

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4422486号  
(P4422486)

(45) 発行日 平成22年2月24日(2010.2.24)

(24) 登録日 平成21年12月11日(2009.12.11)

(51) Int. Cl.		F I	
<b>A 6 1 L</b>	<b>9/14</b>	<b>(2006.01)</b>	A 6 1 L 9/14
<b>A O 1 M</b>	<b>7/00</b>	<b>(2006.01)</b>	A O 1 M 7/00 L
<b>A O 1 M</b>	<b>13/00</b>	<b>(2006.01)</b>	A O 1 M 13/00
<b>A O 1 N</b>	<b>25/18</b>	<b>(2006.01)</b>	A O 1 N 25/18 1 O 1

請求項の数 17 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2003-565537 (P2003-565537)	(73) 特許権者	500106743
(86) (22) 出願日	平成15年2月4日(2003.2.4)		エス.シー. ジョンソン アンド サン
(65) 公表番号	特表2005-517520 (P2005-517520A)		、インコーポレイテッド
(43) 公表日	平成17年6月16日(2005.6.16)		アメリカ合衆国 53403 ウィスコン
(86) 国際出願番号	PCT/US2003/003253		シン州 ラシーン ハウ ストリート 1
(87) 国際公開番号	W02003/066115		525
(87) 国際公開日	平成15年8月14日(2003.8.14)	(74) 代理人	100079049
審査請求日	平成17年9月28日(2005.9.28)		弁理士 中島 淳
(31) 優先権主張番号	10/066,814	(74) 代理人	100084995
(32) 優先日	平成14年2月4日(2002.2.4)		弁理士 加藤 和詳
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100085279
			弁理士 西元 勝一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 多成分液体を蒸発させる方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

多成分溶液(20)の蒸発方法であって、  
 水平表面(12)の上に位置する振動プレート噴霧器(10)を用いて前記溶液の液滴のミスト又はクラウドを形成し、前記液滴のミスト又はクラウドを大気中に噴出するステップと、  
 前記液滴を表面(12)に向けて落下させるステップと、  
 を含み、  
 前記溶液(20)が各々の蒸気圧を有する複数の成分を含み、  
 $D_p$ が前記液滴の直径(cm)、 $H$ が前記液滴が噴出される前記表面からの高さ(cm)、 $P_v$ が前記複数の成分のうち蒸気圧の最も低い成分のPa単位の蒸気圧であるとき、  
 $P_v$ が前記蒸気圧が最も低い成分が、前記液滴と  $1.6 \times 10^{14} \times D_p^4 / [H \times P_v]$  1となるような関係にあることを特徴とし、  
 これにより隣接する前記表面に落ちる未蒸発の液体の量が最小になる、  
 多成分溶液の蒸発方法。

【請求項2】

前記多成分液体(20)が多成分液体芳香剤又は多成分液体殺虫剤を含む、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

隣接する前記表面に落ちるいかなる未蒸発液体も隣接する前記表面に悪影響を生じるに

は不十分な量になるように、 $D_p$ 、 $H$ 及び $P_v$ の値が、隣接する前記表面に及ぼす前記液体の影響に関連して選択される、請求項1又は2に記載の方法。

【請求項4】

前記蒸気圧の最も低い成分が前記ミストの全体積の2%未満を構成する、請求項1～3のいずれか一項に記載の方法。

【請求項5】

前記高さが前記表面から5～20cmの範囲である、請求項1～4のいずれか一項に記載の方法。

【請求項6】

前記液滴が、直径が10 $\mu$ mよりも大きい液滴を含む、請求項1～5のいずれか一項に記載の方法。

10

【請求項7】

前記直径が10 $\mu$ mよりも大きい液滴が前記ミストの全液体体積の10%以下を構成する、請求項6に記載の方法。

【請求項8】

前記直径が15 $\mu$ mよりも大きい液滴が前記ミストの全液体体積の10%以下を構成する、請求項7に記載の方法。

【請求項9】

前記蒸気圧の最も低い成分の蒸気圧が1.07Paよりも大きい、請求項1～8のいずれか一項に記載の方法。

20

【請求項10】

隣接する表面に残留物を残さずに多成分溶液(20)を蒸発させる方法であって、水平表面(12)の上に位置する振動プレート噴霧器(10)を作動させて前記溶液の液滴のミスト又はクラウドを形成するステップと、

前記液滴のミスト又はクラウドを大気中に噴出するステップと、

前記液滴を前記表面(12)に向かって落下させるステップと、

サイズが6 $\mu$ mである垂下液滴の元の体積の70%が蒸発した後、少なくとも $1.0 \times 10^{-8} \text{ m}^3 / \text{m}^2 / \text{秒}$ の速度で蒸発するよう前記垂下液滴のサイズが減少するような蒸発特性を備える前記溶液を選択するステップと、

を含む方法。

30

【請求項11】

前記多成分溶液が多成分液体芳香剤又は多成分液体殺虫剤である、請求項10に記載の方法。

【請求項12】

前記ミスト又はクラウドの全液体体積に含まれる15 $\mu$ mよりも大きい直径の液滴は10%以下である、請求項10又は11に記載の方法。

【請求項13】

前記溶液を選択するステップが、

前記液体の垂下液滴(54)を形成するステップと、

前記垂下液滴(54)を蒸発させながら、そのサイズ減少速度を検知するステップと、

前記サイズ減少速度が所定の速度よりも速い場合、前記液体が、周囲の表面に残留物を残さない噴霧に適していることを表す信号を生成するステップと、

を含む、請求項10～12のいずれか一項に記載の方法。

40

【請求項14】

前記垂下液滴(54)のサイズが6 $\mu$ mであり、サイズ減少速度を検知する前に前記垂下液滴のサイズを元の体積の70%分減少させる、請求項13に記載の方法。

【請求項15】

前記振動プレート噴霧器において、前記液体の粒子サイズが最大50 $\mu$ mであり、大気中に噴出されて、前記表面から少なくとも8cmの高さから落ちる、請求項10に記載の方法。

50

## 【請求項 16】

前記溶液を選択するステップが、  
前記液滴の表面張力を検知するステップと、  
前記噴霧適性を表す信号の生成を、前記表面張力が所定の値未満である条件に制限する  
ステップと、  
を更に含む、請求項 13 ~ 15 に記載の方法。

## 【請求項 17】

前記表面張力の所定の値が 35 mN / m である、請求項 16 に記載の方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

10

## 【0001】

本発明は、殺虫剤や芳香液などの多成分液体の分散に関する。この分散は、液体の小液滴のクラウド（雲霧）又はミストを振動噴霧プレートから大気中に噴出し、液滴が大気中を落ちる際にこれらの液滴から液体成分を蒸発させることによって行われる。

## 【背景技術】

## 【0002】

振動噴霧プレートを用いて、芳香剤又は殺虫剤を含有する溶液の小液滴のミスト又はクラウドを形成し、このミスト又はクラウドを微小な液滴の形で大気中に噴出することにより、芳香剤及び殺虫剤を大気中に分散させることは周知である。ミスト又はクラウドが沈降する際、芳香剤又は殺虫剤は液滴から蒸発する。この分散を行う装置の例が特許文献 1 乃至特許文献 4 に示されている。一般に、これらの装置は芳香剤又は殺虫剤を振動噴霧プレートに供給し、振動噴霧プレートはその振動によって液体を細かい液滴に分割し、これらの液滴をミスト又はクラウドの形状で上方に噴出する。液滴が落ちるにつれ、芳香剤又は殺虫剤は液滴から蒸発し、大気中に分散する。

20

## 【0003】

これらの公知の装置の動作にあたり、液滴が周囲の表面に落ちる前に噴出された液体の全てが蒸発する、ということを実証する手段がないという問題が生じる。その結果、目に見えず、有害であることの多い未蒸発液体の液体残留物がこれらの表面に蓄積する。噴出される液体が芳香剤や殺虫剤である場合、この問題は特に難しい。これは、芳香剤や殺虫剤の組成が一般に非常に複雑であり、特定の組成物が振動プレート噴霧器内で噴霧されると完全に蒸発するかどうかを前もって知る方法がないためである。

30

方法及び装置に関する独立クレームで特徴部分以前の箇所は特許文献 5 の文献に基づいており、この文献は圧電振動器を用いて化学殺虫剤溶液を蒸発させるデバイスを示している。2% ETOC 溶液を用いて行ったテストでは、120 時間の動作後に床面の汚染の程度は色の点では変わっていないか又は僅かに変わっただけであった。しかし、同一の溶液を更に長時間テストしてみると、この溶液は周囲の表面上に大量に蓄積する。

【特許文献 1】米国特許第 4,085,893 号明細書

【特許文献 2】米国特許第 5,173,274 号明細書

【特許文献 3】米国特許第 5,601,235 号明細書

【特許文献 4】米国特許第 5,894,001 号明細書

40

【特許文献 5】欧州特許第 0,897,755 号明細書

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

本発明は、振動プレート噴霧器からミスト又はクラウドとして大気中に噴出された未蒸発液体の不要な蓄積という問題を実質上克服する。本発明は、液体組成物が小さな液滴に分割され、例えばテーブル面のような周囲の表面の上の大気中に噴出されたとき、これらの液滴が周囲表面に落ちる前に完全に蒸発する能力は液体組成物自体の蒸気圧に依存しない、という発見に基づいている。代わりに、液滴の蒸発能力は、液体組成物の個々の成分の蒸気圧に依存する。本発明は、液体組成物中蒸気圧の最も低い成分の蒸気圧が、この成

50

分を含有する液体の液滴が周囲表面への到達前にこの成分が蒸発するような蒸気圧でなくてはならない、という発見にも基づいている。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の1つの態様に従って、多成分溶液、特に多成分液体芳香剤又は多成分液体殺虫剤を隣接する表面への堆積量が最小になるように蒸発させる新規な方法が提供される。この新規な方法は、振動プレート噴霧器を用いて溶液の小液滴のミスト又はクラウドを形成するステップと、ミスト又はクラウドを大気中に噴出するステップと、液滴を隣接表面に向けて落下させるステップと、を含む。この溶液は、各々の蒸気圧を有する複数の成分を含み、蒸気圧の最も低い成分は直径の更に大きな液滴と  $1.2 \times 10^{12} \times D_p^4 / [H \times P_v]$  1 になるような関係にある。式中  $D_p$  は直径の大きな液滴の直径 (cm)、H は直径の大きな液滴が隣接表面上に噴出される実質的な高さ (cm)、そして  $P_v$  は蒸気圧の最も低い成分の蒸気圧 (mmHg) である。このようにして、隣接表面上に落ちる未蒸発の液体の量が最小になる。より具体的な態様では、隣接表面上に落ちるいかなる未蒸発液体も表面に悪影響を及ぼすには不十分な量になるように、 $D_p$ 、H 及び  $P_v$  の値は隣接表面に及ぼす液体の影響に関連して選択される。

10

【0006】

本発明の他の態様に従って、多成分溶液、特に多成分液体芳香剤又は多成分液体殺虫剤を蒸発させる新規な装置が提供される。この新規な装置は、多成分液体を含む液体リザーバ、液体送出システム、及び振動プレート噴霧器を含む。液体送出システムは、液体をリザーバから噴霧器に運ぶように構成されている。噴霧器は、小さな液滴のミスト又はクラウドを形成し、これらの液滴を大気中に噴出するように構成されている。液滴は所定範囲内の直径を有し、隣接表面上の所定の高さに噴出される。液滴が表面に向かって落ちる際、液体が全く落ちないか又はごく僅かな液体の量が隣接表面に落ちる程度に液滴が蒸発する。液体は、各々の蒸気圧を有する複数の成分を含み、蒸気圧の最も低い成分は直径の更に大きな液滴と  $1.2 \times 10^{12} \times D_p^4 / [H \times P_v]$  1 になるような関係にある。式中  $D_p$  は直径の更に大きな液滴の直径 (cm)、H は直径の更に大きな液滴が噴出される高さ (cm)、そして  $P_v$  は蒸気圧の最も低い成分の蒸気圧 (mmHg) である。このようにして、隣接表面上に落ちる未蒸発の液体の量が最小になる。より具体的な態様では、隣接表面上に落ちるいかなる未蒸発液体も表面に悪影響を及ぼすには不十分な量になるように、 $D_p$ 、H 及び  $P_v$  の値は隣接表面に及ぼす液体の影響に関連して選択される。

20

30

【0007】

更に他の態様において、本発明は、軸対称液滴形状解析 (ADSA) による液体の垂下液滴の蒸発速度により、噴霧された液滴の蒸発を予測できる、という発見に基づいている。この技術では、既知のサイズの液滴が細管の端部に形成される。そして、この液滴が大気にさらされている間、そのサイズが減少する速度の測定値をとる。垂下液滴のサイズが減少する速度が所与の閾値よりも大きい場合、この液体は噴霧器での使用に適している。即ち、噴霧器から噴霧された液滴の蒸発は、液滴が隣接表面に到達し得る十分前に完了する。ミスト又はクラウドを構成する液滴の直径と、隣接表面上の液滴が噴出される高さに対し、液滴が隣接表面に落ちる前に液体のほぼ全てが蒸発するように、所与の閾値が選択される。

40

【0008】

より具体的な態様では、液体の垂下液滴のサイズが減少する速度を測定することにより、閾値が設定される。これは、垂下液滴からの液体の蒸発速度に相当する。液体の垂下液滴が約  $6 \mu\text{l}$  である多成分液体芳香剤又は多成分液体殺虫剤の場合、液滴の体積の約 70% が蒸発した際の蒸発速度を測定すべきである。

【0009】

本発明の他の具体的な態様は、液体のテスト用垂下液滴のサイズ減少速度を確認するための新規な装置と、液体の液滴の表面張力の測定値に基づいて蒸発能力を確認する方法及び装置とを含む。

50

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0010】

図1に示されるように、圧電液体噴霧装置10はテーブル面であってもよい隣接表面12の上に位置し、微小なミストの形をした小液滴のクラウド14を、大気中の、例えば表面12から約5乃至20cmの高さに噴出する。次いで、液滴は噴霧装置10の上面、そして表面12自体に向かって落ちてくる。液滴が落ちる際、噴出された液滴に含まれる液体が噴霧装置10の上面や表面12に実際に接触しないように、又は極めて少量の液体が接触するように、液滴は蒸発する。

## 【0011】

噴霧装置10は外側ハウジング16を含み、その中にリザーバ18が取り付けられている。リザーバ18は大気中に噴出される液体20を含む。噴霧器アセンブリ22が、ハウジング16内のリザーバ18の真上に取り付けられている。噴霧器アセンブリ22は、環状の圧電アクチュエータ24と円形のオリフィスプレート26を含む。オリフィスプレートはアクチュエータ24の中央開口部をわたるように延び、例えばはんだ付けによってこの中央開口部の周りでアクチュエータに固定されている。交流電場をアクチュエータ24の上面及び下面に印加すると、アクチュエータは半径方向に膨張し、収縮する。これらの運動はオリフィスプレート26に伝達され、これによってオリフィスプレート26が撓み、その中央領域が急速に上下に振動する。リザーバ18からの液体20は、液芯などの液体送出システム28により、振動するオリフィスプレート26の裏面に供給される。オリフィスプレート26の中央領域は、下面から上面に延びる複数の小さなオリフィスで形成されている。これらのオリフィスの出口の直径は3乃至6ミクロンの範囲にあることが好ましい。プレート26が上下に振動すると、プレート26はオリフィスを介して液体20を汲み上げ、液体を小液滴のクラウド14の形で大気中に噴出する。

## 【0012】

外側ハウジング16は、ハウジング内のプリント配線板32上に形成された電気回路に電力を供給する電池30も含む。電気回路は電池30からの電力を交流電圧に変換し、交流電圧は一對の電圧供給ライン(図示せず)を介してアクチュエータ24の上面及び下面に印加される。130KHz乃至160KHzの範囲の周波数をもつこれらの交流電圧により、オリフィスプレート26は、クラウド14を形成し、このクラウド14を大気中に、例えば表面12から5乃至20cmの範囲の高さに噴出するのに十分な周波数及び振幅で振動する。クラウド14のサイズはオリフィスプレート26の振動の持続期間に依存する。例示の実施の形態では11ミリ秒であるこの持続期間は、本発明の一部ではない。

## 【0013】

ハウジング16にはスイッチ36が設けられており、プリント配線板32上の電気回路に結合されている。このスイッチを設定し、連続してクラウド14を生成する間隔を調整可能な期間とすることができる。連続してクラウド14を生成する間隔を、スイッチ36によって約9乃至約40秒に設定することができる。各クラウド14が次のクラウドの形成前に蒸発するのに十分な時間を許容し、例えば数日間など長期間にわたるクラウドの形成を許容するのであれば、液体が大気中に分散される所望の全体的な速度によって調整の範囲を広げたり狭めたりしてもよい。連続的にミスト又はクラウドを形成することが望ましい場合もある。このため、スイッチ36には、オリフィスプレート26の連続振動及び液体20の連続噴霧を生じる設定が設けられる。

## 【0014】

圧電噴霧装置10自体の内部構造及び動作は本発明の一部を形成しないため、本明細書では更なる詳細を説明しない。本発明での使用に好適な圧電噴霧装置は、2000年3月6日出願の米国出願09/519,560号(現在は米国特許第6,296,196B1号(2001年10月2日発行))に示され、説明されており、その開示内容は本明細書に援用される。

## 【0015】

図2は、クラウド14の領域A内に含まれる液滴38の拡大様式図である。この図から

10

20

30

40

50

わかるように、液滴 38 の直径は様々であり、液滴 38 はクラウド 14 内の種々の高さに噴出される。小さな液滴は直径の更に大きな液滴よりも容易に蒸発するため、液滴 38 をできるだけ小さくすることが好ましい。しかし、小液滴の形成を制限する要因は、オリフィスプレート 26 のオリフィスの最小直径である。一般に、この最小直径は製造上の制限のために約 3 ミクロンである。液滴 38 自体の直径は約 1 乃至約 50 ミクロンと様々であり、平均液滴サイズは 5 乃至 6 ミクロンである。これよりも直径が小さいか又は大きい液滴がある程度あってもよいが、これらの液滴はクラウド 14 の全液体体積のうちごく僅かな量にすべきである。例えば、大部分の芳香剤では、10 ミクロンよりも大きな直径を有するのはクラウド 14 の全液体体積の 10% 以下とすべきである。前述のように、クラウド 14 を形成する液滴 38 は表面 12 から 8 乃至 15 cm の高さに噴出される。図 3 及び図 4 は、クラウド 14 が表面 12 に向かって落ちる際の異なる高度での領域 A を示している。図 3 及び図 4 は、液滴 38 が表面 12 に向かって落ちる際、その外側表面から液体が蒸発するにつれて各液滴 38 が小さくなることを示すように意図されている。

10

## 【0016】

単一の化学成分を含有する単一の液滴が大気中で落ちる際、この液滴は下記の式に従って蒸発する。

$$P_v > [D_p^4 \times g \times R \times T \times D] / [2.639 \times \mu \times H \times M \times D_{AB}]$$

## 【0017】

式中、

$P_v$  = 成分の蒸気圧 (mmHg)

20

$D_p$  = 粒子の直径 (cm)

= 液滴と大気との間の濃度差 (g/cm<sup>3</sup>)

$g$  = 重力定数 (m/s<sup>2</sup>)

$R$  = 一般気体定数 (atm·l/mol·K)

$T$  = 絶対温度 (ケルビン)

$D$  = 液滴の濃度 (g/cm<sup>3</sup>)

$\mu$  = 大気の粘度 (ポアズ)

$H$  = 液滴が周囲表面に落ちる高さ (cm)

$M$  = 大気の分子量 (g/mol)

$D_{AB}$  = 大気中の液滴の拡散係数 (cm<sup>2</sup>/sec)

30

注：圧力 1 mmHg = 133.3 Pa

## 【0018】

これらの要因の各々は液滴の蒸発にある程度影響を及ぼすが、この中で 3 つだけ、即ち単一成分液滴の蒸気圧 ( $P_v$ )、液滴の直径 ( $D_p$ )、及び液滴が落ちる高さ ( $H$ ) が、他の変数を一定と想定できる程度に、蒸発に十分大きな影響を及ぼす。温度は蒸発に大きな影響を及ぼすが、液体芳香剤又は殺虫剤が蒸発する環境下では、即ち、温度が例えば 23 乃至 27 度など通常の生活条件の範囲内にある室内又はその他の閉ざされた空間内では、温度の影響を許容することに注意されたい。よって、表面 12 から約 5 乃至 20 cm の範囲内の高さから落ちる液滴 38 の場合、液滴の初期の直径とその蒸気圧との間で次の関係を保たなくてはならない。

40

$$D_p^4 (H \times P_v) / (1.6 \times 10^{14}) \quad (P_v \text{ がパスカル単位で測定される場合})$$

$$D_p^4 (H \times P_v) / (1.2 \times 10^{12}) \quad (P_v \text{ が mmHg 単位で測定される場合})$$

## 【0019】

異なる高さからの落下を考慮する場合、次の関係を保たなくてはならない。

$$D_p^4 (H) \times (P_v) / (1.6 \times 10^{14}) \quad (P_v \text{ がパスカル単位で測定される場合})$$

$$D_p^4 (H) \times (P_v) / (1.2 \times 10^{12}) \quad (P_v \text{ が mmHg 単位で測定される場合})$$

## 【0020】

前述の説明は、単一の液体成分を含有する液滴に当てはまるものである。しかし、芳香

50

剤や殺虫剤の処方是一般にいくつかの異なる液体成分の混合物又は溶液からなり、芳香剤の場合、このような成分の数は100乃至200にもなり得る。

【0021】

出願人は、液滴の直径と蒸気圧とを関連付ける前述の式が多成分の液体には有効でないことを発見した。即ち、多成分液体の全体の蒸気圧が前述の式に用いられた場合、その多成分液体の液滴は5乃至20cmの高さから落ちる前に完全には蒸発しない。多成分液体の液滴の蒸発を計算するためには、液体の全体の蒸気圧ではなく、液体の個々の成分の蒸気圧を考慮しなくてはならないことを出願人は発見した。代わりに、液体組成物の蒸気圧が最も低い成分の蒸気圧に基づいて蒸発の計算を行わなくてはならない。

【0022】

リザーバからの液体混合物が液滴に形成されると、個々の液滴は、その大きさにかかわらず、リザーバ内の液体混合物と同じ割合で液体混合物の各成分を含有する。また、液体が液滴から蒸発する際、液体の各成分は自身の特有の蒸気圧に比例した速度で蒸発する。従って、蒸気圧の最も高い成分が優先的に蒸発し、続いて蒸気圧の低い成分が更にゆっくりと蒸発する。蒸気圧の最も低い成分が蒸発するまで液滴全体は蒸発しない。前述の式(液滴のサイズを蒸気圧及び/又は高さに関連付ける式)を用いることにより、表面12に落ちる噴霧液体の量は最小になる。

【0023】

液滴が噴霧装置内で形成される際、液滴はある範囲の直径で形成され、液滴が落ちる表面からある範囲の高さに噴出されることを理解されたい。また、噴霧されている液体の成分の蒸気圧が広範囲にわたってもよいことを理解されたい。このため、表面に落ちる前に完全に蒸発しない液滴もある。これは、表面に落ちる未蒸発液体の量が最小であれば許容可能である。許容可能な範囲は、表面に落ちる未蒸発液体の量及び性質、そして表面の性質(例えば、液体の未蒸発部分が表面に及ぼす化学的影響など)に依存する。

【0024】

芳香剤又は殺虫剤などの液体組成物が多数の成分を含有する場合、液体の噴霧液滴の蒸発特性を判断するために個々の成分の蒸気圧を確かめることが実用的でない場合が多々ある。芳香剤又は殺虫剤は供給業者により企業秘密として守られているため、液体の成分自体は公知でないことが多い。

【0025】

図5に示される構成により、液体が噴霧器での使用に好適か否かを予測することができる。図5に示されるように、図1の噴霧器10のような噴霧器での使用が検討されている液体54の垂下テスト液滴54を形成する液滴形成シリンジ50が設けられている。この実施の形態において、垂下テスト液滴54のサイズは約6 $\mu$ lであるが、垂下液滴の厳密なサイズは本発明には重要ではない。液体の噴霧液滴のミスト又はクラウドが大気中に噴出された後表面に落ちる際に経験するのと同様の条件下で液体をシリンジ50から垂下させ、その間、垂下テスト液滴54から液体を蒸発させる。液体が液滴54から蒸発するにつれ、そのサイズが小さくなり、プロファイル(外形形状)が変化する。液滴のサイズが小さくなる速度を観測することにより、物質の蒸発速度の差を計算することができる。また、液滴54のプロファイルの変化を観測することにより、噴霧に影響を及ぼす液滴の表面張力を確かめることができる。

【0026】

図5からわかるように、テスト液滴54は光源56とカメラ58との間に位置するため、光源から発せられてカメラに入射する光を変化させる(modifies)。カメラ58は変化された光に回答し、液滴のサイズ及びプロファイルの画像を電気信号の形で生成する。モニタ60がカメラ58からの画像信号を受信するように接続されており、液滴のサイズ及びプロファイルがカメラ58によって適切に記録されていることを確かめることができる。また、カメラ58からの電気画像信号はコンピュータ62に供給される。コンピュータ62は、液滴54のサイズ及びそのプロファイルを連続的に記録するようにプログラムされており、これによって液滴サイズ及びプロファイルの変化の速度を確かめることができる

10

20

30

40

50

。コンピュータ 6 2 はモニター 6 4 にも接続されており、モニター 6 4 は液滴のサイズ及びプロファイルの変化の速度を示す画像を生成する。カメラ 5 8 及びコンピュータ 6 2 は、垂下テスト液滴 5 4 からの液体の蒸発の際に液滴 5 4 のサイズの減少速度を検知するように構成され、配置されたセンサとして機能する。また、モニター及びインターフェース 6 4 は、センサ(カメラ 5 8) 及びコンピュータ 6 2 に接続され、減少速度が所定の速度よりも速いとセンサが示した際に液体の噴霧適性を表す信号を生成する表示生成装置として機能する。

#### 【 0 0 2 7 】

図 5 の装置の動作としては、考慮中の液体の垂下テスト液滴 5 4 がシリンジ 5 0 によって形成され、シリンジ 5 0 から垂下される。テスト液滴を蒸発させる間、カメラ 5 8 が液滴のサイズ及びプロファイルに対応する画像を生成する。多成分液体芳香剤又は多成分液体殺虫剤の場合、初めに  $6 \mu\text{l}$  の垂下液滴を形成し、垂下液滴の約 70% が蒸発した後にサイズの減少速度とプロファイルの変化速度を観測することが好ましいとわかった。この時点で、蒸気圧の高い液滴の成分は蒸発によって取り除かれており、蒸発の最も遅い成分を分析に用いることができる。この分析は、初期の液滴体積の約 80% が蒸発するまで続けられる。

#### 【 0 0 2 8 】

液体の噴霧液滴の蒸発特性は、液体の成分が垂下テスト液滴 5 4 から蒸発する際に液滴 5 4 のサイズが減少する速度に大いに対応する。液体の噴霧液滴の噴霧化特性は、液滴 5 4 の表面張力にも大いに対応する。最大 50 ミクロンの液滴を形成し、これらが落ちる表面から少なくとも 8 cm の高さに液滴を噴出する振動プレート噴霧器において噴霧される多成分液体芳香剤又は多成分液体殺虫剤は、液体の  $6 \mu\text{l}$  の垂下液滴が、その約 70% の蒸発後で表面張力が  $35 \text{ mN/m}$  ( $35 \text{ ダイン/cm}$ ) 未満になった際に約  $1.0 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{cm}^2/\text{秒}$  よりも大きい蒸発速度を示す場合、本質的に完全に蒸発することがわかった。

#### 【 0 0 2 9 】

液体成分が垂下テスト液滴 5 4 から蒸発する際にその直径の減少速度を観測することにより、液滴 5 4 のサイズの減少速度を確かめることができる。また、このような蒸発の際にプロファイルの変化を観測することにより、垂下テスト液滴 5 4 の表面張力を確かめることができる。「フィルムバランスとしての軸対称液滴形状解析(Axisymmetric Drop Shape Analysis as a Film Balance)」(Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects 88(1994)、51-58頁) というタイトルの刊行物及びその刊行物内で確認される参考文献に記載の「軸対称液滴形状解析」(ADSA) として公知の技術により、この観測を行うことができる。この技術は、連続する時間間隔で垂下液滴のプロファイルに沿って選択された数箇所の座標点で測定値をとり、表面張力及び垂下液滴体積の表示を生じるように設計されたコンピュータプログラムでこれらの測定値を処理することを含む。

#### 【 0 0 3 0 】

図 6、図 7 及び図 8 は、垂下液滴のサイズ(蒸発速度) 及び液滴のプロファイル(表面張力) の測定結果を示すグラフである。これらの測定は異なる液体に対して行われ、各液体のテスト液滴 5 4 を大気中にさらしながらその異なる部分を測定した。図 6 は、噴霧及び蒸発に適さない液体の垂下テスト液滴 5 4 の蒸発速度と表面張力を示している。図 6 からわかるように、垂下液滴 5 4 の約 70 乃至 75% が蒸発した間の蒸発速度は約  $0.5 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{秒}$  である。また、この間隔で観測された液滴の表面張力は 32 乃至 35  $\text{mN/m}$  ( $32$  乃至  $35 \text{ ダイン/cm}$ ) である。

#### 【 0 0 3 1 】

図 7 は、振動プレート噴霧器における噴霧と、隣接表面から少なくとも 8 cm の高さへの大きさ 50 ミクロンの液滴の噴出に適した液体の液滴 5 4 の蒸発速度及び表面張力を示している。このような液滴は、隣接表面に達する前に完全に蒸発する。図 7 からわかるように、垂下液滴 5 4 の 70 乃至 75% が蒸発した間の蒸発速度は、約 1.6 乃至 1.8  $\times$

10

20

30

40

50

$1.0 \cdot 10^{-8} \text{ m}^3 / \text{m}^2 / \text{秒}$ である。また、この間隔で観測された液滴の表面張力は2.4乃至2.6  $\text{mN} / \text{m}$  (2.4乃至2.6  $\text{ダイン} / \text{cm}$ )である。

【0032】

図8は、振動プレート噴霧器における噴霧と、隣接表面から少なくとも8 cmの高さへの大きさ50ミクロンの液滴の噴出に適した別の液体の液滴54の蒸発速度及び表面張力を示している。図8からわかるように、垂下液滴54の約70%が蒸発した間の蒸発速度は、約2.0乃至3.0  $\times 10^{-8} \text{ m}^3 / \text{m}^2 / \text{秒}$ である。また、この間隔で観測された液滴の表面張力は約3.4  $\text{mN} / \text{m}$  (3.4  $\text{ダイン} / \text{cm}$ )である。

【0033】

本明細書に述べた、問題の液体の液滴の蒸発速度及び表面張力が確かめられる垂下液滴蒸発テストを提供することにより、この液体が振動プレートタイプの噴霧器を用いた完全な蒸発に適しているか否かを判断できることが理解されるであろう。更に、この技術を用いることにより、液体の個々の成分の蒸気圧を測定したり、その蒸気圧を知ることさえも不要になる。よって、本発明により、多数の異なる液体成分を有する多成分液体の、振動プレートタイプの噴霧器における蒸発能力を容易に分析することができる。

【産業上の利用可能性】

【0034】

本発明により、所与の直径を有する芳香剤又は殺虫剤の噴霧液滴が噴出後に落ちる表面から所定の高さに噴出される際、噴霧液滴からの完全な蒸発を確実にすることができる。これにより、表面は液体芳香剤又は殺虫剤の化学的な攻撃や他の有害な影響から保護される。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】表面上に位置し、小液滴を大気中に噴出する噴霧装置の側面立面断面図である。

【図2】噴出された液滴が大気中を落ちていく際のサイズの減少を示す拡大略図である。

【図3】噴出された液滴が大気中を落ちていく際のサイズの減少を示す拡大略図である。

【図4】噴出された液滴が大気中を落ちていく際のサイズの減少を示す拡大略図である。

【図5】本発明の1つの態様に用いられる垂下液滴サイズ測定システムの概略図である。

【図6】噴霧及び完全な蒸発に適さない液体における、測定対象としている液体の垂下液滴からの液体の蒸発速度と、異なる割合の体積が蒸発した状態の垂下液滴における液体の表面張力とを示すグラフである。

【図7】図6に類似しているが、噴霧及び完全な蒸発に適した液体のグラフである。

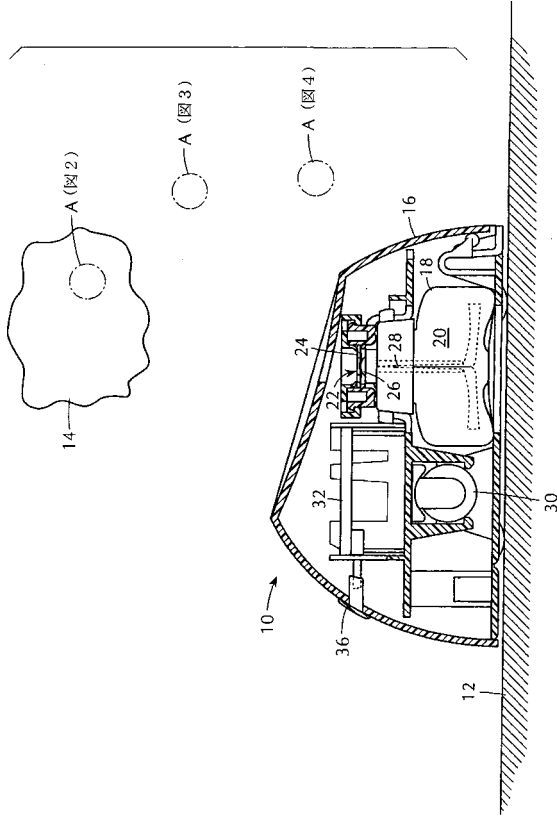
【図8】図6に類似しているが、噴霧及び完全な蒸発に適した液体のグラフである。

10

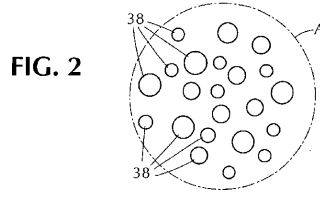
20

30

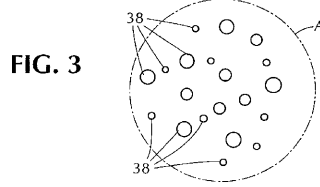
【図1】



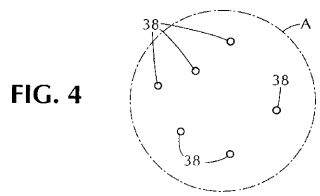
【図2】



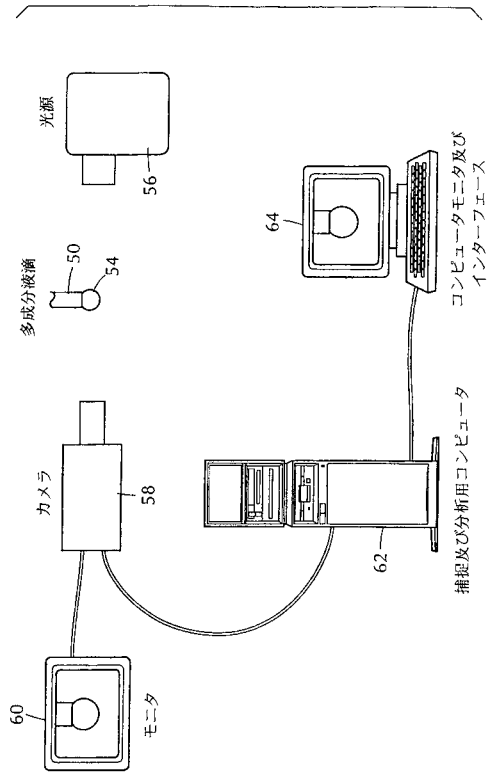
【図3】



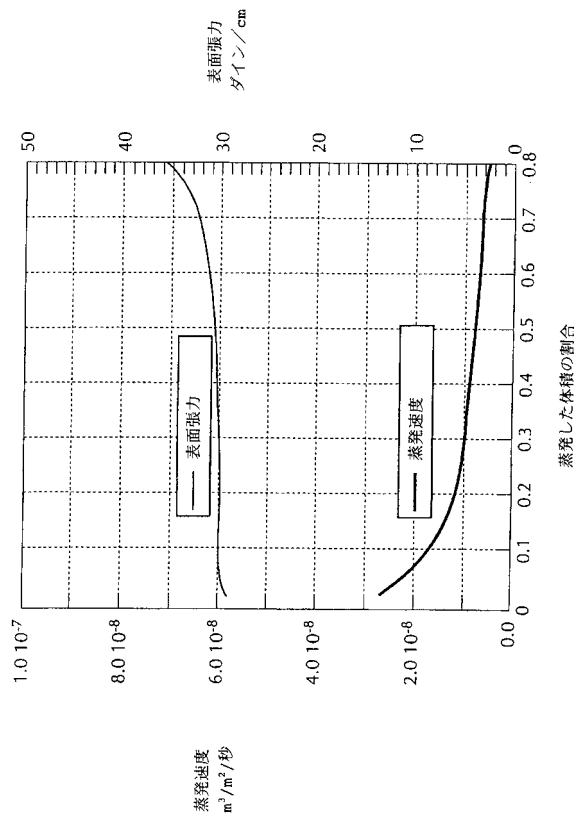
【図4】



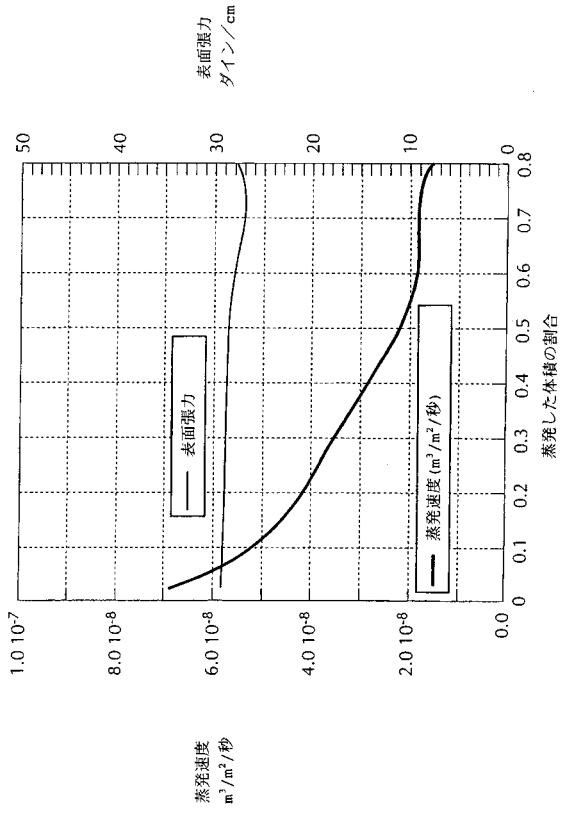
【図5】



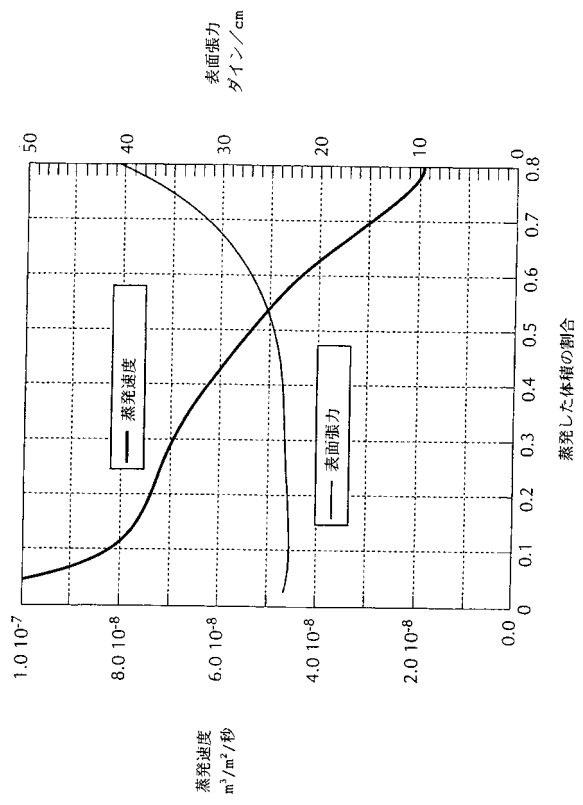
【図6】



【 図 7 】



【 図 8 】



## フロントページの続き

- (72)発明者 シュラム、ヘザー、アール。  
アメリカ合衆国 53190 ウィスコンシン州 ホワイトウォーター グリーニング ロード  
ダブリュー 5405
- (72)発明者 マーテンス、エドワード、ジェイ.、ザ サード  
アメリカ合衆国 53402 ウィスコンシン州 ラシーン パークシャー レーン 6221
- (72)発明者 クローゼン、スーザン、エム。  
アメリカ合衆国 60099 イリノイ州 ザイオン ウイルソン コート 1606
- (72)発明者 バラナシ、パドマ、ピー。  
アメリカ合衆国 53402 ウィスコンシン州 ラシーン チェリーウッド コート 2
- (72)発明者 クランダル、ジェシー、ベン  
アメリカ合衆国 54832 ウィスコンシン州 ドラモンド ノース ループ ロード 108  
60

審査官 大島 祥吾

- (56)参考文献 特開平11-056195(JP,A)  
特開平10-182301(JP,A)  
特開2001-017055(JP,A)  
特開2001-233390(JP,A)  
国際公開第00/047335(WO,A1)  
特表2002-536173(JP,A)  
特開昭62-232534(JP,A)  
特開昭63-093373(JP,A)  
特開2001-240851(JP,A)  
特開平01-195342(JP,A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B05D1/00~7/26  
A61L 9/14  
A01M 7/00  
A01M 13/00  
A01N 25/18