

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-14727

(P2009-14727A)

(43) 公開日 平成21年1月22日 (2009.1.22)

(51) Int.Cl.
G 0 1 N 15/02 (2006.01)F 1
G 0 1 N 15/02

テーマコード (参考)

A

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2008-175609 (P2008-175609)
 (22) 出願日 平成20年7月4日 (2008.7.4)
 (31) 優先権主張番号 10-2007-0067518
 (32) 優先日 平成19年7月5日 (2007.7.5)
 (33) 優先権主張国 韓国 (KR)

(71) 出願人 507233947
 アン カン ホ
 大韓民国 140-030 ソウル ヨン
 サンク イチョンドン 412 イチ
 ヨン アパートメント 102-1504
 (74) 代理人 110000154
 特許業務法人はるか国際特許事務所
 (72) 発明者 アン カン ホ
 大韓民国 140-030 ソウル ヨン
 サンク イチョンドン 412 イチ
 ヨン アパートメント 102-1504

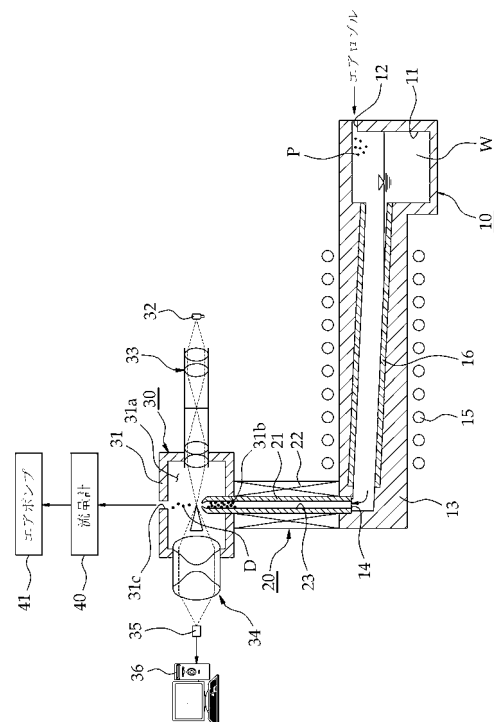
(54) 【発明の名称】 凝縮核計数器

(57) 【要約】

【課題】作動流体として水を使用することが可能な凝縮核計数器を提供する。

【解決手段】本発明は飽和器、凝縮器および光学粒子計数器から構成される。飽和器は、微粒子の浮遊している気体を作動流体によって飽和させて飽和気体を生成する。凝縮器は、飽和器の下流に連結されており、飽和器から供給される微粒子を核として液滴が生成されるように飽和気体を凝縮させる。光学粒子計数器は、凝縮器から供給される液滴を光学的に検出する。凝縮器は、飽和器と光学粒子計数器とを連結する凝縮器チューブを有し、凝縮器チューブの内側に親水性チューブを備えている。本発明によれば、凝縮器チューブの内面に親水性チューブが取り付けられることにより、作動流体として水を使用することができるとともに、光学的な方法で微粒子を容易且つ正確に計測することができるという効果がある。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

微粒子の浮遊している気体を作動流体によって飽和させて飽和気体を生成する飽和器と、

前記飽和器の下流に連結されており、前記飽和器から供給される前記微粒子を核として液滴が生成されるように前記飽和気体を凝縮させる凝縮器と、

前記凝縮器の下流に連結されており、前記凝縮器から供給される前記液滴を光学的に検出する光学粒子計数器と

を含んでなる凝縮核計数器において、

前記凝縮器は、前記飽和器と前記光学粒子計数器とを連結する凝縮器チューブを有し、前記凝縮器チューブの内面には前記飽和気体が流れるように親水性チューブが取り付けられていることを特徴とする、凝縮核計数器。

10

【請求項 2】

前記親水性チューブが、複数の気孔を有する多孔性チューブからなることを特徴とする、請求項 1 に記載の凝縮核計数器。

【請求項 3】

前記親水性チューブが、酸化チタンおよび親水性ポリマーのいずれかから構成されることを特徴とする、請求項 2 に記載の凝縮核計数器。

【請求項 4】

前記作動流体が水であることを特徴とする、請求項 1 に記載の凝縮核計数器。

20

【請求項 5】

前記飽和器の温度は前記水の蒸発のために 60 ~ 70 に維持されており、前記凝縮器の温度は水蒸気の凝縮のために約 20 に維持されていることを特徴とする、請求項 4 に記載の凝縮核計数器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、凝縮核計数器に係り、より詳しくは、作動流体(Working Fluid)として水を用いて多量の微粒子を効率よく測定することが可能な凝縮核計数器に関する。

【背景技術】

30

【0002】

凝縮核計数器は、飽和器(Saturator)、凝縮器(Condenser)および光学粒子計数器(Optical Particle Counter、OPC)から構成されており、微粒子の個数と粒径の測定に用いられている。凝縮核計数器の飽和器は、エアロゾル(Aerosol)、すなわち微粒子が浮遊している気体の飽和のために作動流体を収容している。作動流体としては、例えばアルコール、ブタノール、イソプロピルアルコールなどのアルコール系とエチレングリコールなどの有機化合物が使用されている。

【0003】

飽和器は、ヒーターの加熱によって周囲の温度より高い温度に維持される。これにより、飽和器に収容されている作動流体は蒸発する。微粒子の浮遊している気体が飽和器に流入すると、気体は作動流体によって飽和して飽和気体になり、飽和気体は飽和器から凝縮器に供給される。作動流体の一例としてアルコールが使用される場合、飽和器の温度は約 35、凝縮器の温度は約 10 にそれぞれ維持される。凝縮器では飽和気体が温度の低下によって過飽和気体になる。飽和気体の凝縮は、微粒子を核として液滴が成長する形で起きる。成長した液滴は光学粒子計数器に供給される。凝縮器における飽和気体の拡散速度が温度伝達速度より速くなると、飽和気体は微粒子の周囲で凝縮せず、凝縮器の壁面のみ凝縮する。光学粒子計数器は、液滴の検出によって微粒子の個数と粒径を測定する。

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

50

凝縮核計数器の作動流体としては人体に無害で匂いと汚染物質の発生がない水を使用することが多くの利点を持つ。ところが、従来の技術の凝縮核計数器において水を作動流体として使用すると、水蒸気は低温の凝縮器の壁面でのみ凝縮が発生し、微粒子を核とする凝縮は発生しないため、微粒子がそのまま排出される。凝縮していない微粒子は光学粒子計数器によって検出できないという問題点がある。

【 0 0 0 5 】

従って、従来の技術に係る凝縮核計数器は作動流体として有機化合物を使用している。有機化合物は、人体に有害であるうえ、匂いが多く発生するという問題点がある。その上、引火物質である有機化合物の取り扱いに多くの難しさを伴っている。特に、半導体の製造工程において、凝縮核計数器の作動流体としてアルコール系の有機化合物が使用される場合、有機化合物が汚染物質として作用して不良の原因となっている。有機化合物は、気体に含まれている水分を吸収するため、長時間使用の際に凝縮核計数器の性能を低下させる。よって、有機化合物は周期的に交換しなければならないという厄介な問題点がある。

【 0 0 0 6 】

従来の凝縮核計数器は、エアロゾルの測定容量が決定されているため、ある一つの場所で多量のエアロゾルを測定するためには多数台の凝縮核計数器が使用されなければならないという厄介で不便な問題点がある。また、多数台の凝縮核計数器が使用されるとき、各凝縮核計数器の飽和器と凝縮器の温度を均一に制御することが非常に困難であるという問題点がある。飽和器と凝縮器の温度差が大きければ、微粒子の測定から得られるデータの信頼性が低下する。

【 0 0 0 7 】

そこで、本発明は、上述した従来の技術の様々な問題点を解決するために創案されたもので、その目的とするところは、凝縮器チューブの内面が親水性層から構成されることにより、作動流体として水を使用することが可能な凝縮核計数器を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

上記目的を達成するために、本発明の一特徴によれば、微粒子の浮遊している気体を作動流体によって飽和させて飽和気体を生成する飽和器と、飽和器の下流に連結されており、飽和器から供給される微粒子を核として液滴が生成されるように飽和気体を凝縮させる凝縮器と、凝縮器の下流に連結されており、凝縮器から供給される液滴を光学的に検出する光学粒子計数器とを含んでなる凝縮核計数器において、凝縮器は、飽和器と光学粒子計数器とを連結する凝縮器チューブを有し、凝縮器チューブの内側には飽和気体が行れるように親水性チューブが取り付けられている、凝縮核計数器を提供する。

【 0 0 0 9 】

また、親水性チューブは酸化チタン層からなり、作動流体は水からなることを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

上述したように、本発明に係る凝縮核計数器によれば、凝縮器チューブの内面に親水性物質をコーティングまたはプラズマ表面改質によって形成することにより、或いは親水性チューブを設置することにより、作動流体として水を使用することができるとともに、光学的な方法で微粒子を容易かつ正確に測定することができるという効果がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 1 】

以下に添付図面を参照しながら、本発明に係る凝縮核計数器の好適な実施の形態について詳細に説明する。

【 0 0 1 2 】

まず、図 1 を参照すると、本発明の凝縮核計数器は、微粒子 P の浮遊している気体を作動流体によって飽和させて飽和気体を生成する飽和器 10、飽和気体を凝縮させる複数の凝縮器 20、および微粒子 P の個数と粒径を光学的に検出して算出する複数の光学粒子計

10

20

30

40

50

数器 30 から構成されている。

【0013】

飽和器 10 は、作動流体 W が収容されるプール(pool) 11 を備えている。プール 11 は、エアロゾル、すなわち微粒子 P の浮遊している気体が導入される飽和器 10 の入り口 12 と連結されている。プール 11 の一方には飽和気体の流れを誘導する飽和器チューブ 13 が連結されており、飽和器チューブ 13 は飽和気体を排出するための出口 14 を有する。作動流体 W の水位は、作動流体 W の液面上に気体の流れが誘導されるように入り口 12 および出口 14 より低く維持されている。飽和器 10 の外側にはヒーター 15 が取り付けられている。ヒーター 15 は、プール 11 に収容されている作動流体 W が蒸発するように熱を加える。飽和器チューブ 13 の内面には、作動流体 W の蒸発を促進させることができるようにプール 11 の作動流体 W を吸収する吸収部材 16 が取り付けられている。作動流体 W としては、水、アルコール系などが使用できるが、好ましくは水である。

10

【0014】

図 1 ~ 図 3 を参照すると、凝縮器 20 は、飽和器 10 の下流に連結されており、飽和器 10 から供給される微粒子 P を核として液滴 D が生成されるように飽和気体を凝縮させる。凝縮器 20 は、飽和器 10 の出口 14 と連結されている凝縮器チューブ 21 を備えている。凝縮器チューブ 21 の外面には、凝縮器チューブ(Condenser Tube) 21 を降温させる冷却手段として熱電冷却素子(Thermo Electric Cooler) 22 が取り付けられている。冷却手段は、凝縮器チューブ 21 の外面を取り囲む冷却チャンバー(Cooling Chamber)と、冷却チャンバーに冷媒を供給して凝縮器チューブ 21 を降温させる冷凍サイクル(Refrigerating Cycle)を有する冷却装置とから構成できる。

20

【0015】

凝縮器チューブ 21 の内面には、作動流体 W として水が使用できるようにするために親水性チューブ 23 が取り付けられている。親水性チューブ 23 は、酸化チタン(TiO_2)または親水性ポリマーから構成できる。また、凝縮器チューブ 21 の内面には、親水性物質、例えば酸化チタン(TiO_2)層がコーティングまたはプラズマ表面改質によって形成できる。プラズマ表面改質は、公知のプラズマ表面改質装置のプラズマを用いて凝縮器チューブ 21 の内面に酸化チタン層を形成する。

【0016】

図 4 を参照すると、親水性チューブ 23 は、複数の気孔 23a を有する多孔性チューブから構成されている。多孔性チューブは、酸化チタンまたは親水性ポリマーなどから構成され、或いは親水性 - 疎水性を持つ物質、例えばゼオライトなどから構成される。

30

【0017】

図 1 に示すように、光学粒子計数器 30 は、凝縮器 20 の下流に連結されており、凝縮器チューブ 21 から供給される液滴 D を光学的に検出して微粒子 P の個数と粒径を算出する。光学粒子計数器 30 は、ハウジング 31、光源 32、第 1 レンズ群 33、第 2 レンズ群 34、光検出器 35 およびコンピュータ 36 から構成されている。

【0018】

ハウジング 31 のセンシング体積(空間)(Sensing Volume) 31a は入り口 31b と出口 31c に連結されており、ハウジング 31 の入り口 31b には凝縮器チューブ 21 が連結されている。光源 32 はハウジング 31 の一側に取り付けられており、光源 32 から出力される光は第 1 レンズ群 33 を介してハウジング 31 のセンシング体積 31a に投射される。ハウジング 31 のセンシング体積 31a に投射される光はハウジング 31 の他側に取り付けられている第 2 レンズ群 34 によって集光され、第 2 レンズ群 34 を介して集光される光は光検出器 35 によって検出される。

40

【0019】

光検出器 35 は、検出される光信号を出力してコンピュータ 36 に入力する。コンピュータ 36 は、光検出器 35 から入力される光信号をプログラムによってプロセッシングして微粒子 P の個数と粒径を算出する。光検出器 35 は、液滴 D の位置データを獲得するためにイメージセンサ、例えば電荷結合素子カメラ(CCD カメラ)またはクアドラチャール検

50

出器(Quadrature Detector)から構成できる。コンピュータ36は、光検出器35の光信号を処理し、微粒子Pの個数と粒径を算出して出力する信号処理器から構成できる。ハウジング31の出口31cには、流量の制御のための流量計40、および気体の導入のためのエアポンプ41が取り付けられている。

【0020】

次に、このような構成を持つ本発明に係る凝縮核計数器の作用について説明する。

【0021】

図1および図2を参照すると、飽和器10のプール11に作動流体Wとして水が収容される。ヒーター15の作動によって飽和器10の温度が約60~70℃に維持されると、水が蒸発して水蒸気が生成される。エアポンプ41の作動によって気体吸い込み力が発生すると、飽和器10の入り口12を介してプール11にエアロゾル、すなわち微粒子Pの浮遊している気体が導入される。気体は、水蒸気によって飽和気体になった後、出口14を介して排出される。

10

【0022】

飽和器10の出口14に連結されている凝縮器20の凝縮器チューブ21は、熱電冷却素子22の作動によって飽和器10の温度より低い温度に維持される。凝縮器チューブ21の温度は、作動流体としてアルコール系を使用する従来の技術の凝縮核計数器より約10℃高い温度、すなわち20℃に維持される。したがって、気体に浮遊している微粒子Pを核として水蒸気が凝縮しながら液滴D、すなわち水滴が生成される。飽和器10の温度は約60~70℃に維持され、凝縮器チューブ21の温度は約20℃に維持される。よって、液滴Dの生成が最適化され、エネルギーの効率が高くなる。

20

【0023】

凝縮器チューブ21の内面から発生する液滴Dは、重力によって親水性表面層23に沿って容易に流下する。凝縮器チューブ21の内面が疎水性を持つ場合には、液滴Dが、凝縮器チューブ21の内面に沿って流下せず、凝縮器チューブ21の内面に滞留することになる。凝縮器チューブ21の内面に滞留する液滴Dは、伝熱を妨害して凝縮器チューブ21内の温度の分布を不均一にする。したがって、凝縮器チューブ21内における過飽和度は非常に不均一になり、微粒子Pを核とする液滴Dの成長を妨害する。

【0024】

図4に示すように、親水性チューブ23が、複数の気孔23aを有する多孔性チューブから構成されている場合、多孔性チューブの内面に沿って液滴Dが流下して液滴Dの滞留現象が防止される。気孔23aは液滴Dを吸収して液滴Dの滞留現象を効果的に防止する。

30

【0025】

図1および図3を再び参照すると、液滴Dは、凝縮器チューブ21を介して光学粒子計数器30のセンシング体積31aに導入された後、センシング体積31aを経て出口31cからハウジング31の外に排出される。光源32からの光は第1レンズ群33を介してセンシング体積31aに投射され、投射される光はセンシング体積31aに沿って流れる液滴Dによって散乱する。液滴Dによって散乱する散乱光は第2レンズ群34を介して光検出器35に送られ、光検出器35は光を検出して光信号を出力する。コンピュータ36は、光検出器35から入力される光信号をプログラムによってプロセッシングして微粒子Pの個数と粒径を算出し、算出される微粒子Pの個数と粒径を例えばモニターなどのディスプレイに表示する。ハウジング31の出口31cから排出される微粒子Pと液滴Dは、フィルターのフィルタリングによって除去する。

40

【0026】

本発明の凝縮核計数器と従来の技術の凝縮核計数器それぞれに対して性能実験を行って図5のグラフに示した。本発明の凝縮核計数器は、従来の技術の凝縮核計数器において凝縮器チューブの内面に親水性チューブとして酸化チタン層が形成されたものである。本発明の凝縮核計数器には作動流体として水が使用され、従来の技術の凝縮核計数器には作動流体としてブタノールが使用された。図5のグラフを参照すると、直径(D_p)20nm

50

、40nm、60nmの微粒子の濃度が10,000個/cm³の場合までは、本発明の凝縮核計数器と従来の技術の凝縮核計数器それぞれによって微粒子の個数を測定した結果がほぼ一致することが分かる。また、本発明の凝縮核計数器と従来の技術の凝縮核計数器それぞれによって微粒子の個数を測定した結果は、理論的直線(Theoretical Line)にほぼ一致することが分かる。

【0027】

本発明の凝縮核計数器と従来の技術の凝縮核計数器の両方ともに作動流体として水を使用した性能実験を行って図6および図7のグラフにそれぞれ示した。図6のグラフは、流量1.01pm(Liter Per Minute)のエアロゾルに対して直径(D_p)20nm、40nm、60nmの微粒子を測定した結果を示した。図7のグラフは、エアロゾルの流量をそれぞれ1.01pm、0.81pm、0.51pm、0.31pmと変えて測定した結果を示す。図6および図7のグラフを参照すると、本発明の凝縮核計数器によって得られる理論的直線に対して、従来の技術の凝縮核計数器はその微粒子の計数効率が約10%と非常に低いことが分かる。

10

【0028】

以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明はかかる例に限定されないことは言うまでもない。当業者であれば、本発明の技術的思想と特許請求の範囲に記載された範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても本発明の技術的範囲に属するものと理解されるべきである。

20

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】本発明に係る凝縮核計数器の一実施例の構成を示す断面図である。

【図2】本発明に係る凝縮核計数器の凝縮器チューブ内に親水性チューブが取り付けられている構成を示す断面図である。

【図3】本発明に係る凝縮核計数器の凝縮器チューブ内で微粒子を核として液滴が生成される状態を拡大して示す図である。

【図4】本発明に係る凝縮器計数器において親水性チューブの例として多孔性チューブが取り付けられている構成を示す断面図である。

【図5】本発明の凝縮核計数器と従来の技術の凝縮核計数器に対する性能実験の結果を示すグラフである。

30

【図6】本発明の凝縮核計数器と、水を作動流体として使用した従来の技術の凝縮核計数器に対する性能実験の結果を示すグラフである。

【図7】本発明の凝縮核計数器と、水を作動流体として使用した従来の技術の凝縮核計数器に対する性能実験の結果を示すグラフである。

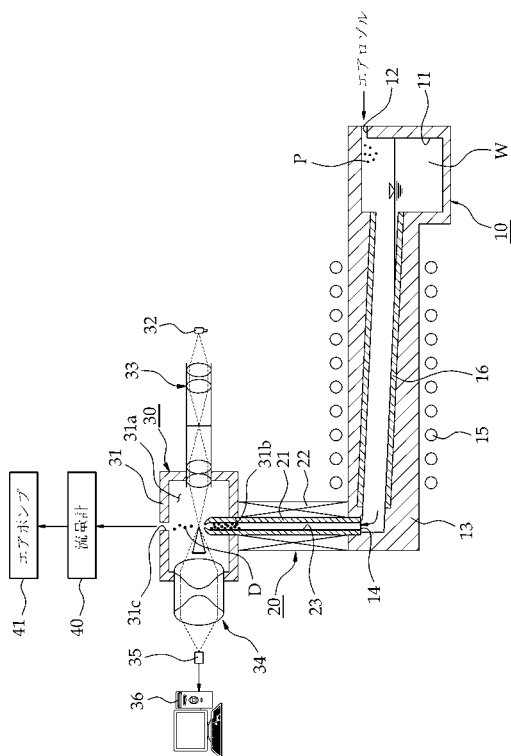
【符号の説明】

【0030】

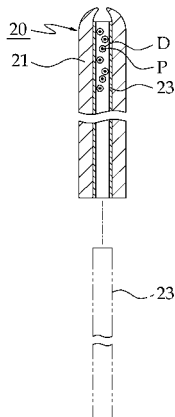
10 飽和器、11 プール、13 飽和器チューブ、15 ヒーター、16 吸収部材、20 凝縮器、21 凝縮器チューブ、22 熱電冷却素子、23 親水性チューブ、30 光学粒子計数器、31ハウジング、32 光源、33 第1レンズ群、34 第2レンズ群、35 光検出器、36 コンピュータ、40 流量計、41 エアポンプ、W 作動流体、P 微粒子。

40

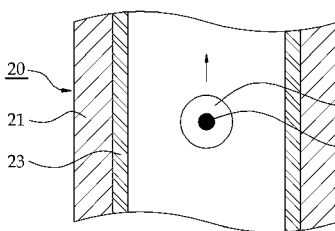
【図 1】



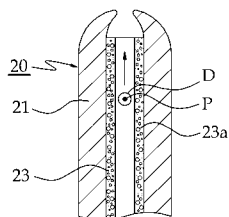
【図 2】



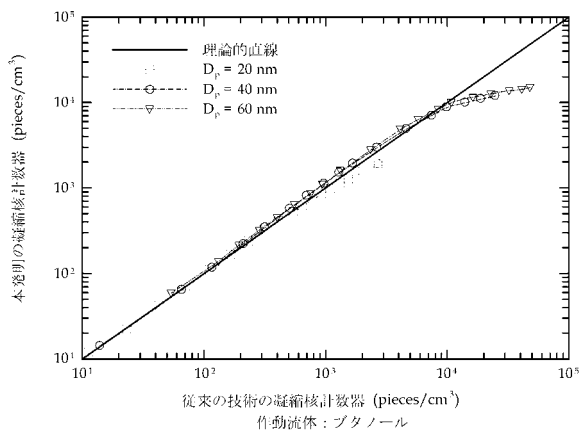
【図 3】



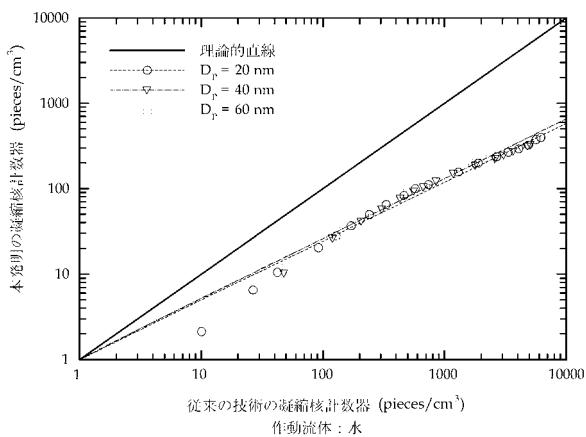
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

