

20

30

40

50

いくつかの用途において、液状前駆物質は、300又はそれより高い高分子量を有していてもよい。また、これらの液状前駆物質のいくつかは高粘性を有する場合があり、それにより、液滴を形成するために噴霧し難くなる。ほとんどの（ただし全部ではないが）物質の粘度は温度の上昇に伴い減少するため、噴霧を容易にするため、液体をより高い温度に加熱してもよい。

【0035】

図6において、系92Bは、供給ライン中に、供給源110Bからの液状前駆物質（説明のために、高粘性を有すると仮定する）のためのヒーター150を含む。ヒーターは、必要に応じて、全ての液状前駆物質の供給ラインで用いることができる。液状前駆物質を適切に高い温度に加熱することによって、その液体の粘度を減少させることができ、それによって、噴霧を簡単にすることができます。しかしながら、加熱は、熱分解を引き起こすほど過剰にならないことが重要である。

【0036】

変更された噴霧器ヘッド152は、室温で容易に噴霧できない液体を含む、より広い範囲の液体に適用可能な2つの噴霧器154A及び154Bを有する。噴霧器ヘッド152には、取付けフランジ156が備えられており、これは、噴霧器ヘッド152と、ヘッドと接触する液状前駆物質とが、蒸発チャンバー116中において液滴の蒸発に用いられる高い温度により過熱されないように、絶縁体層158で蒸発チャンバー116から絶縁されている。絶縁体層158が、噴霧器ヘッド152を十分低温に維持するには不十分である場合、供給源160からの冷却ガス流れを噴霧器ヘッド152中の通路162を介して流すことによって、噴霧器ヘッドを中温から低温に維持することができる。いくつかの例では、噴霧器ヘッド温度を適度な運転範囲に維持するために供給源からの液状冷却剤を用いることが必要な場合もある。

【0037】

既に説明したように、図2は、米国特許第6,409,839号で開示された先の発明に示される蒸発器の概略図である。本発明では、この従来技術の蒸発器をさらに改良している。

【0038】

図7は、改良された蒸発器180を含む本発明の変更された形態の概略図である。噴霧器182を用いて、所望の液状前駆物質化学物質を含有する小滴のエアロゾルが形成される。明確にするために、1つのガス供給源184、及び、1つの液体供給源186が示されているが、当然ながら、噴霧器182は、1つより多くのガス供給源ソース、及び、1つより多くの液体供給源を含むように設計することができる。噴霧器は、オリフィス188（それを介して、これまでに示したようにガスが放出される）を含み、出口189を有する。このように、噴霧器182からの出力流れは、1つ、又は1つより多くの、小滴の形態の液体化学物質供給源を含有する。このエアロゾルが噴霧器182から放出されると、それらは、矢印190によって高速エアロゾルジェットの形態で示される。懸濁された液滴を含有するこのガスのジェットが、加熱された蒸発チャンバー192に入ると、194で模式的に示されたヒーターにより適切な方式で加熱される。エアロゾルは加熱されたガスと混合され、加熱されたエアロゾルジェットが形成される。小さい液滴は、この加熱されたガス混合物中で急速に蒸発し、大きい液滴は、それよりゆっくり蒸発し、部分的に蒸発した液滴をいくらか含有する可能性がある。その結果、蒸気と、いくらか部分的に蒸発した液滴とを含有する加熱されたガス混合物が得られる。この加熱されたガス混合物は、ガス流れ中の運動量保存の原理により、比較的高速で相当な距離を移動し続ける。次いで、この高速の加熱されたエアロゾル流れは、混合オリフィス196に向かい、オリフィス196の下流の加熱された金属ブロック199中に形成された円柱形の通路198に向かう。オリフィス196は、通路198と実質的に同じ寸法であるか、又は、それより小さくてもよい。

【0039】

加熱されたエアロゾル流れが、混合オリフィス196を通って流れ、それと共に蒸発チ

10

20

30

40

50

チャンバーから同伴される加熱されたガスが運ばれるので、蒸発チャンバー 192 の上部 192A は陰圧になる。この陰圧は、再循環するガス流れの方向を示す矢印 200 によって示されるように、連続的に再循環するガス流れを作動させる。この再循環ガスは、中央の大きな管状の通路 198 と同中心であり、通路 198 を取り囲む環状のライン 203 上に配置された個々の小さい円柱形の通路 202 を通って上方に流れるため（図 8 を参照）、各々の通路 202 におけるガス流れは、比較的低い値であり、さらに、比較的低いガス、低い速度で流れる。このように、加熱された金属ブロック 199 の底部から各々の円柱形の通路に入る再循環ガス流れ中の蒸発していない全ての液滴が、小さい円柱形の通路中で相当な時間を経過することになる。各々のガス流れが、ブロック 199 の頂部にある出口からチャンバー 192 の上部 192A に出てくるため、ガス流れが最初に噴霧器からチャンバー 192 に入るときに、そのガス流れ中に含有される液滴は完全に蒸発するであろう。適切な混合オリフィス寸法、及び、オリフィス 196 と噴霧器出口 189 との距離を選択することによって、再循環ガス流れを高容量とすることができます。ポンプ又は機械的部分を動かすことを包含する他の装置を用いることなく、このようにして、噴霧器出口 189 のガス流れの 10 倍又はそれより多いガス流れの再循環を容易に維持することができる。

【0040】

上述の再循環ガス流れ蒸発器 180 は、図 7 に示す二段階のうち第一段階 205、及び、改良された蒸発系を形成する。蒸発系の第二段階 208 は、第一段階と同様に、円柱形の金属ブロック 210 中に多数の円柱形の流れ通路 212 を有するチャンバー 192 の低部 192B に、円柱形の金属ブロック 210 を含む。中央の管状の通路 198 の出口 198A における加熱されたガス流れは、ブロック 210 の中心プラグ 211 の無孔表面の上である。出口 198A における再循環しないガス流れは、第二段階の蒸発器のブロック 210 の通路 212 を通過するように方向付けられ、ブロック 210 の下流に位置する加熱されたフィルター 214 をガス流れが通過する前に液滴を完全に蒸発させる。フィルター 214 を通って流れるすべての蒸発していない液滴は、フィルターを詰まらせる原因となる。第二の蒸発段階 208 により、このようなことが起こらないようになり、比較的低い蒸発温度でも液滴が全く残らず、材料分解の可能性は最小化となるであろう。ガス / 蒸気混合物は、出口 216 から流れ、次に、CVD チャンバーが蒸発器と同じ圧力で運転することができる場合は直接的に、又は、ガス / 蒸気混合物が蒸発器より低い圧力で運転している CVD チャンバー中に導入される前は、フロー制限装置（これは、オリフィスの形態、ある長さの直径の小さいキャピラリー管の形態等であってよい）を介して、のいずれかで、下流に位置する CVD チャンバー（図 4 で示されるような）に入ることができる。チャンバー 192 の入口 189 から出口 216 への流れは、蒸発チャンバー中の流れ方向又は流れ進路の主軸に続く。

【0041】

用途

本明細書中に説明した改良された蒸発器系及び複数の液状前駆物質の蒸発系を用いることができる多種多様の用途が存在する。特に重要なのは、低誘電率又は高誘電率の絶縁性薄膜（また、低 k 又は高 k 絶縁体とも称される）である。これらの膜は、半導体デバイス製造において、ケイ素ウェーハ上の絶縁層として用いられる。低誘電率の单一の二酸化ケイ素（SiO₂）薄膜は、テトラエチルオキシシラン（TEOS）、又は、テトラメチクロテトラシロキサン（TOMACTS）のような单一の前駆化学物質を用いて製造できる。また、高誘電率の五酸化タンタル（Ta₂O₅）薄膜も、タンタルテトラエトキシジメチルアミノエトキシド（TAT-DMAE）のような单一の前駆化学物質を用いて製造できる。また、高誘電率の窒化ケイ素（Si₃N₄）薄膜は、前駆化学物質であるビス（テルブチルアミノ）シラン（BTBAS）を用いた LPCVD 法によても製造できる。元素のケイ素、ホウ素及び / 又はリンを含有する薄いガラス膜は、これらの元素を含有する適切な前駆化学物質を用いた CVD 法によって製造できる。一般的な前駆化学物質としては、テトラエチルオキシシラン（TEOS）、テトラエチルホウ酸塩（TEB）、及び、

トリエチルオキシホスフィンオキシド (T E P O) が挙げられ、これらを適切な組み合わせで用いて、ホウケイ酸ガラス (B S G) 、リンケイ酸ガラス (P S G) 、又は、ホウリソケイ酸ガラス (B P S G) の薄膜を製造することができる。他の液状前駆化学物質が絶えず開発されている。1種の単一の前駆化学物質の蒸発を必要とするものがある。また、2種又はそれより多い液状前駆物質化学物質を気化させることを必要とするものもある。同じ装置で複数の液状前駆物質を蒸発させるのに用いることができる方法及び装置を有することによって、装置のコストの節約につながり、半導体の薄膜析出のためにこれまで不可能であった一定程度の制御が提供される。

【0042】

示された金属ブロックを貫通する穴を有する代わりに、熱伝導性金属ブロックは、熱伝導性多孔質材料から製造することができる。多孔質材料は、それを使って流れるガス／蒸気混合物へ熱を移動させるための通路を形成する。

【0043】

本発明を好ましい実施形態を参照して説明してきたが、当業者であれば、本発明の精神及び範囲から逸脱することなく、形態や詳細において変更をなすことが可能であると理解されるだろう。

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】図1は、半導体上への薄膜析出のための従来技術の装置のブロック図である。

【図2】図2は、図1の系で用いられるエアロゾル蒸発チャンバーの概略横断面図である

。

【図3】図3は、本発明の第一の形態にしたがって製造された蒸発系のブロック図である

。

【図3A】図3Aは、噴霧器をより詳細に示す図3の系の概略図である。

【図4】図4は、本発明の第二の形態にしたがって製造された蒸発系のブロック図である

。

【図5】図5は、本発明の更に変更された形態の概略ブロック図である。

【図6】図6は、変更された噴霧器を含む図5に類似した系の概略ブロック図である。

【図7】図7は、本発明に関して有用な二段階の蒸発チャンバーの断面図である。

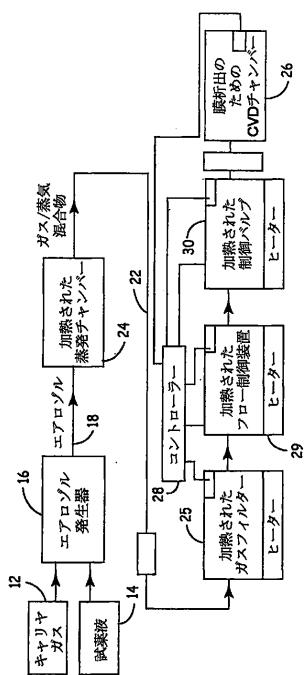
【図8】図8は、部分的な切り欠きを含む図7のチャンバーの概略上面図である。

10

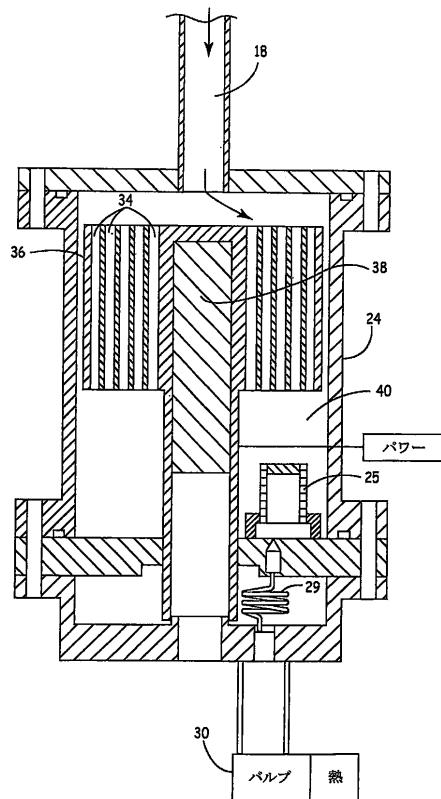
20

30

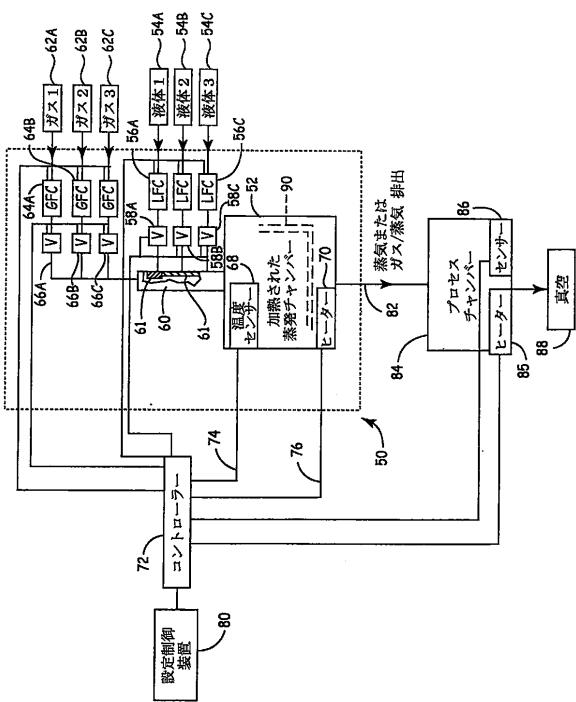
【図1】



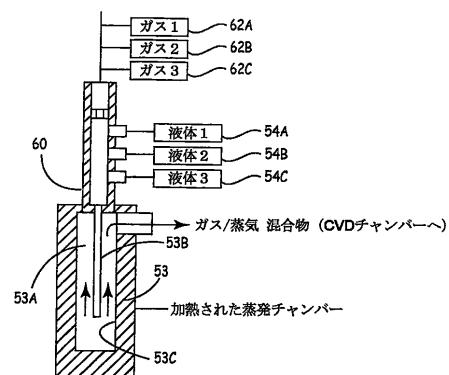
【図2】



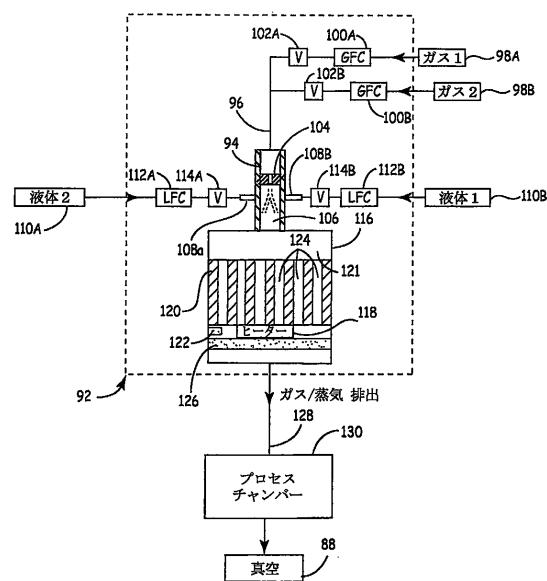
【図3】



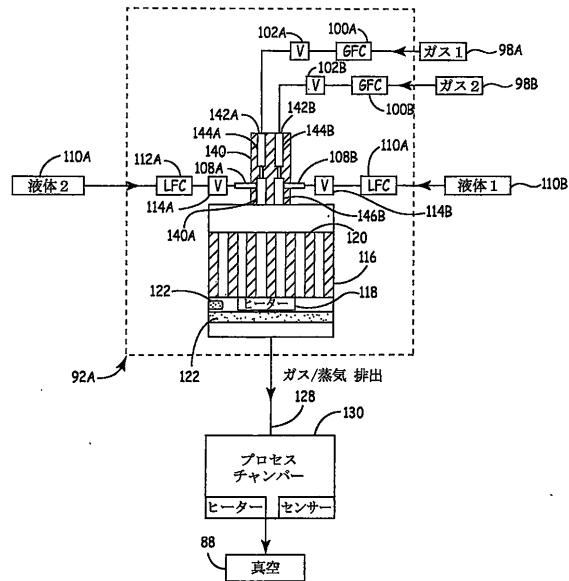
【図3A】



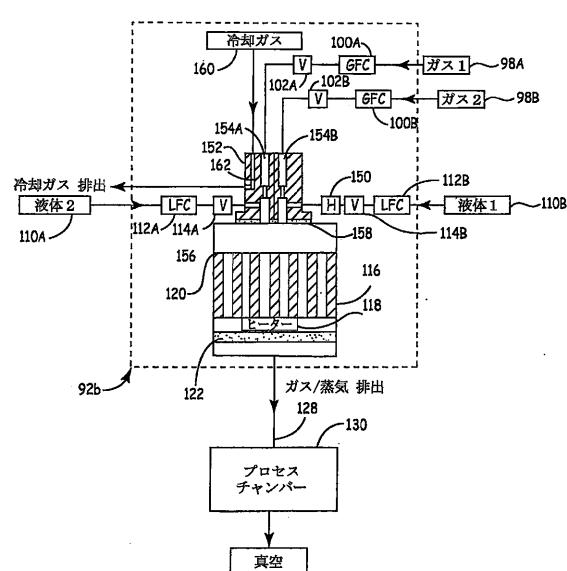
【図4】



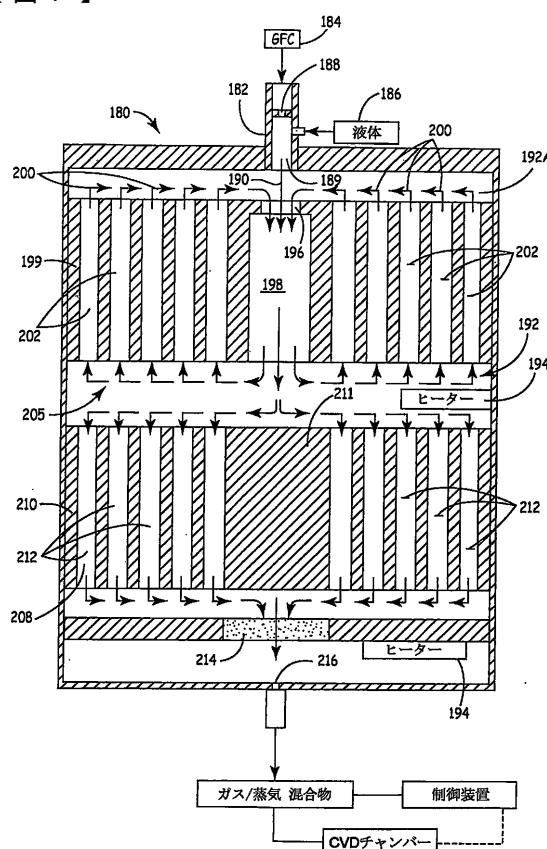
【図5】



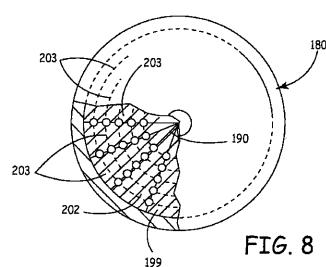
【図6】



【図7】



【図8】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No PCT/US2004/041944																		
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 C23C16/448																				
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC																				
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 C23C B05B B01B																				
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched																				
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal																				
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Category *</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">X</td> <td style="text-align: left; padding: 2px;">US 6 540 840 B1 (TODA MASAYUKI ET AL) 1 April 2003 (2003-04-01) the whole document</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">1-12</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">X</td> <td style="text-align: left; padding: 2px;">WO 03/079421 A (KABUSHIKI KAISHA WATANABE SHOKO; YAMOTO, HISAYOSHI; KUSUHARA, MASAKI) 25 September 2003 (2003-09-25) figures</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">1-12</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">E</td> <td style="text-align: left; padding: 2px;">-& EP 1 492 159 A (KABUSHIKI KAISHA WATANABE SHOKO) 29 December 2004 (2004-12-29) the whole document</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">1-12</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">X</td> <td style="text-align: left; padding: 2px;">US 5 372 754 A (ONO ET AL) 13 December 1994 (1994-12-13) the whole document</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">1,3,4,6, 7,9-12</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">-/-</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	US 6 540 840 B1 (TODA MASAYUKI ET AL) 1 April 2003 (2003-04-01) the whole document	1-12	X	WO 03/079421 A (KABUSHIKI KAISHA WATANABE SHOKO; YAMOTO, HISAYOSHI; KUSUHARA, MASAKI) 25 September 2003 (2003-09-25) figures	1-12	E	-& EP 1 492 159 A (KABUSHIKI KAISHA WATANABE SHOKO) 29 December 2004 (2004-12-29) the whole document	1-12	X	US 5 372 754 A (ONO ET AL) 13 December 1994 (1994-12-13) the whole document	1,3,4,6, 7,9-12		-/-	
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																		
X	US 6 540 840 B1 (TODA MASAYUKI ET AL) 1 April 2003 (2003-04-01) the whole document	1-12																		
X	WO 03/079421 A (KABUSHIKI KAISHA WATANABE SHOKO; YAMOTO, HISAYOSHI; KUSUHARA, MASAKI) 25 September 2003 (2003-09-25) figures	1-12																		
E	-& EP 1 492 159 A (KABUSHIKI KAISHA WATANABE SHOKO) 29 December 2004 (2004-12-29) the whole document	1-12																		
X	US 5 372 754 A (ONO ET AL) 13 December 1994 (1994-12-13) the whole document	1,3,4,6, 7,9-12																		
	-/-																			
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.		<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.																		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed																				
Date of the actual completion of the International search 2 November 2005		Date of mailing of the International search report 01-12-2005																		
Name and mailing address of the ISA 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		Authorized officer Brothier, J-A																		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/US2004/041944

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 470 144 B1 (TARUTANI MASAYOSHI ET AL) 22 October 2002 (2002-10-22) the whole document	1,3,6-11
Y	US 6 548 112 B1 (HILLMAN JOSEPH T ET AL) 15 April 2003 (2003-04-15) the whole document	13-15
Y	US 6 409 839 B1 (SUN JAMES J ET AL) 25 June 2002 (2002-06-25) cited in the application the whole document	13-15
A	EP 1 108 801 A (APPLIED MATERIALS, INC) 20 June 2001 (2001-06-20) the whole document	13-15
A	WO 02/074445 A (PORTER INSTRUMENT COMPANY, INC; PORTER, GEORGE, K; WOLF, SETH, B; ALBR) 26 September 2002 (2002-09-26) the whole document	1,6,10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US2004/041944

Box II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 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 III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 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.:

Remark on Protest

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

No protest accompanied the payment of additional search fees.

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

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

1. claims: 1-12

Atomizer according to claim 1 and vaporization system according to claim 6.
Method for providing vaporized liquids according to claim 10.

2. claims: 13-16

Vaporizer for an aerosol according to claim 13.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/US2004/041944

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 6540840	B1	01-04-2003	JP JP	3470055 B2 2000216150 A	25-11-2003 04-08-2000	
WO 03079421	A	25-09-2003	AU EP JP	2003213424 A1 1492159 A1 2003273030 A	29-09-2003 29-12-2004 26-09-2003	
EP 1492159	A	29-12-2004	AU WO JP	2003213424 A1 03079421 A1 2003273030 A	29-09-2003 25-09-2003 26-09-2003	
US 5372754	A	13-12-1994	JP	6291040 A	18-10-1994	
US 6470144	B1	22-10-2002	JP	2000345345 A	12-12-2000	
US 6548112	B1	15-04-2003	JP TW WO	2003514992 T 224151 B 0136707 A1	22-04-2003 21-11-2004 25-05-2001	
US 6409839	B1	25-06-2002		NONE		
EP 1108801	A	20-06-2001	JP US	2001257202 A 2003033978 A1	21-09-2001 20-02-2003	
WO 02074445	A	26-09-2002	DE EP EP EP EP JP JP JP JP WO WO WO	60204706 D1 1374004 A2 1372864 A2 1363745 A2 1427868 A2 2004524148 T 2004530190 T 2005506681 T 2004524150 T 02069065 A2 02068127 A2 02068713 A1	21-07-2005 02-01-2004 02-01-2004 26-11-2003 16-06-2004 12-08-2004 30-09-2004 03-03-2005 12-08-2004 06-09-2002 06-09-2002 06-09-2002	

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,MC,NL,PL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NA,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(74)代理人 100096013

弁理士 富田 博行

(74)代理人 100123548

弁理士 平山 晃二

(72)発明者 リュー,ベンジャミン・ワイ・エイチ

アメリカ合衆国ミネソタ州 55127, ノース・オーカス, ノース・ディープ・レイク・ロード
1

(72)発明者 マ, ヤミン

アメリカ合衆国ミネソタ州 55113, ローズビル, パスカル・ストリート・ノース 2405

F ターム(参考) 4K030 CA04 CA12 EA01

5F045 AA03 AA08 AB31 AB32 AB33 AB35 AB36 AC07 BB08 BB16
EE02

【要約の続き】

、192)にエアロゾルを提供する。蒸発チャンバー(52、116、192)は、蒸発させたガス/蒸気混合物が蒸発チャンバー(52, 116, 192)から出る前に、加熱された通路(198、124、202、212)を通る再循環ガスフローを組み込むことにより、完全な蒸発が確実になるように設計してもよい。