

(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2013-527443

(P2013-527443A)

(43) 公表日 平成25年6月27日 (2013.6.27)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>GO 1 N 1/28 (2006.01)</b>	GO 1 N 1/28 K	2 G O 5 2
<b>GO 1 N 30/06 (2006.01)</b>	GO 1 N 30/06 Z	
<b>GO 1 N 37/00 (2006.01)</b>	GO 1 N 37/00 1 O 1	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2013-506637 (P2013-506637)  
 (86) (22) 出願日 平成23年4月26日 (2011.4.26)  
 (85) 翻訳文提出日 平成24年12月25日 (2012.12.25)  
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2011/056593  
 (87) 国際公開番号 W02011/134968  
 (87) 国際公開日 平成23年11月3日 (2011.11.3)  
 (31) 優先権主張番号 102010018830.1  
 (32) 優先日 平成22年4月29日 (2010.4.29)  
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

(71) 出願人 512137348  
 バイエル・インテレクチュアル・プロパティ・ゲゼルシャフト・ミット・ベシュレンクテル・ハフツング  
 Bayer Intellectual Property GmbH  
 ドイツ40789モンハイム、アルフレート・ノーベル・シュトラッセ10番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液体蒸発器

## (57) 【要約】

本発明は、液体 3 の少なくとも一部を蒸発する方法と装置に関し、上記液体はダクト 5 を通り開口 4 を経て供給される。上記開口は上記液体 3 の蒸発温度より高い温度に維持された蒸気チャンバ 9 に通じている。そして、上記液体の少なくとも一部が蒸発して蒸気が、加熱された上記蒸気チャンバ 9 に入るよう、上記液体 3 は上記開口の領域で電磁波（レーザー 1）によって照射される。

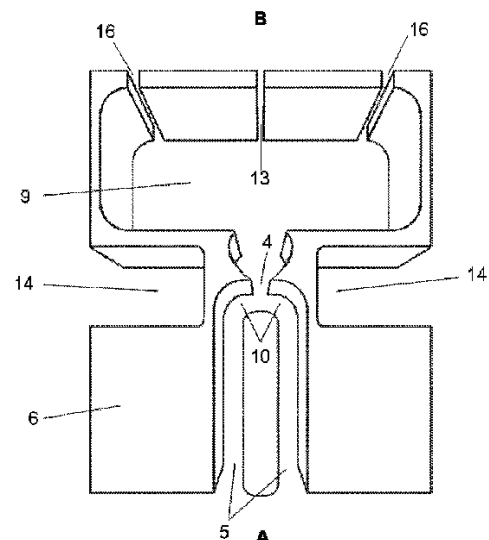


Fig. 1

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

液体の少なくとも一部を蒸発させる方法であって、

上記液体はチャンネルを通り開口を経て供給され、上記開口は上記液体の蒸発温度より高い温度に維持された蒸気チャンバに通じており、

上記液体の少なくとも一部が蒸発して蒸気が、加熱された上記蒸気チャンバに入るよう、上記液体は上記開口の領域で電磁波によって照射されることを特徴とする方法。

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載の方法において、

加熱は集光パルスレーザービームによって行われることを特徴とする方法。

10

**【請求項 3】**

請求項 1 または 2 に記載の方法において、

上記液体は混合物(mixture)であることを特徴とする方法。

**【請求項 4】**

開口を介して互いにつながっているチャンネルと蒸気チャンバとが形成され、上記チャンネルは、液体が上記開口を経て供給されることができるよう、かつ、上記開口に隣接する蒸発領域が、オプションとしてこの開口も含めて電磁波によって照射され得るように構成されている本体と、

上記蒸気チャンバを加熱する手段とを備えたことを特徴とする液体蒸発器。

20

**【請求項 5】**

請求項 4 に記載の液体蒸発器において、

上記蒸発領域は、使用中の電磁波に対して少なくとも部分的に透明であるカバーを備えていることを特徴とする液体蒸発器。

**【請求項 6】**

請求項 4 または 5 に記載の液体蒸発器において、

上記チャンネル、上記開口、および上記蒸発領域は、上記チャンネルを流れる液体が、毛細管力と界面エネルギーとの少なくとも一方により上記チャンネル内に残って、上記蒸気チャンバ内に自由に流入しないように構成されていることを特徴とする液体蒸発器。

30

**【請求項 7】**

請求項 4 から 6 までのいずれか 1 に記載の液体蒸発器において、

上記チャンネルは上記開口の領域に湾曲を有し、この湾曲は、流れている液体中にディーン渦を生じさせることを特徴とする液体蒸発器。

**【請求項 8】**

請求項 4 から 7 までのいずれか 1 に記載の液体蒸発器において、

上記蒸気チャンバにおけるガス出口と、

上記蒸気チャンバから空気を抜くための、および / または上記蒸気チャンバを洗い流すための、上記蒸気チャンバにおける接続部と、

上記蒸気チャンバを加熱する手段に熱伝導する態様で接続され、上記ガス出口を上記開口から遮断するように配置されている、上記蒸気チャンバにおけるラメラ構造とをさらに備えたことを特徴とする液体蒸発器。

40

**【請求項 9】**

請求項 4 から 8 までのいずれか 1 に記載の液体蒸発器において、

シリコン・オン・ガラス技術のマイクロシステムとして製造され、シリコンは上記本体のために使用され、ガラスは上記透明カバーのために使用されていることを特徴とする液体蒸発器。

**【請求項 10】**

請求項 4 から 9 までのいずれか 1 に記載の液体蒸発器の使用法であって、マイクロ分析システム、特に、マイクロ質量分析計またはマイクロガスクロマトグラフに使用すること

50

を特徴とする使用法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、液体蒸発器および液体を蒸発させる方法に関する。

【背景技術】

【0002】

液体蒸発器は液体をガス相に変換するために使用されるもので、種々の用途で採用されている。

【0003】

10

US7618027B2は、たとえば、マイクロエレクトロニクス分野で使用される低蒸気圧の高純度ガスを生成するための液体蒸発器を開示している。

【0004】

WO05/016512A1は、たとえば、物質混合物(substance mixture)から揮発性化合物を除去する方法において使用することのできる液体蒸発器を開示している。

【0005】

液体蒸発器は分析において広く使用されており、任意の分析方法のために利用可能とするために、分析対象である液体のサンプル量(sample quantity)がまずガス相に変換される。US7309859B2は、たとえば、質量分析計のためのイオン源において使用することのできる液体蒸発器を開示している。

20

【0006】

特に分析分野において、液体蒸発器に特別な要件が課されている。例えば、定量的に信頼性ある分析の場合には、ガス相での物質混合物の全成分の濃度が液体での濃度に等しいことが重要である。この目的のために、サンプル容積(sample volume)の蒸発を完全に行うことが必要である。再凝縮を回避するために、その後、ガス状サンプルは、例えば、含有成分(components involved)の最高蒸発温度より高い温度の分析システムに輸送される必要がある。

【0007】

今日まで、液体蒸発器は、液体サンプルが少量ずつ連続的に供給される連続被加熱システムとして好適に構成されてきた。異なる蒸発温度を有する複数の成分を完全に、かつ、できるだけ同時に蒸発させるためには、蒸発器の高熱容量(high heat capacity)と高熱質量(high thermal mass)とが通常必要である。これは、必然的に、高いエネルギーを必要とし、また、蒸発器の概して空間的に広がる構造のせいで、その分高い電力を必要とし、時として、付随的に、サンプリングと蒸発との間の長い無駄時間をも生じさせることとなる。

30

【0008】

現代の分析システムの性能の向上により、分析に必要なサンプル量は時の経過と共にコンスタントに減少してきた。たとえば、最小サンプル量で機能するマイクロ質量分析計が知られている(例えば、WO08/101669A1参照)。

【0009】

40

必要なサンプル量の削減は、一方において、有利である。サンプル量が小さいことは、例えば、蒸発時間が短く、それ故、サンプル成分の変化を記録するときの時間分解能(temporal resolution)が高いことを意味している。

【0010】

他方で、液体蒸発器は、より少ないサンプル量の利点を十分に引き出すことができるようにするためには、少量のサンプル量に対応する必要がある。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

したがって、既知の先行技術に基づくと、小容積(small volume)の液体を確実に蒸発

50

させることのできる液体蒸発器および液体蒸発方法を提供するという目的が生じる。蒸発させるべきサンプル容積(sample volume)は、この文脈においては、好ましくは100  $\mu$ l未満、特に好ましくは10  $\mu$ l未満、さらに好ましくは1  $\mu$ l未満である。

【0012】

蒸発後のサンプル量は、それが採取された液体を表していなければならない。液体蒸発器は、経済的に製造および使用でき、蒸発のために必要なエネルギーが低くてすみ、そして迅速な蒸発を確実に行えるようにするものでなければならない。そして、液体蒸発器は、沈殿する可能性のある溶解物質を含有する液体を蒸発させることも可能となるようにセルフクリーニング機能を有するか、または、使い捨て(ディスポーザブル)品として構成されるべきである。

10

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明によれば、上記目的は、請求項1の液体の少なくとも一部を蒸発する方法によって、また、この方法を実行するために形成された請求項4の液体蒸発器によって達成される。

【0014】

したがって、本発明は、第1に、液体の少なくとも一部を蒸発させる方法であって、液体はチャンネルを通り開口を経て供給され、上記開口は上記液体の蒸発温度より高い温度に維持された蒸気チャンバに通じており、

上記液体の少なくとも一部が蒸発して蒸気が、加熱された上記蒸気チャンバに入るよう、上記液体は上記開口の領域で電磁波(electromagnetic radiation)を照射されることを特徴とする方法を提供する。

20

【0015】

本発明は、第2に、

開口を介して互いにつながっているチャンネルと蒸気チャンバとが形成され、上記チャンネルは、液体が上記開口を経て供給されることができるよう、かつ、上記開口に隣接する蒸発領域が、オプションとしてこの開口も含めて、電磁波を照射され得るように構成されている本体と、

上記蒸気チャンバを加熱する手段と  
を備えたことを特徴とする液体蒸発器を提供する。

30

【0016】

本発明の方法と本発明の蒸発器は、液体のサンプル量を局所加熱により蒸発させるために電磁波のエネルギーを用いる。このために、液体は、開口を経てチャンバへと通じるチャンネルを通る。上記開口の領域は電磁波にとってアクセス可能である。すなわち、その領域は電磁波で照射され得る。この領域(以下において、蒸発領域とも言う)では、上記液体は電磁波によって、サンプル量が蒸発する程度に局所的に加熱される。蒸発したサンプル量は、上記開口を通してチャンバ(以下において、蒸発チャンバとも言う)に入るが、このチャンバは上記液体の蒸発温度よりも高い温度まで加熱することができるので、蒸気はチャンバ内で凝縮しない。

【0017】

電磁波は好ましくは上記液体蒸発器の外から蒸発サイト(evaporation site)へ供給される。したがって、この蒸発サイトは、使用中の電磁波に対して少なくとも部分的に透明であるカバーを備えていることが好ましい。少なくとも部分的に透明であるカバーとは、電磁波の大部分を透過させ、わずかな部分しか吸収及び/または反射しないカバーのことをいい、入射エネルギーの大部分が蒸発サイトに到達し、そこで任意のサンプル量を加熱するのに利用可能となる。上記カバーの透過性(透光性)が高く、それ故吸収性が低いことは、カバー自身が加熱されないという効果を奏する。

40

【0018】

好ましくは、蒸発領域は、電磁波を高い割合で吸収し吸収した電磁波を熱に変えるように構成される。例えば、上記チャンネルの内壁は、入射エネルギーの大部分を吸収して熱に

50

変える材料からなる。同様に、上記チャネルの内壁を、蒸発領域において、使用中の電磁波に対する吸収係数が高い材料でコーティングすることも考えられる。これら双方の場合において、蒸発器により、それ自体は使用中の電磁波に対して低い吸収係数しか持たない液体を蒸発させる（加熱は間接的に行われる）ことも可能である。上記蒸発領域は、それが液体の間接加熱に対応できるようになっているときには、以下において吸収体（absorber）とも称される。

【0019】

しかし、使用する線源（radiation source）は、液体の直接加熱ができるよう、蒸発対象の液体に適合しているのが都合がよい。直接加熱は、液体の環境（周囲雰囲気）がわず

10

【0020】

好ましくは、レーザービームが照射に用いられる。集光パルスレーザービーム（pulsed, focused laser beam）を使用するのが特に好ましい。好ましくは、レーザーパルス長は、上記吸収体と蒸発対象液体との少なくとも一方の熱時定数がレーザーパルス長に比して長くなるように選択される。これは、単一のパルスであっても任意のサンプル量を蒸発させるのに十分であることを意味している。

【0021】

蒸発する液体の量は、レーザーパルス長を変えることにより、そして、そのパワーを変えることにより、変えることができる。より大量の蒸発のためには、パルス列を用いてもよい。蒸発の瞬間を非常に正確に確立できるので、蒸気の発生を分析器でのサンプリングと同期させることができ、高い測定感度での相関測定が可能となる。さらに、この方法は、サンプル流をセグメント（部分、区分）単位で蒸発させて、制御された方法で分析することを可能とするので、時間に応じて大きく変動するサンプル組成や、液体によって運ばれる未混合（unmixed）成分または未溶解成分（エマルジョン、細胞）をも、定義された方法または選択的方法で記録することができる。

20

【0022】

レーザービームは、このレーザービームに対して少なくとも部分的に透明であるカバーを通して、フリービームまたは光ファイバー（fiber optics）により、供給される。

【0023】

上記チャネルから上記蒸気チャンバへの遷移部は、上記開口における毛細管力により、液体が上記蒸気チャンバ内に自由に流入できないように構成されている。液体の放出の抑制は、上記開口の位置におけるチャンバの断面の寸法と、上記チャネルとのインターフェースの長さおよびその断面とが十分大きく異なることによって達成される。その代替として、またはそれに加えて、上記チャネルの内壁及び上記チャンバには、少なくとも上記開口の領域において、異なる表面エネルギーを有する層が設けられていてもよい。蒸発対象の液体が例えば水溶液であれば、上記チャネルの上記開口領域には親水性コーティングを、そして上記チャンバの上記開口領域には疎水性コーティングをすることができる。

30

【0024】

小断面で、したがって、非乱流である層流の場合には特に、チャネルの中央部からのサンプリングを可能とするために、このチャネルは蒸発領域に湾曲（curvature）を有しているのが好ましい。湾曲により、内側及び外側の湾曲領域における流速（流量）（flow rate）が異なることとなる。ディーン渦が発生し、流れ方向に垂直な流れとなり、液体の元素（要素）をチャネルの中央部から上記開口領域におけるチャネルエッジへと運ぶ。

40

【0025】

軽く加熱された位置は、続く液体で常に洗い流されるので、蒸発中に沈殿した固体物が液体流によって再溶解または機械的に除去されて、運び去られるという効果を達成することもできる。チャネルの湾曲領域で発生するディーン渦はこのセルフクリーニングプロセスを助ける。

【0026】

50

蒸発チャンバはガス出口を有する。このガス出口を通して蒸気が本発明の蒸発器から出て行く。ガス出口の他に、この蒸気チャンバは、一の蒸発プロセスから次の蒸発プロセスへのサンプルの二次汚染を回避するためにサンプリングの合間に上記蒸気チャンバを排気 (evacuation) し、さらに、オプションとして上記蒸気チャンバに水を掛けて洗い流すこと (flushing) を可能とする接続部を備えていてもよい。

【0027】

代替方法として、これはそれぞれ、複数回の蒸発後に、制御された方法で行われてもよい。これは、利用可能なガス量または注入のためのその圧力の少なくとも一方を増大させるため、もしくは、分析直前のサンプル容積 (sample volumes) を平均化することができるようにするためである。

【0028】

上記蒸気チャンバは、好ましくは電気作動式の加熱要素によって、加熱されてもよい。

【0029】

蒸気を均一に高温に保持するために、好ましくは、熱伝導性材料で作られたラメラ構造が上記蒸気チャンバ中に広がって (延びて) いてもよい。この蒸気チャンバは表面接触加熱によって局所的に加熱され、これらのラメラ構造も同様に、加熱装置によって、熱伝導を介して加熱される。

【0030】

上記ラメラ構造は、蒸気によって上記チャネルから上記チャンバ内へと運ばれた小滴の蒸発を容易にもする。

【0031】

上記ラメラ構造は、粒子が上記ガス出口を通過するのを防止する (図2参照) ように、すなわち、上記開口と上記ガス出口とを互いに対して遮断するように、好適に適用される。

【0032】

蒸発のためのエネルギーの入力は、光学的に、すなわち不接触で行われ、チャンバの加熱は直接その中に組み込む必要が無いので、この蒸発システムは製造が簡単で、しかも原理的には、汚染の際には、容易に取り替えもできる。好適な実施形態では、本発明に係る液体蒸発器は使い捨て品として構成される。

【0033】

上記チャネルと上記チャンバとが形成された本発明の液体蒸発器の本体は、ワンピース (継ぎ目なし) で、または複数のピースで構成することができる。好ましくは、ワンピース (継ぎ目なし) で構成される。

【0034】

上記液体蒸発器は好ましくはマイクロシステムであり、その構造はマイクロ加工技術によって製造される。

【0035】

マイクロシステムにおける構造の製造は、マイクロシステム技術分野の当業者に知られている。マイクロ加工技術は、例えば、文献「Fundamentals of Microfabrication」(Marc Madou, CRC Press Boca Raton FLA 1997) または文献「Mikrosystemtechnik fuer Ingenieure [Microsystem technology for engineers]」(W. Menz, J. Mohr, O. Paul, Wiley-VCH, Weinheim 2005) に記載され、説明されている。シリコン・オン・シリコン技術のより詳しい説明は、例えば、Q.-Y. Tong, U. Goesele: Semiconductor Wafer Bonding: Science and Technology; The Electrochemical Society Series, Wiley-Verlag, New York (1999)にある。ガラス・オン・ガラス技術については、一例として、次の文献を参照できる。J. Wie et al., Low Temperature Glass-to-Glass Wafer Bonding, IEEE Transactions on advanced packaging, Vol. 26, No. 3, 2003, pages 289-294; および Duck-Jung Lee et al., Glass-to-Glass Anodic Bonding for High Vacuum Packaging of Microelectronics and its Stability, MEMS 2000, The Thirteenth Annual International Conference on Micro Electro Mechanical Systems, 23-27 January 2000, pages 253-258。

10

20

30

40

50

## 【0036】

マイクロシステム技術は基本的に、高アスペクト比（例えば、非常に深い（ $\sim 100\ \mu\text{m}$ ）、狭い（ $\sim \mu\text{m}$ ）トレンチ）を有し、ストラクチャリング精度（structuring accuracies）がマイクロメータ範囲にあるシリコン基板および／またはガラス基板のストラクチャリング（構築）に基づいており、ウェットケミカル、好ましくはプラズマエッチングプロセスを、熱膨張係数の点で適合化されたナトリウム含有ガラス基板（例えば、パイレックス（登録商標））と組み合わせて用いる。それらの基板は単純なエッチング構造を備え、いわゆる陽極接合により直接に気密シールで互いに接続されているか、半田合金（AuSi）として機能する薄膜Au層により接続されている。

## 【0037】

高アスペクト比の金属構造は、厚いフォトレジスト（ $> 100\ \mu\text{m}$ ）における電解成長によって同等の精度で製造することができる（UV-LIGA）。高真空蒸着およびスパッタリング、PVD法、あるいは化学気相蒸着法（CVD法）（好ましくは、プラズマで）等の薄膜技術をフォトリソグラフィー及びエッチング技術と組み合わせて用いることにより、金属配線（メタライゼーション）や親水性または疎水性表面等の機能層、および、バルブシールやダイヤフラム、加熱素子、温度センサ、圧力センサ、流量センサ等の機能素子を、完全にプロセス互換性のある技術で、これらの基板上に集積することができる。

## 【0038】

本発明の液体蒸発器の構造は、好ましくは、シリコン・オン・ガラス技術で製造される。ここで、シリコンは上記本体のために使用され、ガラス（ガラス）は上記透明カバーのために使用される。このコンビネーション（好ましくは陽極接合により気密に接続されている）は、特にシリコンにおいて、システムの種々の構成部材の非常に精密なストラクチャリングを可能とする（フォトエッチ技術、DRIE、コーティング）。シリコンはガラスのように化学的にも熱的にも安定しており、しかもガラスとは異なり、熱容量が小さい良好な熱伝導体（均一温度の被加熱チャンバ）であり、従来のレーザー波長に対する良好な光吸収体である。ガラス基板を通しての散逸による熱損失は低い。

## 【0039】

シリコンとガラスのコンビネーションは、チャンネルのエッジ内への光エネルギーの局所的入力およびチャンネルと蒸気チャンバとの熱的分離（デカップリング）を達成することを可能とする。熱的分離（デカップリング）のためには、蒸気チャンバと液体サンプルチャンネルとは熱伝導性の非常に高い熱伝導体における水平および垂直方向の切り込みによって分離されているのが好ましい。熱伝導性の低い機械的安定性は、例えばガラスまたはポリマー製の透明カバーによって確保される。

## 【0040】

本発明の液体蒸発器をポリマー材料から、例えば射出成形技術によって作ることも考えられる。好ましくは、上記本体のために複合材料、例えば、電磁波の吸収性と熱伝導性とを向上させるためにカーボン（カーボンブラック、カーボンナノチューブ）を分散したポリマーが用いられる。

## 【0041】

マイクロシステム技術における従来の寸法（数十～数百 $\mu\text{m}$ の範囲）のおかげで、このようにして製造されたシステムは、小さいサンプル容積（nlの液体、ガス相で $\mu\text{l}$ ）の分析または製造のために特に適している。

## 【0042】

そのように小さいサンプル容積を蒸発させるために、高い蒸発エンタルピーを有する液体、例えば水に対してさえも、mW域にある低レーザーエネルギーしか必要とされない。これらの低いレーザーエネルギーは、ファイバーまたはレンズによって結合された標準的な半導体レーザー（波長領域が例えば400nm～980nm）によって、必要な短いパルス幅（pulse durations）で供給される（例えば1msに対して1W、10msに対して100mW）。

## 【0043】

蒸発させるべきサンプル容積は好ましくは100  $\mu$ l未満、特に好ましくは10  $\mu$ l未満、さらに好ましくは、1  $\mu$ l未満である。

【0044】

本発明の液体蒸発器は好ましくは、マイクロ分析システムにおけるサンプル蒸発器として適している。それ故、本発明は、本発明の液体蒸発器の使用法であって、例えば、文献「Complex MEMS: A fully integrated TOF micro mass spectrometer (Sensors and Actuators A: Physical, 138 (1) (2007), pages 22-27)」に記載されているように、マイクロ分析システム、特に、マイクロ質量分析計またはマイクロガスクロマトグラフに使用することを特徴とする使用法も提供する。

【0045】

本発明の上記液体蒸発器および本発明の液体蒸発方法は以下の点を実質にする。

- ・液体および液体混合物の同時蒸発
- ・小容積の確実な蒸発（好ましくは、 $< 1 \mu$ lであっても）
- ・2つのサンプルの蒸発間の無駄な時間が短いこと
- ・急速な蒸発により、分析中に高い時間分解能が達成できること
- ・代表的サンプルの蒸発
- ・蒸発のための低エネルギー要件
- ・低い設備費用
- ・高い蒸発エンタルピーを有する媒体に対しても適していること
- ・溶解固体物（蒸発残留物、沈殿物）を含む媒体に対しても適していること
- ・経済的オペレーション（製造および置換）
- ・周辺機器についての低出費
- ・サンプルの分析と同期可能なサンプリング（ロックイン原理 lock-in principle）
- ・ガス容積のドーズ量化可能性（doseability）
- ・噴射ガス圧の調節可能性
- ・同期と複数のパルスとによる平均化
- ・平均化すべきサンプルの統計的選択（時間ウィンドウ）
- ・ガス空間における平均化
- ・セルフクリーニング

【0046】

以下、図面を用いて、しかしそれらに限定されることなく、本発明をより詳細に説明する。

【図面の簡単な説明】

【0047】

【図1】本発明の液体蒸発器を上方から見た斜視図である。

【図2】図1の液体蒸発器のチャンバ9内にラメラ構造12が導入された様子を示す。

【図3】図1の液体蒸発器のA-B線断面図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0048】

図1は本発明の液体蒸発器を上方から見た斜視図である。この液体蒸発器は、チャンネル5とチャンバ9とが形成された本体6を備えている。チャンネル5とチャンバ9とは開口4を介して互いにつながっている。チャンネル5は開口4の領域において湾曲(curvature)10を有する。液体はチャンネル5を通り開口4を経て供給される。

【0049】

開口4からチャンバ9への遷移部は、開口4における毛細管力のために、隣接する領域9に液体が直接流入できないように構成される。

【0050】

上記開口の領域では、液体が電磁波を照射されて、加熱される。この場合、照射は観察者の方向から（上方から）行われる。

【0051】



照射によって液体は加熱され、その一部が蒸発する。そしてこの一部が蒸気流として開口 4 からチャンバ 9 に入る。チャンバ 9 の下方には加熱要素があり、これによって蒸気チャンバ 9 を加熱することができる（図 1 には示されていない。図 3 参照）。

【 0 0 5 2 】

蒸気チャンバ 9 と液体サンプル用のチャネル 5 とは、熱伝導性の高い本体 6 における水平方向の切り込み (incisions) 1 4 によって熱的に分離されている。

【 0 0 5 3 】

図 2 は図 1 の液体蒸発器のチャンバ 9 内にラメラ構造 1 2 が導入された様子を示す。ラメラ構造は、蒸気チャンバ 9 下方の加熱要素（図 2 には示されていない。図 3 参照。）によって、熱伝導を通じて、加熱される。

10

【 0 0 5 4 】

図 3 は、図 1 の液体蒸発器の A - B 線断面図である。図 1 に関連して既に説明した構成部分の他、図 3 には上記本体 6 全体にわたって広がる透明カバー 2 が見える。さらに、蒸気チャンバ 9 下方には加熱要素 8 が設けられている。液体への照射は、好ましくは集光レーザービーム 1 によって、透明カバー 2 を通して行われる。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 5 】

- 1 電磁波
- 1 5 2 透明カバー
- 3 液体
- 4 開口
- 5 チャネル
- 6 本体
- 2 0 7 蒸気流
- 8 加熱要素
- 9 蒸気チャンバ
- 1 0 湾曲
- 1 1 横断流
- 2 5 1 2 ラメラ構造（層状構造）
- 1 3 ガス出口
- 1 4 切り込み
- 1 6 接続部

20

30

【図 1】

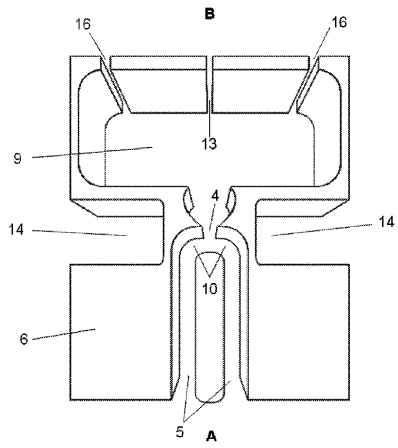
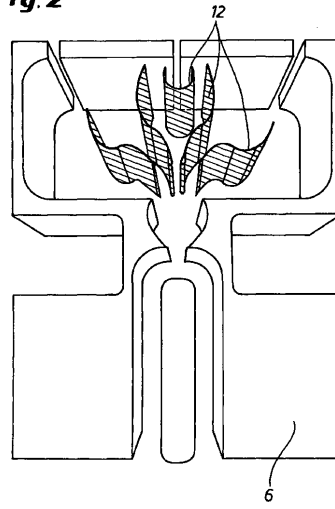
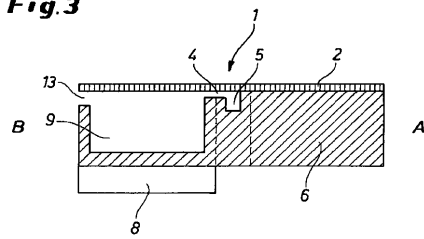


Fig. 1

【図 2】

**Fig. 2**

【図 3】

**Fig. 3**

## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2011/056593

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B01B1/00 G01N1/28 H01J49/04  
ADD.

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)

B01B G01N H01J

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

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 99/00824 A1 (UNIV IOWA STATE RES FOUND INC [US]) 7 January 1999 (1999-01-07) abstract; figures page 8, line 12 - line 16 page 11, line 22 - page 12, line 4 -----	1-10
A	DE 102 42 797 A1 (DEGUSSA [DE]) 25 March 2004 (2004-03-25) abstract; figures page 3, paragraph 37 column 4, line 44 - column 5, line 14 column 5, line 22 - line 29 ----- -/--	1

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family 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.

\*&amp;\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 September 2011

Date of mailing of the international search report

09/09/2011

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lapeyrère, Jean

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2011/056593

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	W0 2008/104900 A2 (UNIV ROMA [IT]; LAVAGNA SILVIO [IT]) 4 September 2008 (2008-09-04) abstract; figures page 3, line 27 - line 35 page 5, line 3 - line 10 page 5, line 22 - line 28 -----	1
A	W0 02/30539 A2 (SIEMENS AG [DE]; GELLERT UDO [DE]) 18 April 2002 (2002-04-18) abstract; figures page 5, line 26 - line 33 -----	1

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/056593

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9900824	A1	07-01-1999	AU 7988098 A US 5917185 A	19-01-1999 29-06-1999
DE 10242797	A1	25-03-2004	NONE	
WO 2008104900	A2	04-09-2008	EP 2114542 A2	11-11-2009
WO 0230539	A2	18-04-2002	DE 10049856 A1	07-03-2002

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/056593

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. B01B1/00 G01N1/28 H01J49/04  
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
B01B G01N H01J

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 99/00824 A1 (UNIV IOWA STATE RES FOUND INC [US]) 7. Januar 1999 (1999-01-07) Zusammenfassung; Abbildungen Seite 8, Zeile 12 - Zeile 16 Seite 11, Zeile 22 - Seite 12, Zeile 4 -----	1-10
A	DE 102 42 797 A1 (DEGUSSA [DE]) 25. März 2004 (2004-03-25) Zusammenfassung; Abbildungen Seite 3, Absatz 37 Spalte 4, Zeile 44 - Spalte 5, Zeile 14 Spalte 5, Zeile 22 - Zeile 29 ----- -/-	1

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen
 ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

1. September 2011

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

09/09/2011

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Lapeyrère, Jean

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/056593

**C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	W0 2008/104900 A2 (UNIV ROMA [IT]; LAVAGNA SILVIO [IT]) 4. September 2008 (2008-09-04) Zusammenfassung; Abbildungen Seite 3, Zeile 27 - Zeile 35 Seite 5, Zeile 3 - Zeile 10 Seite 5, Zeile 22 - Zeile 28 -----	1
A	W0 02/30539 A2 (SIEMENS AG [DE]; GELLERT UDO [DE]) 18. April 2002 (2002-04-18) Zusammenfassung; Abbildungen Seite 5, Zeile 26 - Zeile 33 -----	1

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/056593

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 9900824	A1	07-01-1999	AU	7988098 A	19-01-1999
			US	5917185 A	29-06-1999
DE 10242797	A1	25-03-2004	KEINE		
WO 2008104900	A2	04-09-2008	EP	2114542 A2	11-11-2009
WO 0230539	A2	18-04-2002	DE	10049856 A1	07-03-2002



## フロントページの続き

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

(71)出願人 512278537

クローネ・メステヒニーク・ゲゼルシャフト・ミット・ベシュレンクテル・ハフツング・ウント・  
コムパニー・コマンディットゲゼルシャフト

KROHNE MESSTECHNIK GMBH & CO. KG

ドイツ 47058 デュースブルク、ルートヴィヒ・クローネ・シュトラッセ 5 番

(74)代理人 100084146

弁理士 山崎 宏

(74)代理人 100081422

弁理士 田中 光雄

(74)代理人 100122286

弁理士 仲倉 幸典

(74)代理人 100176463

弁理士 磯江 悦子

(72)発明者 イェルク・ミューラー

ドイツ 21244 ブーフホルツ、マイルゼナー・ハイデ 9 番

(72)発明者 ウィンフレート・カイベルス

ドイツ 22765 ハンブルク、エールトマンシュトラッセ 2 ツェー番

Fターム(参考) 2G052 AD26 CA03 CA39 DA09 DA26 EB01 EB11 GA20 GA25 GA27

JA13