

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7169443号
(P7169443)

(45)発行日 令和4年11月10日(2022.11.10)

(24)登録日 令和4年11月1日(2022.11.1)

(51)国際特許分類	F I
B 0 5 B 17/06 (2006.01)	B 0 5 B 17/06
B 0 5 B 1/34 (2006.01)	B 0 5 B 1/34 1 0 1
F 2 4 F 6/12 (2006.01)	F 2 4 F 6/12 1 0 1 Z

請求項の数 9 (全24頁)

(21)出願番号	特願2021-522725(P2021-522725)	(73)特許権者	000005049 シャープ株式会社 大阪府堺市堺区匠町1番地
(86)(22)出願日	令和2年4月27日(2020.4.27)	(74)代理人	100147304 弁理士 井上 知哉
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/017961	(74)代理人	100148493 弁理士 加藤 浩二
(87)国際公開番号	WO2020/241150	(72)発明者	越智 奨 大阪府堺市堺区匠町1番地 シャープ株式会社内
(87)国際公開日	令和2年12月3日(2020.12.3)	(72)発明者	井出 哲也 大阪府堺市堺区匠町1番地 シャープ株式会社内
審査請求日	令和3年9月13日(2021.9.13)	(72)発明者	鎌田 豪 大阪府堺市堺区匠町1番地 シャープ株式会社内
(31)優先権主張番号	特願2019-98208(P2019-98208)		
(32)優先日	令和1年5月27日(2019.5.27)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 超音波霧化装置および調湿装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

霧状液滴となる液状物を貯留する内部空間と排気口とを有する筐体と、
前記筐体に設けられ、前記液状物に超音波を照射することにより前記霧状液滴を発生させる超音波振動子と、
前記排気口を介して前記霧状液滴の少なくとも一部を前記内部空間から外部に送出するための気流を発生させる気流発生部と、
前記超音波振動子から放射された前記超音波を前記液状物の液面の特定の領域に向けて集束させるノズルと、
を備え、

前記ノズルは、上端に前記液状物の射出口を有する筒状部材と、前記筒状部材の内部空間のうち、前記射出口の法線方向から見て、前記射出口の外形形状の重心点を含む領域に少なくとも設けられ、上方に前記液状物の液柱を形成する網状構造体と、を有する、超音波霧化装置。

【請求項2】

前記網状構造体は、積層された複数の網を有する、請求項1に記載の超音波霧化装置。

【請求項3】

前記網状構造体は、前記筒状部材の高さ方向に間隔をおいて設けられた複数の網を有する、請求項1に記載の超音波霧化装置。

【請求項4】

前記筒状部材は、前記筒状部材の内部に導入された前記液状物の旋回流を発生させる旋回流発生部材を有する、請求項 1 から請求項 3 までのいずれか一項に記載の超音波霧化装置。

【請求項 5】

前記筒状部材は、前記筒状部材の内部を流動する前記液状物の流路断面積が絞られた絞り部を有する、請求項 1 から請求項 4 までのいずれか一項に記載の超音波霧化装置。

【請求項 6】

前記射出口が複数設けられ、

複数の前記射出口のそれぞれに対して、少なくとも前記重心点を含む領域に前記網状構造体が設けられている、請求項 1 から請求項 5 までのいずれか一項に記載の超音波霧化装置。

10

【請求項 7】

前記網状構造体の孔径は、10 μm 以上、かつ 1 mm 以下である、請求項 1 から請求項 6 までのいずれか一項に記載の超音波霧化装置。

【請求項 8】

前記網状構造体の厚さは、5 mm 以下である、請求項 1 から請求項 7 までのいずれか一項に記載の超音波霧化装置。

【請求項 9】

吸湿性物質を含む液体吸湿材と空気とを接触させることにより、前記空気に含まれる水分の少なくとも一部を前記液体吸湿材に吸収させる吸湿部と、

20

前記吸湿部から供給された前記液体吸湿材に含まれる水分の少なくとも一部を霧化し、除去することによって前記液体吸湿材を再生する霧化再生部と、を備え、

前記霧化再生部は、請求項 1 から請求項 8 までのいずれか一項に記載の超音波霧化装置から構成されている、調湿装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波霧化装置および調湿装置に関する。

本願は、2019年5月27日に日本で出願された特願2019-098208号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

30

【背景技術】

【0002】

液体に超音波を照射して液面に液柱を発生させることによって液体を霧化する超音波霧化装置が従来から知られている。下記の特許文献1に、微小な貫通孔が多数形成された多孔板を容器内に備えた超音波霧化装置が開示されている。この超音波霧化装置において、多孔板は、多孔板の上面が液体に接触せず、かつ、多孔板の下面が液面から盛り上がった液柱に接触する位置に配置されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

40

【文献】特開2013-221633号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1の超音波霧化装置においては、超音波振動エネルギーが多孔板による液体の表面張力の剪断に消費されるため、霧化を効率的に行うことが難しいという課題があった。また、超音波霧化装置は、周波数等を含む超音波振動子の仕様が固定されている場合が多く、霧化を効率的に行えたとしても、霧化量の調整が難しいという課題があった。

【0005】

本発明の一つの態様は、上記の課題を解決するためになされたものであって、霧化を効

50

率的に行えらるとともに、霧化量の調整が容易に行える超音波霧化装置を提供することを目的の一つとする。また、本発明の一つの態様は、上記の霧化装置を備えた調湿装置を提供することを目的の一つとする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記の目的を達成するために、本発明の一つの態様の超音波霧化装置は、霧状液滴となる液状物を貯留する内部空間と排気口とを有する筐体と、前記筐体に設けられ、前記液状物に超音波を照射することにより前記霧状液滴を発生させる超音波振動子と、前記排気口を介して前記霧状液滴の少なくとも一部を前記内部空間から外部に送出するための気流を発生させる気流発生部と、前記超音波振動子から放射された前記超音波を前記液状物の液面の特定の領域に向けて集束させるノズルと、を備え、前記ノズルは、上端に前記液状物の射出口を有する筒状部材と、前記筒状部材の内部空間のうち、前記射出口の法線方向から見て、前記射出口の外形形状の重心点を含む領域に少なくとも設けられ、上方に前記液状物の液柱を形成する網状構造体と、を有する。

10

【0007】

本発明の一つの態様の超音波霧化装置において、前記網状構造体は、積層された複数の網を有していてもよい。

【0008】

本発明の一つの態様の超音波霧化装置において、前記網状構造体は、前記筒状部材の高さ方向に間隔をおいて設けられた複数の網を有していてもよい。

20

【0009】

本発明の一つの態様の超音波霧化装置において、前記筒状部材は、前記筒状部材の内部に導入された前記液状物の旋回流を発生させる旋回流発生部材を有していてもよい。

【0010】

本発明の一つの態様の超音波霧化装置において、前記筒状部材は、前記筒状部材の内部を流動する前記液状物の流路断面積が絞られた絞り部を有していてもよい。

【0011】

本発明の一つの態様の超音波霧化装置において、前記射出口が複数設けられ、複数の前記射出口のそれぞれに対して、少なくとも前記重心点を含む領域に前記網状構造体が設けられていてもよい。

30

【0012】

本発明の一つの態様の超音波霧化装置において、前記網状構造体の孔径は、 $10\ \mu\text{m}$ 以上、かつ $1\ \text{mm}$ 以下であってもよい。

【0013】

本発明の一つの態様の超音波霧化装置において、前記網状構造体の厚さは、 $5\ \text{mm}$ 以下であってもよい。

【0014】

本発明の一つの態様の調湿装置は、吸湿性物質を含む液体吸湿材と空気とを接触させることにより、前記空気に含まれる水分の少なくとも一部を前記液体吸湿材に吸収させる吸湿部と、前記吸湿部から供給された前記液体吸湿材に含まれる水分の少なくとも一部を霧化し、除去することによって前記液体吸湿材を再生する霧化再生部と、を備え、前記霧化再生部は、本発明の一つの態様の超音波霧化装置から構成されている。

40

【発明の効果】

【0015】

本発明の一つの態様の超音波霧化装置によれば、霧化を効率的に行うとともに、霧化量の調整を容易に行うことができる。また、本発明の一つの態様によれば、上記の霧化装置を備えた調湿装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】第1実施形態の超音波霧化装置の断面図である。

50

【図 2 A】 網状構造体の平面的な設置形態の第 1 例を示す図である。
 【図 2 B】 網状構造体の平面的な設置形態の第 2 例を示す図である。
 【図 2 C】 網状構造体の平面的な設置形態の第 3 例を示す図である。
 【図 2 D】 網状構造体の平面的な設置形態の第 4 例を示す図である。
 【図 3 A】 網状構造体の断面的な設置形態の第 1 例を示す図である。
 【図 3 B】 網状構造体の断面的な設置形態の第 2 例を示す図である。
 【図 3 C】 網状構造体の断面的な設置形態の第 3 例を示す図である。
 【図 4 A】 網状構造体の支持構造の第 1 例を示す図である。
 【図 4 B】 網状構造体の支持構造の第 2 例を示す図である。
 【図 4 C】 網状構造体の支持構造の第 3 例を示す図である。
 【図 4 D】 網状構造体の固定構造の第 4 例を示す図である。
 【図 5】 複数の液柱径の各々におけるジェット噴射回数と霧化効率の値を示す実験データである。

10

【図 6】 液状物の粘度と霧化効率との関係を示すグラフである。
 【図 7】 第 2 実施形態の超音波霧化装置の断面図である。
 【図 8】 第 2 実施形態の変形例の超音波霧化装置の断面図である。
 【図 9】 第 3 実施形態の超音波霧化装置におけるノズルの斜視図である。
 【図 10】 第 3 実施形態の変形例の超音波霧化装置におけるノズルの斜視図である。
 【図 11】 第 4 実施形態の超音波霧化装置におけるノズルの斜視図である。
 【図 12】 第 4 実施形態の変形例の超音波霧化装置におけるノズルの斜視図である。
 【図 13】 第 5 実施形態の超音波霧化装置におけるノズルの斜視図である。
 【図 14】 第 5 実施形態の変形例の超音波霧化装置におけるノズルの斜視図である。
 【図 15】 第 6 実施形態の超音波霧化装置の断面図である。
 【図 16】 第 6 実施形態の変形例の超音波霧化装置の断面図である。
 【図 17】 第 7 実施形態の調湿装置を示す概略構成図である。
 【発明を実施するための形態】

20

【0017】

[第 1 実施形態]

以下、本発明の第 1 実施形態について、図 1 を用いて説明する。

図 1 は、第 1 実施形態の超音波霧化装置を示す断面図である。

30

なお、以下の各図面においては各構成要素を見やすくするため、構成要素によって寸法の縮尺を異ならせて示すことがある。

【0018】

図 1 に示すように、超音波霧化装置 10 は、筐体 11 と、超音波振動子 12 と、気流発生部 13 と、ノズル 14 と、を備えている。

【0019】

筐体 11 は、霧状液滴 W1 となる液状物 W を貯留する内部空間 11a と、給気口 11b と、排気口 11c と、を有している。筐体 11 は、例えば金属、樹脂等の材料から形成された容器であって、構成材料は特に限定されない。給気口 11b には給気管 15 が接続され、排気口 11c には排気管 16 が接続されている。

40

【0020】

液状物 W は、例えば $1 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以上の粘度を有している。液状物 W の具体例として、グリセリン、エチレングリコール、ポリアクリル酸ナトリウム水溶液、ポリエチレングリコール、トリエチレングリコール、塩化カルシウム水溶液、塩化リチウム水溶液、もしくはこれらの混合液が挙げられる。

【0021】

超音波振動子 12 は、筐体 11 に設けられ、液状物 W に超音波を照射することにより液状物 W から霧状液滴 W1 を発生させる。本実施形態において、超音波振動子 12 は、筐体 11 の底板 11e に設けられている。超音波振動子 12 は、筐体 11 の底板 11e に対し傾斜して設けられている。この例では、1 個の超音波振動子 12 が用いられているが、

50

複数個の超音波振動子 1 2 が用いられてもよい。

【 0 0 2 2 】

気流発生部 1 3 は、筐体 1 1 の排気口 1 1 c を介して霧状液滴 W 1 の少なくとも一部を内部空間 1 1 a から外部に送出するための気流 F を発生させる。本実施形態において、気流発生部 1 3 は、給気管 1 5 に設けられたプロアから構成されている。なお、気流発生部 1 3 は、給気管 1 5 に限らず、排気管 1 6 に設けられたプロアから構成されていてもよい。

【 0 0 2 3 】

ノズル 1 4 は、超音波振動子 1 2 から放射された超音波を液状物 W の液面の特定の領域に向けて集束させる。ノズル 1 4 がなかったとしても、超音波振動子 1 2 から液状物 W に超音波を照射する際に超音波の照射条件を調整することによって、液状物 W の液面の特定の個所に超音波を集中させることができる。ところが、ノズル 1 4 を用いることによって、液状物 W の液面の特定の個所により効率良く超音波を集中させることができる。これにより、ノズル 1 4 の上方に、液状物 W が高く盛り上がった液柱 W 2 を発生させることができる。霧状液滴 W 1 は、液面のあらゆる個所から発生するが、液柱 W 2 およびその近傍から特に多く発生する。

【 0 0 2 4 】

ノズル 1 4 は、筒状部材 1 8 と、網状構造体 1 9 と、を有している。

筒状部材 1 8 は、上部および下部が開口しており、上端に液状物 W の射出口 1 8 b を有している。また、筒状部材 1 8 は、下方から上方、すなわち超音波振動子 1 2 に近い側から遠い側に向けて内部空間が狭まった、先細りの円錐台状の形状を有している。筒状部材 1 8 は、例えばアルミニウム、銅、ステンレス等の金属材料で構成されている。ただし、筒状部材 1 8 の構成材料は、特に限定されない。筒状部材 1 8 は、筒状部材 1 8 の中心軸 1 8 c が液面と交差して配置されている。なお、筒状部材 1 8 の形状は、必ずしも円錐台状でなくてもよく、例えば多角錐台状であってもよい。

【 0 0 2 5 】

本実施形態の場合、筒状部材 1 8 は、中心軸 1 8 c が液面に垂直な方向から傾いて配置されている。上述したように、超音波振動子 1 2 が液面に垂直な方向から傾いて配置されたことによって、超音波振動子 1 2 の放射軸 J も液面に垂直な方向から傾く。なお、超音波振動子 1 2 の放射軸 J は、超音波振動子 1 2 の超音波放射面 1 2 a の中心を通り、超音波放射面 1 2 a の法線方向に平行に延びる仮想的な軸として定義する。また、筒状部材 1 8 の中心軸 1 8 c は、超音波振動子 1 2 の放射軸 J に一致している。なお、筒状部材 1 8 の中心軸 1 8 c は、必ずしも超音波振動子 1 2 の放射軸 J に一致していなくてもよい。場合によっては、筒状部材 1 8 の中心軸 1 8 c は、超音波振動子 1 2 の放射軸 J から外れた位置に配置される方が望ましいこともある。

【 0 0 2 6 】

さらに、筒状部材 1 8 の中心軸 1 8 c が液面に垂直な方向から傾いていることによって、液柱 W 2 は、液面に垂直な方向から傾いて形成される。これにより、液面で反射した超音波が超音波振動子 1 2 に戻りにくく、超音波振動子 1 2 自身が超音波によるダメージを受けにくい。また、液柱 W 2 の乱れが生じにくく、液柱 W 2 が安定して形成される。

【 0 0 2 7 】

網状構造体 1 9 は、筒状部材 1 8 の内部空間のうち、射出口 1 8 b の法線方向から見て、射出口 1 8 b の外形形状の重心点、すなわち、本実施形態では射出口 1 8 b の外形形状である円の中心点を含む領域に少なくとも設けられ、上方に液状物 W の液柱 W 2 を形成する。重心点を含む領域は、図 2 A ~ 図 2 D に示すように、重心点 G を中心とする円形の領域 R である。領域 R の直径は、例えば 1 mm である。網状構造体 1 9 は、例えばポリエステル、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリテトラフルオロエチレン、ナイロン、フッ素繊維、ポリウレタン等の樹脂材料、ステンレス、アルミニウム等の金属材料から構成されているが、構成材料は特に限定されない。網状構造体 1 9 は、所定の範囲の孔径を有するメッシュを有している。網状構造体 1 9 は、概ね均等な孔径を有することが好ましいが、孔径に所定の分布を有していてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 8 】

本実施形態の超音波霧化装置 10 においては、網状構造体 19 の孔径を調整することによって液柱 W2 の太さを調節することができ、網状構造体 19 を用いない場合と比べて霧化量を増加させたり、減少させたりすることができる。この効果については、後で詳しく説明する。

【 0 0 2 9 】

上述したように、網状構造体 19 が、筒状部材 18 の内部空間のうち、射出口 18 b の外形形状である円の重心点 G を含む領域に少なくとも設けられているという形態には、以下に示す形態が考えられる。以下の図 2 A ~ 図 2 D において、上記の重心点 G を含む領域 R を 2 点鎖線の円で示す。本実施形態では、射出口 18 b の外形形状が円であるため、重心点 G は円の中心点と一致する。射出口 18 b の外形形状が明確な中心点を持たない形状の場合には、網状構造体が重心点 G を含む領域に設けられていればよい。

10

【 0 0 3 0 】

図 2 A は、網状構造体 19 の平面的な設置形態の第 1 例を示す図である。

図 2 A に示すように、第 1 例の網状構造体 19 A は、筒状部材 18 の内部空間の全域を塞ぐように設けられている。

【 0 0 3 1 】

図 2 B は、網状構造体 19 の平面的な設置形態の第 2 例を示す図である。

図 2 B に示すように、第 2 例の網状構造体 19 B は、筒状部材 18 の内部空間のうち、領域 R を含み、直径方向に延びる直線状の領域に設けられている。

20

【 0 0 3 2 】

図 2 C は、網状構造体 19 の平面的な設置形態の第 3 例を示す図である。

図 2 C に示すように、第 3 例の網状構造体 19 C は、筒状部材 18 の内部空間のうち、領域 R を含み、互いに直交する 2 つの直線状の領域に設けられている。

【 0 0 3 3 】

図 2 D は、網状構造体 19 の平面的な設置形態の第 4 例を示す図である。

図 2 D に示すように、第 4 例の網状構造体 19 D は、筒状部材 18 の内部空間のうち、領域 R を含む矩形状の領域に設けられている。網状構造体 19 D は、任意の支持部材 21 によって筒状部材 18 に支持されている。

【 0 0 3 4 】

筒状部材 18 における網状構造体 19 の高さ方向の位置と、網状構造体 19 と液面との位置関係については、例えば図 3 A ~ 図 3 C に示す 3 つの例が採用可能である。網状構造体 19 の厚さ t は、5 mm 以下とすることが好ましい。網状構造体 19 の厚さ t が 5 mm を超えると、液柱 W2 が形成されにくくなる。

30

【 0 0 3 5 】

また、網状構造体 19 は、互いに接触するように積層された複数の網から構成されていてもよい。複数の網のそれぞれは、同一の孔径を有する網であってもよいし、互いに異なる孔径を有する網であってもよい。また、複数の網のそれぞれは、互いに異なる材質からなる網であってもよい。

【 0 0 3 6 】

複数の網は、網を構成する上下の線材同士がずれることなく重なっていてもよいし、上下の線材同士がずれた状態で重なっていてもよい。上下の線材同士がずれた状態で重なっていた場合、網状構造体 19 の孔径は、筒状部材 18 の中心軸 18 c に沿う方向から網状構造体 19 を見たときの複数の孔径の平均値と定義すればよい。したがって、複数の網を積層し、上下の線材同士を意図的にずれた状態で重ねることによって、網状構造体 19 の孔径を 1 枚の網の孔径よりも小さくすることができる。

40

【 0 0 3 7 】

図 3 A は、網状構造体 19 の断面的な設置形態の第 1 例を示す図である。

図 3 A に示すように、第 1 例の網状構造体 19 E は、筒状部材 18 の上端よりも低い位置に設けられている。筒状部材 18 の内部の液面の高さは、筒状部材 18 の周囲の液面の

50

高さと同程度である。また、網状構造体 19 E の下面の高さは、筒状部材 18 の周囲の液面の高さと同程度である。網状構造体 19 E の上面の高さは、筒状部材 18 の周囲の液面の高さよりも 0.5 ~ 3 cm 程度高くなっている。

【0038】

図 3 B は、網状構造体 19 の断面的な設置形態の第 2 例を示す図である。

図 3 B に示すように、第 2 例の網状構造体 19 F は、筒状部材 18 の上端に設けられている。筒状部材 18 の内部の液面の高さは、筒状部材 18 の周囲の液面の高さよりも高くなっている。また、網状構造体 19 F の下面の高さは、筒状部材 18 の周囲の液面の高さよりも 0.5 ~ 3 cm 程度高くなっている。

【0039】

図 3 C は、網状構造体 19 の断面的な設置形態の第 3 例を示す図である。

図 3 C に示すように、第 3 例の網状構造体 19 G は、筒状部材 18 の上端に設けられている。筒状部材 18 の内部の液面の高さは、筒状部材 18 の周囲の液面の高さよりも高くなっている。また、図 3 B に示す第 2 例では、網状構造体 19 F の上面から液柱 W 2 が形成されていたのに対し、図 3 C に示す第 3 例では、網状構造体 19 G の下方から液柱 W 2 が形成され、網状構造体 19 G の上方に延びている。

【0040】

筒状部材 18 に網状構造体 19 を支持する形態については、例えば図 4 A ~ 図 4 D に示す 4 つの例が採用可能である。

【0041】

図 4 A は、網状構造体 19 の支持構造の第 1 例を示す図である。

図 4 A に示すように、第 1 例の網状構造体 19 H は、接着剤 23 を介して筒状部材 18 に固定されている。もしくは、網状構造体 19 H は、粘着テープ等を介して筒状部材 18 に固定されていてもよい。

【0042】

図 4 B は、網状構造体 19 の支持構造の第 2 例を示す図である。

図 4 B に示すように、第 2 例の支持構造では、筒状部材 18 の内壁面に内側に突出する突起 24 が設けられている。網状構造体 19 I は、突起 24 の上面に載置された状態で接着剤、粘着テープ等（図示略）により固定されている。なお、網状構造体 19 I を載置する部分は、突起 24 に限らず、段差部等であってもよい。

【0043】

図 4 C は、網状構造体 19 の支持構造の第 3 例を示す図である。

図 4 C に示すように、第 3 例の支持構造では、筒状部材 18 が 2 分割され、上部筒状部材 18 A と下部筒状部材 18 B とが嵌合し合う構成を有している。網状構造体 19 J は、上部筒状部材 18 A と下部筒状部材 18 B との間に挟み込まれて固定される。網状構造体 19 J は、2 つの筒状部材 18 A, 18 B の間に挟み込まれるだけの厚さや柔軟性を有することが望ましい。

【0044】

図 4 D は、網状構造体 19 の支持構造の第 4 例を示す図である。

図 4 D に示すように、第 4 例の支持構造では、網状構造体 19 K が装着された固定治具 25 が用いられ、固定治具 25 が筒状部材 18 の上部に嵌め込まれて固定される。

【0045】

超音波霧化技術において、超音波振動子の直上にノズルを配置し、ノズルを用いて液柱の発生個所に超音波を効率的に集中させることによって、霧化量を増大させる試みが従来からなされてきた。本発明者らは、液体を透過する際に適度な流動抵抗となる網状構造体をノズルの内部に設置することにより、網状構造体を設置しない場合に比べて液柱の径（太さ）を変えられることを見出した。さらに、本発明者らは、霧化量を制御する方法を検討する過程において、液柱の径と霧化量との間に相関関係があるとの知見を得た。

【0046】

[実験 1]

10

20

30

40

50

本発明者らは、異なる孔径を有する2種類の網状構造体をノズルに設置し、超音波霧化を行った。具体的には、数十 μm 以上、1mm以下の孔径を有する網状構造体を備えた実施例1のノズル、1mmを超える孔径を有する網状構造体を備えた実施例2のノズル、1 μm 未満の孔径を有する網状構造体を備えた実施例3のノズルのそれぞれを用いて超音波霧化を行った。一方、比較例として、網状構造体を備えていないノズルを用いて超音波霧化を行った。液体としては、粘度が $6 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ のグリセリン水溶液を用いた。超音波振動子の条件は、周波数が2.4MHz、出力が15Wである。

【0047】

1 μm 未満の孔径を有する網状構造体を備えた実施例3のノズルを用いた場合、ノズルの上方に液柱を生じさせることができず、ほとんど液滴を発生させることができなかつた。本発明者らの推察によれば、この理由は、1 μm 未満では網状構造体の孔径が小さ過ぎて、噴射圧力の損失が大き過ぎたためと思われる。

10

【0048】

図5は、異なる液柱径におけるジェット噴射回数と霧化効率の値を示す実験データである。図5に示すグラフの横軸は液柱の径(mm)を示し、縦軸はジェット噴射の回数(回/0.05秒)を示す。グラフの上部は、超音波印加後の特定の時刻におけるハイスピードカメラの画像である。

【0049】

ジェット噴射については、液柱とその近傍の様子をハイスピードカメラによって観察し、0.05秒あたりの回数を計測した。ジェット噴射の回数は、液柱の高さを0~5mm、5~10mm、10~15mmに分け、高さ毎に計測した。また、発生した霧を外部に搬送するための空気を、5m/秒の流速で液柱に向けて一定時間流し、その前後における容器全体の重量を測定した。その重量の減少量を霧化量(g)とした。また、この霧化量を投入電力量で除算し、霧化効率(g/Wh)を算出した。液柱の径は液柱の基端側と先端側とで異なるため、網状構造体の上面から1mmの位置での液柱の径を測定した。

20

【0050】

超音波霧化により微小液滴が発生するメカニズムの一つにジェット噴射がある。液体に超音波を印加した際に液面が振動し、液面に生じた窪みの側面の液体が底部に向けて流れ込み、流れ込んだ液体が窪みの中央で盛り上がる。その後、気泡が破裂して、盛り上がった液体の先端が引きちぎられ、微小液滴が次々と生成される。このような過程を経て超音波印加時に気泡が破裂する現象をジェット噴射と称し、ジェット噴射時に液面の盛り上がりから生成される液滴をジェット液滴と称する。

30

【0051】

図5に示すように、網状構造体を設置していない比較例のノズルを用いた場合、液柱径は1.8mmであった。ジェット噴射の回数は約160回/0.05秒であり、液柱の基端側から10~15mmの高い位置でのジェット噴射の回数が最も多かった。霧化効率は、3.5g/Whであった。

【0052】

これに対して、数十 μm ~1mmの孔径を有する網状構造体を備えた実施例1のノズルを用いた場合、液柱径は0.6mmであった。ジェット噴射の回数は約250回/0.05秒であり、液柱の基端側から0~5mmの低い位置でのジェット噴射の回数が最も多かった。霧化効率は、4.4g/Whであった。したがって、網状構造体を設置しない場合に比べて霧化量を増やしたい場合には、網状構造体を10 μm 以上、かつ1mm以下程度とすることが望ましいことが判った。

40

【0053】

また、1mmを超える孔径を有する網状構造体を備えた実施例2のノズルを用いた場合、液柱径は3.0mmであった。ジェット噴射の回数は10回/0.05秒以下であった。霧化効率は、2.0g/Whであった。

【0054】

以上の実験結果から、網状構造体の孔径を変えることで液柱の径を調節することができ

50

、さらに霧化量（霧化効率）を制御することができることが判った。本発明者らの推察によれば、液柱が細くなると、液柱の単位断面積あたりの超音波密度が高くなるためにジェット噴射が発生しやすく、液柱が太くなると、液柱の単位断面積あたりの超音波密度が低くなるためにジェット噴射が発生しにくくなると思われる。また、液柱が細い場合には、超音波が液柱の上部まで伝播して超音波エネルギーが減衰する前に液柱の下部でジェット噴射に消費されるため、超音波エネルギーの減衰が少ない分、全体として霧化効率が向上すると思われる。

【 0 0 5 5 】

[実験 2]

次に、本発明者らは、数十 μm ~ 1 mm の孔径を有する網状構造体を備えた実施例 1 のノズルを用い、粘度が異なる 3 種類の液体を用いて超音波霧化を行った。具体的には、粘度が $1 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ の液体、粘度が $6 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ の液体、粘度が $30 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ の液体のそれぞれを用い、超音波霧化を行った。なお、その他の実験条件は、実験 1 と同様である。一方、比較例として、網状構造体を備えていないノズルを用い、3 種類の粘度の液体を用いて超音波霧化を行った。

10

【 0 0 5 6 】

図 6 は、液体の粘度と霧化効率との関係を示すグラフである。

図 6 に示すように、液体の粘度が $1 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ の液体の場合、比較例のノズルでは霧化効率が約 $9.8 \text{ g} / \text{Wh}$ であるのに対し、実施例 1 のノズルでは霧化効率が約 $11.7 \text{ g} / \text{Wh}$ であった。液体の粘度が $6 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ の液体の場合、比較例では霧化効率が約 $3.6 \text{ g} / \text{Wh}$ であるのに対し、本実施例では霧化効率が約 $4.4 \text{ g} / \text{Wh}$ であった。液体の粘度が $30 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ の液体の場合、比較例では霧化効率が約 $2.0 \text{ g} / \text{Wh}$ であるのに対し、本実施例では霧化効率が約 $2.4 \text{ g} / \text{Wh}$ であった。

20

【 0 0 5 7 】

以上の実験結果から、液体の粘度が低い場合に比べて、液体の粘度が高くなる程、霧化効率は低下する傾向にあるが、いずれの粘度においても、網状構造体を備えた実施例 1 のノズルを用いることにより、網状構造体を備えていない比較例のノズルを用いた場合に比べて、霧化効率を高められることが判った。したがって、本実施形態の超音波霧化装置は、使用する液状物の粘度や種類に依らずに、適用可能であることが判った。さらには、使用する液状物の粘度に応じて、適切な孔径を有する網状構造体を用いることが好ましい。

30

【 0 0 5 8 】

[第 2 実施形態]

以下、第 2 実施形態の超音波霧化装置について、図 7 および図 8 を用いて説明する。

第 2 実施形態の超音波霧化装置の基本構成は第 1 実施形態と同一であり、網状構造体の構成が第 1 実施形態と異なる。

図 7 は、第 2 実施形態の超音波霧化装置の断面図である。

図 7 において、第 1 実施形態で用いた図 1 と共通の構成要素には同一の符号を付し、詳細な説明を省略する。

【 0 0 5 9 】

図 7 に示すように、第 2 実施形態の超音波霧化装置 30 は、上方に液状物 W の液柱 W2 を形成するノズル 31 を有している。ノズル 31 は、筒状部材 18 と、網状構造体 32 と、を有している。

40

【 0 0 6 0 】

網状構造体 32 は、筒状部材 18 の中心軸 18c に沿った方向、すなわち、筒状部材 18 の高さ方向に間隔をおいて設けられた第 1 の網 32A と第 2 の網 32B とを含む複数の網を有している。第 1 の網 32A は、筒状部材 18 の上端から少し下がった位置に固定されている。第 2 の網 32B は、筒状部材 18 の上端に固定されている。

超音波霧化装置 30 のその他の構成は、第 1 実施形態と同様である。

【 0 0 6 1 】

第 1 の網 32A と第 2 の網 32B とは、同一の孔径を有する網であってもよいし、互い

50

に異なる孔径を有する網であってもよい。また、第1の網32Aと第2の網32Bとは、互いに異なる材質からなる網であってもよい。第2実施形態では、複数の網が2枚の網32A, 32Bから構成される例を挙げるが、複数の網が3枚以上の網から構成されていてもよい。

【0062】

第2実施形態の超音波霧化装置30においても、網状構造体32の孔径を変えることで液柱の径を調節することができ、霧化量を制御することができる、という第1実施形態と同様の効果が得られる。

【0063】

さらに、第2実施形態の超音波霧化装置30においては、第1の網32Aによって細くした液柱W2を第2の網32Bによってさらに細くするというように、液柱W2を段階的に細くすることができる。これにより、第1実施形態に比べてさらに細かい液柱W2を形成しやすいという効果が得られる。したがって、第2実施形態の超音波霧化装置30は、霧化量を増やしたい場合に好適である。

10

【0064】

[変形例]

第2実施形態の超音波霧化装置30は、以下のような変形例が適用可能である。

図8は、第2実施形態の変形例の超音波霧化装置34の断面図である。

図8に示すように、変形例の超音波霧化装置34において、網状構造体35は、筒状部材18の中心軸18cに沿った方向に間隔をおいて設けられた第1の網35Aと第2の網35Bとを含む複数の網を有している。第1の網35Aと第2の網35Bとは、任意の連結部材35Cを介して互いに連結されている。第1の網35Aは筒状部材18の上端に固定され、第2の網35Bは筒状部材18の上方に位置している。

20

【0065】

本変形例の超音波霧化装置34においても、第2実施形態と同様の効果が得られる。

【0066】

[第3実施形態]

以下、第3実施形態の超音波霧化装置について、図9および図10を用いて説明する。

第3実施形態の超音波霧化装置の基本構成は第1実施形態と同一であり、ノズルの構成が第1実施形態と異なる。

30

図9は、第3実施形態の超音波霧化装置におけるノズル37の斜視図である。

図9において、第1実施形態で用いた図1と共通の構成要素には同一の符号を付し、詳細な説明を省略する。

【0067】

図9に示すように、第3実施形態のノズル37は、筒状部材38と、網状構造体19とを有している。筒状部材38は、筒状部材38の内部に複数の旋回流発生部材39を有している。複数の旋回流発生部材39は、筒状部材38の内部に導入された液状物の旋回流W5を発生させる。

【0068】

筒状部材38の側面には、筒状部材38の内部に液状物を流入させるための複数の孔38hが設けられている。複数の旋回流発生部材39の各々は、複数の孔38hの各々に対応して設けられている。旋回流発生部材39は、筒状部材38の内部において、孔38hの上方および一方の側方を閉塞する壁面39aと、傾斜した湾曲面39bと、筒状部材38の内壁面に沿って斜め上方に液状物を排出する排出口39cと、を有する誘導板から構成されている。これにより、旋回流発生部材39は、孔38hを通して筒状部材38の内部に流入した液状物を筒状部材38の内壁面に沿って上方に向かって旋回させる流れを形成する。

40

超音波霧化装置のその他の構成は、第1実施形態と同様である。

【0069】

第3実施形態の超音波霧化装置においても、網状構造体19の孔径を変えることで液柱

50

の径を調節することができ、霧化量を制御することができる、という第 1 実施形態と同様の効果が得られる。

【 0 0 7 0 】

さらに、第 3 実施形態の超音波霧化装置においては、旋回流発生部材 3 9 が液状物の旋回流 W 5 を形成することによって液状物の流速が上がり、ノズル 3 7 の先端から噴射される液状物の噴射圧力が増加する。これにより、第 1 実施形態に比べてさらに細い液柱を形成しやすいという効果が得られる。したがって、第 3 実施形態の超音波霧化装置は、霧化量を増やしたい場合に好適である。

【 0 0 7 1 】

[変形例]

第 3 実施形態の超音波霧化装置は、以下のような変形例が適用可能である。

図 1 0 は、第 3 実施形態の変形例のノズル 4 1 の斜視図である。

図 1 0 に示すように、変形例のノズル 4 1 において、筒状部材 4 2 の外面には、複数の旋回流発生部材 4 3 が間隔をおいて設けられている。旋回流発生部材 4 3 は、筒状部材 4 2 の内部に導入された液状物の旋回流 W 5 を発生させる。

【 0 0 7 2 】

旋回流発生部材 4 3 は、液状物を筒状部材 4 2 の内壁面に沿って流入させるように誘導する流路 4 3 d を形成する壁部を有している。これにより、旋回流発生部材 4 3 は、筒状部材 4 2 の内部に流入した液状物を筒状部材 4 2 の内壁面に沿って上方に向かって旋回させる流れを形成する。

【 0 0 7 3 】

本変形例の超音波霧化装置においても、第 3 実施形態と同様の作用および効果が得られる。

【 0 0 7 4 】

[第 4 実施形態]

以下、第 4 実施形態の超音波霧化装置について、図 1 1 および図 1 2 を用いて説明する。

第 4 実施形態の超音波霧化装置の基本構成は第 1 実施形態と同一であり、ノズルの構成が第 1 実施形態と異なる。

図 1 1 は、第 4 実施形態の超音波霧化装置におけるノズル 4 5 の斜視図である。

図 1 1 において、第 1 実施形態で用いた図 1 と共通の構成要素には同一の符号を付し、詳細な説明を省略する。

【 0 0 7 5 】

図 1 1 に示すように、第 4 実施形態のノズル 4 5 は、筒状部材 4 6 と、網状構造体 4 7 と、を有している。筒状部材 4 6 は、筒状部材 4 6 の内部を流動する液状物の流路断面積が絞られた絞り部 4 6 b を有している。具体的に、筒状部材 4 6 は、先端の円形の噴射口が一方向に潰された扁平形状を有し、この部分が絞り部 4 6 b を構成している。さらに詳細に言えば、筒状部材は、円錐台状の形状を有しているため、全体にわたって流路断面積が下方から上方に向けて減少しているが、絞り部においては、流路断面積が他の部分に比べて急激に減少している。

超音波霧化装置のその他の構成は、第 1 実施形態と同様である。

【 0 0 7 6 】

第 4 実施形態の超音波霧化装置においても、網状構造体 4 7 の孔径を変えることで液柱の径を調節することができ、霧化量を制御することができる、という第 1 実施形態と同様の効果が得られる。

【 0 0 7 7 】

さらに、第 4 実施形態の超音波霧化装置においては、筒状部材 4 6 に絞り部 4 6 b が設けられたことによって液状物の流速が上がり、ノズル 4 5 の先端から噴射される液状物の噴射圧力が増加する。これにより、第 1 実施形態に比べてさらに細い液柱を形成しやすいという効果が得られる。したがって、第 4 実施形態の超音波霧化装置は、霧化量を増やしたい場合に好適である。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 8 】

[変形例]

第 4 実施形態の超音波霧化装置は、以下のような変形例が適用可能である。

図 1 2 は、第 4 実施形態の変形例のノズル 4 9 の斜視図である。

図 1 2 に示すように、変形例のノズル 4 9 において、筒状部材 5 0 は、筒状部材 5 0 の内部を流動する液状物の流路断面積が絞られた絞り部 5 0 b を有している。具体的には、筒状部材 5 0 は、例えばベンチュリー管のように、下端と上端との間の位置で流路断面積が急激に絞られた部分を有し、この部分が絞り部 5 0 b を構成している。

【 0 0 7 9 】

本変形例の超音波霧化装置においても、第 4 実施形態と同様の作用および効果が得られる。

10

【 0 0 8 0 】

[第 5 実施形態]

以下、第 5 実施形態の超音波霧化装置について、図 1 3 および図 1 4 を用いて説明する。

第 5 実施形態の超音波霧化装置の基本構成は第 1 実施形態と同一であり、ノズルの構成が第 1 実施形態と異なる。

図 1 3 は、第 5 実施形態の超音波霧化装置におけるノズル 5 2 の斜視図である。

図 1 3 において、第 1 実施形態で用いた図 1 と共通の構成要素には同一の符号を付し、詳細な説明を省略する。

【 0 0 8 1 】

図 1 3 に示すように、第 5 実施形態のノズル 5 2 は、筒状部材 5 3 と、網状構造体 5 4 と、を有している。筒状部材 5 3 は、複数の液状物射出口 5 3 c を有している。筒状部材 5 3 の上端に頂板 5 3 t が設けられ、頂板 5 3 t に 4 個の液状物射出口 5 3 c が形成されている。本実施形態の場合、ノズル 5 2 が 4 個の液状物射出口 5 3 c を有する例を挙げたが、液状物射出口 5 3 c の個数は特に限定されない。網状構造体 5 4 は、複数の液状物射出口 5 3 c のそれぞれに対して、各液状物射出口 5 3 c を法線方向から見たときの外形形状である円の重心点を少なくとも含む領域に設けられている。網状構造体 5 4 は、筒状部材 5 3 の全体に設けられていてもよいし、各液状物射出口 5 3 c に対応する個所だけに設けられていてもよい。

20

超音波霧化装置のその他の構成は、第 1 実施形態と同様である。

30

【 0 0 8 2 】

第 5 実施形態の超音波霧化装置においても、網状構造体 5 4 の孔径を変えることで液柱の径を調節することができ、霧化量を制御することができる、という第 1 実施形態と同様の効果が得られる。

【 0 0 8 3 】

さらに、第 5 実施形態の超音波霧化装置においては、筒状部材 5 3 が複数の液状物射出口 5 3 c を有しているため、細い液柱を複数本形成することができる。これにより、霧化量をさらに増やすことができる。

【 0 0 8 4 】

[変形例]

第 5 実施形態の超音波霧化装置は、以下のような変形例が適用可能である。

図 1 4 は、第 5 実施形態の変形例のノズル 5 6 の斜視図である。

図 1 4 に示すように、変形例のノズル 5 6 において、筒状部材 5 7 は、上端の中央部が一方方向に潰されたことによって液状物射出口が 2 つに分断され、2 個の液状物射出口 5 7 c が形成されている。網状構造体 5 8 は、筒状部材 5 7 の全体に設けられていてもよいし、各液状物射出口 5 7 c に対応する個所だけに設けられていてもよい。

40

【 0 0 8 5 】

本変形例の超音波霧化装置においても、第 5 実施形態と同様の作用および効果が得られる。

【 0 0 8 6 】

50

[第 6 実施形態]

以下、第 6 実施形態の超音波霧化装置について、図 1 5 および図 1 6 を用いて説明する。

第 6 実施形態の超音波霧化装置の基本構成は第 1 実施形態と同一であり、霧状液滴を外部に排出する気流の位置が第 1 実施形態と異なる。

図 1 5 は、第 6 実施形態の超音波霧化装置 6 0 の断面図である。

図 1 5 において、第 1 実施形態で用いた図 1 と共通の構成要素には同一の符号を付し、詳細な説明を省略する。

【 0 0 8 7 】

図 1 5 に示すように、第 6 実施形態の超音波霧化装置 6 0 は、筐体 6 1 と、超音波振動子 1 2 と、気流発生部 1 3 と、ノズル 1 4 と、を備えている。ノズル 1 4 の構成は、第 1 実施形態と同様である。

10

【 0 0 8 8 】

筐体 6 1 は、霧状液滴 W 1 となる液状物 W を貯留する内部空間 6 1 a と、給気口 6 1 b と、排気口 6 1 c と、を有している。第 1 実施形態では、給気口 1 1 b および排気口 1 1 c は、ともに筐体 1 1 の上部に設けられていた。これにより、給気口 1 1 b から排気口 1 1 c に向けて流れる気流 F は、筐体 1 1 内の液面から離れた比較的高い位置を流れるようになっていた。これに対して、第 6 実施形態では、給気口 6 1 b は、液面に近く、比較的低い位置に設けられ、排気口 6 1 c は、液面から遠く、比較的高い位置に設けられている。これにより、給気口 6 1 b から排気口 6 1 c に向けて流れる気流 F は、筐体 6 1 内の低い位置から高い位置に向けて流れるようになっている。

20

【 0 0 8 9 】

第 6 実施形態の超音波霧化装置 6 0 においても、網状構造体 1 9 の孔径を変えることで液柱 W 2 の径を調節することができ、霧化量を制御することができる、という第 1 実施形態と同様の効果が得られる。

【 0 0 9 0 】

さらに、第 6 実施形態の超音波霧化装置 6 0 において、網状構造体 1 9 の孔径の選択によって細い液柱 W 2 を形成した場合には、以下のような効果が得られる。

細い液柱 W 2 を形成した場合、図 5 に示したように、液柱 W 2 の下部で多くの霧状液滴 W 1 が発生する。ここで、第 6 実施形態の超音波霧化装置 6 0 においては、気流 F が筐体 6 1 内の液面に近い位置から液柱 W 2 の下部を通過し、高い位置に向けて流れるため、液柱 W 2 の下部で発生した多くの霧状液滴 W 1 を効率良く気流 F に乗せて搬送することができる。そのため、第 6 実施形態の超音波霧化装置 6 0 によれば、霧状液滴 W 1 の搬送効率を第 1 実施形態に比べて高めることができる。

30

【 0 0 9 1 】

[変形例]

第 6 実施形態の超音波霧化装置 6 0 は、以下のような変形例が適用可能である。

図 1 6 は、第 6 実施形態の変形例の超音波霧化装置 6 3 の断面図である。

図 1 6 に示すように、変形例の超音波霧化装置 6 3 において、筐体 6 4 は、霧状液滴 W 1 となる液状物 W を貯留する内部空間 6 4 a と、給気口 6 4 b と、排気口 6 4 c と、を有している。給気口 6 4 b は、筐体 6 4 の比較的低い位置に設けられ、排気口 6 4 c は、筐体 6 4 の頂板 6 4 t に設けられている。

40

【 0 0 9 2 】

筐体 6 4 の内部には、超音波印加時に形成される液柱 W 2 と排気口 6 4 c とを囲むように、筒状の誘導管 6 5 が設けられている。誘導管 6 5 の上端は頂板 6 4 t に固定され、誘導管 6 5 の下端と液面との間には隙間が設けられている。この構成により、給気口 6 4 b から排気口 6 4 c に向けて流れる気流 F は、筐体 6 4 内の低い位置から誘導管 6 5 と液面との間の隙間を通過して誘導管 6 5 の内部に流入し、上方に向けて流れる。

【 0 0 9 3 】

本変形例の超音波霧化装置 6 3 においても、第 6 実施形態と同様の作用および効果が得られる。

50

【 0 0 9 4 】

[第 7 実施形態]

以下、本発明の第 7 実施形態について、図 1 7 を用いて説明する。

第 7 実施形態では、第 6 実施形態で例示した超音波霧化装置を備えた調湿装置について説明する。ただし、調湿装置は、第 1 ~ 第 5 実施形態で例示した超音波霧化装置を備えていてもよい。

図 1 7 は、第 7 実施形態の調湿装置 1 0 0 の概略構成図である。

【 0 0 9 5 】

図 1 7 に示すように、本実施形態の調湿装置 1 0 0 は、吸湿部 1 0 1 と、霧化再生部 1 0 2 と、第 1 液体吸湿材輸送流路 1 0 3 と、第 2 液体吸湿材輸送流路 1 0 4 と、第 1 空気導入流路 1 0 5 と、第 2 空気導入流路 1 0 6 と、第 1 空気排出流路 1 0 7 と、第 2 空気排出流路 1 0 8 と、制御部 1 0 9 と、を備える。調湿装置 1 0 0 は、外殻筐体 1 1 0 を備えており、吸湿部 1 0 1 および霧化再生部 1 0 2 は、外殻筐体 1 1 0 の内部空間 1 1 0 c に收容されている。

10

【 0 0 9 6 】

吸湿部 1 0 1 は、第 1 貯留槽 1 1 2 と、プロア 1 1 3 と、吸湿部ノズル 1 1 4 と、を備えている。吸湿部 1 0 1 は、吸湿性物質を含む液体吸湿材 L と外部空間に存在する空気 A 1 とを接触させることにより、空気 A 1 に含まれる水分の少なくとも一部を液体吸湿材 L に吸収させる。吸湿部 1 0 1 は、できるだけ多くの水分を液体吸湿材 L に吸収させることが望ましいが、空気 A 1 に含まれる水分のうち少なくとも一部の水分を液体吸湿材 L に吸収させればよい。

20

【 0 0 9 7 】

第 1 貯留槽 1 1 2 の内部には、液体吸湿材 L が貯留されている。液体吸湿材 L については後述する。第 1 貯留槽 1 1 2 には、第 1 空気導入流路 1 0 5、第 1 空気排出流路 1 0 7、および第 1 液体吸湿材輸送流路 1 0 3 が接続されている。空気 A 1 は、プロア 1 1 3 によって第 1 空気導入流路 1 0 5 を介して第 1 貯留槽 1 1 2 の内部空間に供給される。

【 0 0 9 8 】

吸湿部ノズル 1 1 4 は、第 1 貯留槽 1 1 2 の内部空間の上部に配置されている。後述する霧化再生部 1 0 2 によって再生された後、第 2 液体吸湿材輸送流路 1 0 4 を介して吸湿部 1 0 1 に戻された液体吸湿材 L 1 は、吸湿部ノズル 1 1 4 から第 1 貯留槽 1 1 2 の内部空間に流下し、この際に液体吸湿材 L 1 と空気 A 1 とが接触する。この種の液体吸湿材 L 1 と空気 A 1 との接触の形態は、一般に「流下方式」と呼ばれる。なお、液体吸湿材 L 1 と空気 A 1 との接触形態は、流下方式に限らず、他の方式を用いることができる。例えば第 1 貯留槽 1 1 2 に貯留された液体吸湿材 L の中に空気 A 1 を泡状にして供給する方式、いわゆるバブリング方式を用いることもできる。

30

【 0 0 9 9 】

外部空間に存在する空気 A 1 は、プロア 1 1 3 から第 1 空気排出流路 1 0 7 の排出口 1 0 7 b に向かう気流を形成し、吸湿部ノズル 1 1 4 から流下する液体吸湿材 L と接触する。このとき、空気 A 1 中に含まれる水分の少なくとも一部は、液体吸湿材 L に吸収されることによって除去される。吸湿部 1 0 1 では、元々の室内の空気 A 1 から水分が除去された空気が得られるため、この空気は調湿装置 1 0 0 の外部空間の空気よりも乾燥している。このように、乾燥した空気 A 2 が第 1 空気排出流路 1 0 7 を介して室内に排出される。

40

【 0 1 0 0 】

液体吸湿材 L は、水分を吸収する性質（吸湿性）を示す液体であり、例えば温度が 2 5、相対湿度が 5 0 %、大気圧下の条件で吸湿性を示す液体が好ましい。液体吸湿材 L は、後述する吸湿性物質を含んでいる。また、液体吸湿材 L は、吸湿性物質と溶媒とを含んでいてもよい。この種の溶媒としては、吸湿性物質を溶解させる、または吸湿性物質と混和する溶媒が挙げられ、例えば水が挙げられる。吸湿性物質は、有機材料であってもよいし、無機材料であってもよい。

【 0 1 0 1 】

50

吸湿性物質として用いられる有機材料としては、例えば2価以上のアルコール、ケトン、アミド基を有する有機溶媒、糖類、保湿化粧品などの原料として用いられる公知の材料などが挙げられる。それらの中でも、親水性が高いことから、吸湿性物質として好適に用いられる有機材料としては、2価以上のアルコール、アミド基を有する有機溶媒、糖類、保湿化粧品等の原料として用いられる公知の材料が挙げられる。

【0102】

2価以上のアルコールとしては、例えばグリセリン、プロパンジオール、ブタンジオール、ペンタンジオール、トリメチロールプロパン、ブタントリオール、エチレングリコール、ジエチレングリコール、トリエチレングリコールなどが挙げられる。

【0103】

アミド基を有する有機溶媒としては、例えばホルムアミド、アセトアミドなどが挙げられる。

【0104】

糖類としては、例えばスクロース、プルラン、グルコース、キシロール、フラクトース、マンニトール、ソルビトールなどが挙げられる。

【0105】

保湿化粧品などの原料として用いられる公知の材料としては、例えば2-メタクリロイルオキシエチルホスホリルコリン(MPC)、ペタイン、ヒアルロン酸、コラーゲンなどが挙げられる。

【0106】

吸湿性物質として用いられる無機材料としては、例えば塩化カルシウム、塩化リチウム、塩化マグネシウム、塩化カリウム、塩化ナトリウム、塩化亜鉛、塩化アルミニウム、臭化リチウム、臭化カルシウム、臭化カリウム、水酸化ナトリウム、ピロリドンカルボン酸ナトリウムなどが挙げられる。

【0107】

吸湿性物質の親水性が高いと、例えば吸湿性物質の材料と水とを混合させたときに、液体吸湿材Lの表面(液面)近傍における水分子の割合が多くなる。後述する霧化再生部102では、液体吸湿材Lの表面近傍から霧状液滴W1を発生させて、液体吸湿材Lから水分を分離する。そのため、液体吸湿材Lの表面近傍における水分子の割合が多いと、水分を効率的に分離できる点で好ましい。また、液体吸湿材Lの表面近傍における水分子の割合が多いと、液体吸湿材Lの表面近傍における吸湿性物質の割合が相対的に少なくなるため、霧化再生部102での吸湿性物質の損失を抑えられる点で好ましい。

【0108】

液体吸湿材Lのうち、吸湿部101での処理に用いられる液体吸湿材L1に含まれる吸湿性物質の濃度は、特に限定されないが、40質量%以上であることが好ましい。吸湿性物質の濃度が40質量%以上である場合、液体吸湿材L1は、効率良く水分を吸収することができる。

【0109】

液体吸湿材Lの粘度は、 $25 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以下であることが好ましい。これにより、後述する霧化再生部102において、液体吸湿材Lの液面に液体吸湿材Lの液柱W2を生じさせやすい。そのため、液体吸湿材Lから効率良く水分を分離することができる。ただし、本実施形態では、霧化再生部102として、霧化させる液体の粘度に依らずに高い霧化効率を得られる第1~第6実施形態の超音波霧化装置を備えているため、たとえ液体吸湿材Lの粘度が高くても、従来に比べて効率良く水分を分離することができる。

【0110】

霧化再生部102は、第2貯留槽116(筐体)と、ブロー117(気流発生部)と、超音波振動子118と、誘導管119と、を備えている。霧化再生部102は、第1液体吸湿材輸送流路103を介して吸湿部101から供給された液体吸湿材L2に含まれる水分の少なくとも一部を霧化し、液体吸湿材L2から水分の少なくとも一部を除去することにより液体吸湿材L2を再生する。第2貯留槽116の内部には、再生すべき液体吸湿材

10

20

30

40

50

L 2 が貯留されている。第 2 貯留槽 1 1 6 には、第 1 液体吸湿材輸送流路 1 0 3、第 2 液体吸湿材輸送流路 1 0 4、第 2 空気導入流路 1 0 6、および第 2 空気排出流路 1 0 8 が接続されている。第 2 貯留槽 1 1 6 は、第 1 ~ 第 6 実施形態の超音波霧化装置における筐体に相当する。

【 0 1 1 1 】

ブローア 1 1 7 は、外殻筐体 1 1 0 の外部空間から、第 2 空気導入流路 1 0 6 を介して第 2 貯留槽 1 1 6 の内部に空気 A 1 を送り込み、第 2 貯留槽 1 1 6 の内部から第 2 空気排出流路 1 0 8 を介して外殻筐体 1 1 0 の外部に流れる気流を発生させる。

【 0 1 1 2 】

超音波振動子 1 1 8 は、液体吸湿材 L 2 に超音波を照射することにより、液体吸湿材 L 2 から水分を含む霧状液滴 W 1 を発生させる。超音波振動子 1 1 8 は、第 2 貯留槽 1 1 6 の底板に接して設けられている。超音波振動子 1 1 8 から液体吸湿材 L 2 に超音波が照射される際、超音波の発生条件を調整することによって、液体吸湿材 L 2 の液面に液体吸湿材 L 2 の液柱 W 2 を生じさせることができる。霧状液滴 W 1 の多くは、液体吸湿材 L 2 の液柱 W 2 およびその近傍から発生する。

10

【 0 1 1 3 】

誘導管 1 1 9 は、液体吸湿材 L 2 から発生した霧状液滴 W 1 を第 2 空気排出流路 1 0 8 の排気口 1 0 8 b に誘導する。調湿装置 1 0 0 を上方から見たとき、誘導管 1 1 9 は、排気口 1 0 8 b の周囲を囲むように設けられている。

【 0 1 1 4 】

第 2 空気排出流路 1 0 8 は、霧状液滴 W 1 を含む空気 A 4 を外殻筐体 1 1 0 の外部空間に放出し、調湿装置 1 0 0 の内部から除去する。これにより、液体吸湿材 L 2 から水分を分離することができる。これにより、液体吸湿材 L 2 の吸湿性能が再び高まり、液体吸湿材 L 2 を吸湿部 1 0 1 に戻して再利用することができる。空気 A 4 は、第 2 貯留槽 1 1 6 の内部で発生した霧状液滴 W 1 を含んでいるため、外殻筐体 1 1 0 の外部空間の空気 A 2 よりも湿っている。このように、加湿された空気 A 4 が第 2 空気排出流路 1 0 8 を介して室内に排出される。

20

【 0 1 1 5 】

霧化再生部 1 0 2 を上方から見たとき、排気口 1 0 8 b が超音波振動子 1 1 8 と平面的に重なっていることから、排気口 1 0 8 b の下方に液体吸湿材 L 2 の液柱 W 2 が生じる。そのため、霧化再生部 1 0 2 においては、液体吸湿材 L 2 に生じる液柱 W 2 の周囲を誘導管 1 1 9 が囲む設計とされている。排気口 1 0 8 b と誘導管 1 1 9 と液柱 W 2 とがこのような位置関係にあることで、液体吸湿材 L 2 の液面から上方に向かう気流によって、液体吸湿材 L 2 の液柱 W 2 から発生した霧状液滴 W 1 が排気口 1 0 8 b へと誘導される。

30

【 0 1 1 6 】

吸湿部 1 0 1 と霧化再生部 1 0 2 とは、液体吸湿材 L の循環流路を構成する第 1 液体吸湿材輸送流路 1 0 3 と第 2 液体吸湿材輸送流路 1 0 4 とによって接続されている。第 2 液体吸湿材輸送流路 1 0 4 の途中には、液体吸湿材 L を循環させるためのポンプ 1 2 1 が設けられている。

【 0 1 1 7 】

第 1 液体吸湿材輸送流路 1 0 3 は、水分の少なくとも一部が吸収された液体吸湿材 L 2 を吸湿部 1 0 1 から霧化再生部 1 0 2 に輸送する。第 1 液体吸湿材輸送流路 1 0 3 の一端は、第 1 貯留槽 1 1 2 の下部に接続されている。第 1 貯留槽 1 1 2 における第 1 液体吸湿材輸送流路 1 0 3 の接続箇所は、第 1 貯留槽 1 1 2 内の液体吸湿材 L の液面よりも下方に位置している。一方、第 1 液体吸湿材輸送流路 1 0 3 の他端は、第 2 貯留槽 1 1 6 の下部に接続されている。第 2 貯留槽 1 1 6 における第 1 液体吸湿材輸送流路 1 0 3 の接続箇所は、第 2 貯留槽 1 1 6 内の液体吸湿材 L 2 の液面よりも下方に位置している。

40

【 0 1 1 8 】

第 2 液体吸湿材輸送流路 1 0 4 は、水分が除去されて再生された液体吸湿材 L を霧化再生部 1 0 2 から吸湿部 1 0 1 に輸送する。第 2 液体吸湿材輸送流路 1 0 4 の一端は、第 2

50

貯留槽 116 の下部に接続されている。第 2 貯留槽 116 における第 2 液体吸湿材輸送流路 104 の接続箇所は、第 2 貯留槽 116 内の液体吸湿材 L2 の液面よりも下方に位置している。一方、第 2 液体吸湿材輸送流路 104 の他端は、第 1 貯留槽 112 の上部に接続されている。第 1 貯留槽 112 における第 2 液体吸湿材輸送流路 104 の接続箇所は、第 1 貯留槽 112 内の液体吸湿材 L1 の液面よりも上方に位置し、上述の吸湿部ノズル 114 に接続されている。

【0119】

上記では、調湿装置 100 において、除湿された空気が吸湿部 101 から第 1 空気排出流路 107 を介して排出され、加湿された空気が霧化再生部 102 から第 2 空気排出流路 108 を介して排出される、と説明した。湿度調整機能について、本実施形態の調湿装置 100 を除湿機能のみを備えた空調装置とする場合には、例えば第 1 空気排出流路 107 の空気排出口を室内に向けて配置する一方、第 2 空気排出流路 108 の空気排出口を室外に向けて配置した構成とすればよい。もしくは、加湿機能のみを備えた空調装置とする場合には、例えば第 2 空気排出流路 108 の空気排出口を室内に向けて配置する一方、第 1 空気排出流路 107 の空気排出口を室外に向けて配置した構成とすればよい。また、除湿機能と加湿機能の双方を備えた空調装置とする場合には、第 1 空気排出流路 107 および第 2 空気排出流路 108 の双方の空気排出口を室内に向けて配置し、制御部 109 がいずれの空気排出口から空気を排出するかを制御する構成とすればよい。

10

【0120】

本実施形態の調湿装置 100 においては、霧化再生部 102 が上記実施形態の超音波霧化装置から構成されているため、網状構造体の孔径を最適化することによって霧化量を増加させるとともに、霧化効率を高めることができる。これにより、液体吸湿材 L の再生効率が低い調湿装置 100 を実現することができる。

20

【0121】

なお、本発明の技術範囲は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

例えば上記実施形態の超音波霧化装置においては、筐体に液状物の流入口および流出口が設けられていなかったが、流入口および流出口が設けられ、超音波霧化が連続的に行われる構成としてもよい。

【0122】

また、上記実施形態で例示した超音波霧化装置および調湿装置の各種構成要素の数、形状、配置、材料等の具体的な記載については、上記実施形態に限定されることなく、適宜変更が可能である。

30

【0123】

また、上記第 7 実施形態では、超音波霧化装置の適用例として、霧化量を増加させたい用途に用いる調湿装置の場合を挙げたが、これとは逆に、霧化量を減少させたい方向に制御する装置に用いる場合にも、本発明の超音波霧化装置が適用可能である。

【産業上の利用可能性】

【0124】

本発明の霧化装置は、上記の調湿装置の他、例えばネブライザー、分離装置、塗布装置、液体濃縮装置等の各種装置に利用が可能である。

40

【図面】

【図 1】

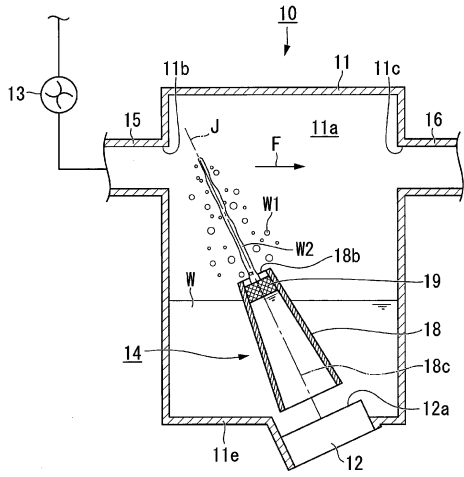


図1

【図 2 A】

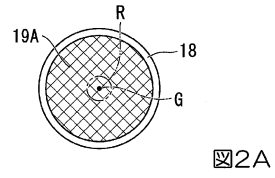


図2A

10

【図 2 B】

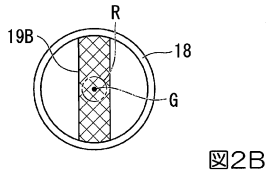


図2B

【図 2 C】

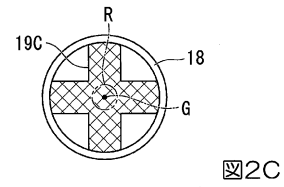


図2C

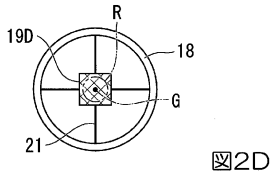
20

30

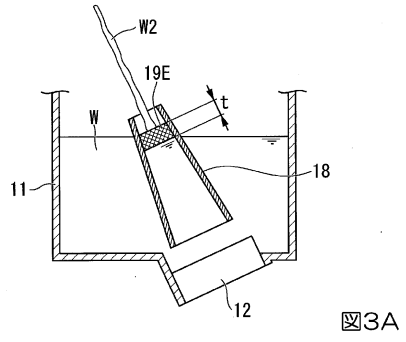
40

50

【図 2 D】

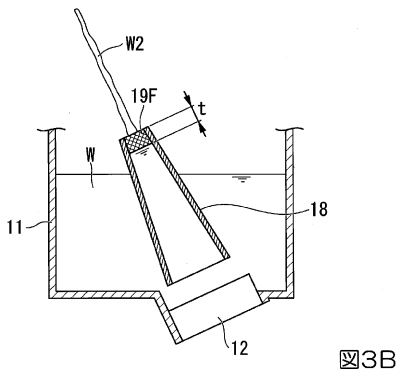


【図 3 A】

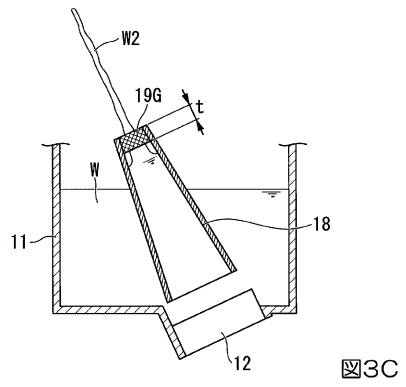


10

【図 3 B】

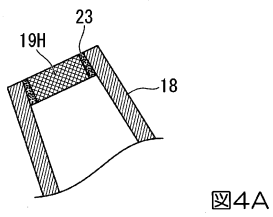


【図 3 C】

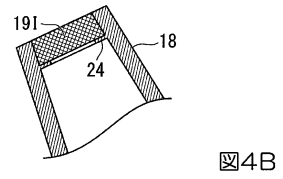


20

【図 4 A】



【図 4 B】

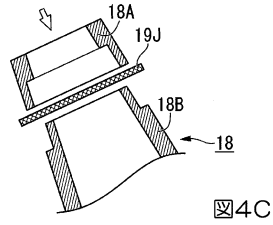


30

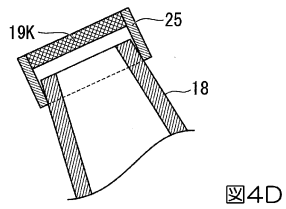
40

50

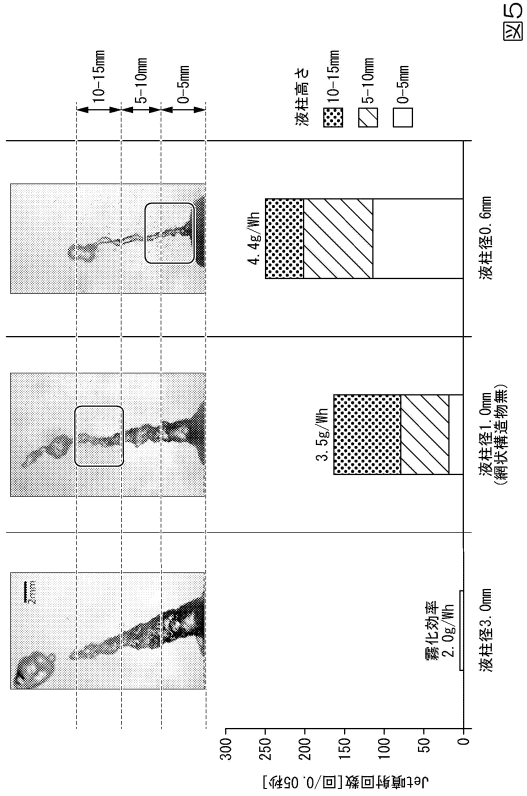
【図4C】



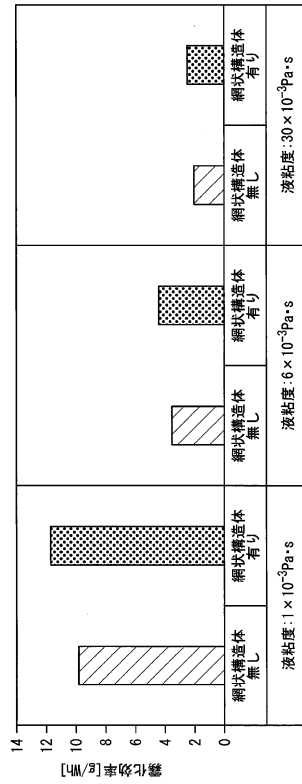
【図4D】



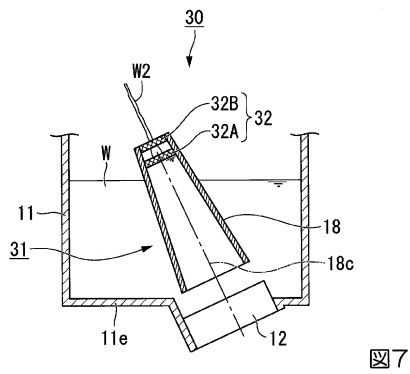
【図5】



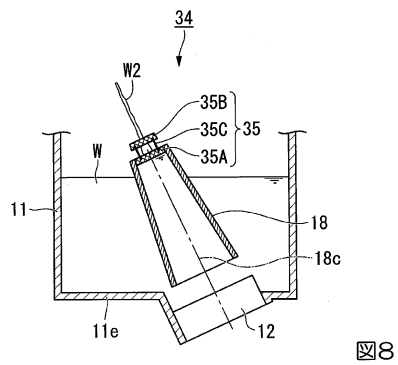
【図6】



【図7】



【図8】



10

20

30

40

50

【 図 9 】

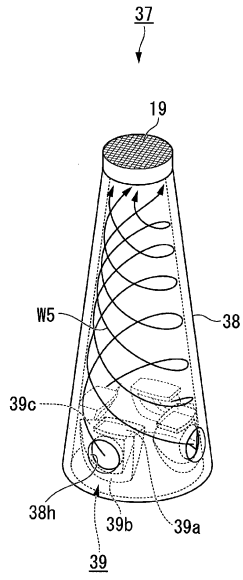


図9

【 図 10 】

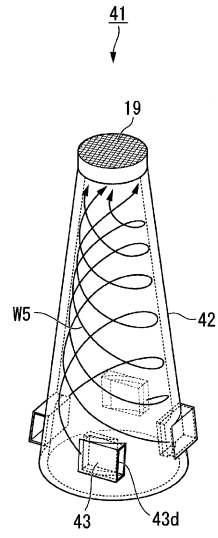


図10

【 図 11 】

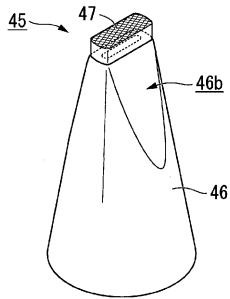


図11

【 図 12 】

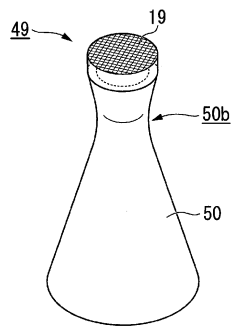


図12

10

20

30

40

50

【 図 1 3 】

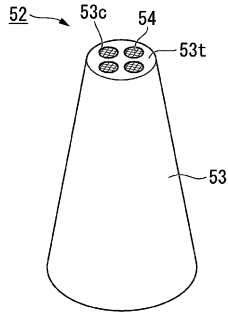


図13

【 図 1 4 】

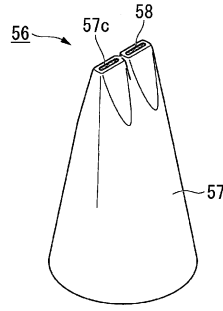


図14

10

【 図 1 5 】

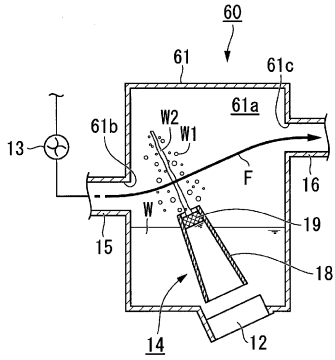


図15

【 図 1 6 】

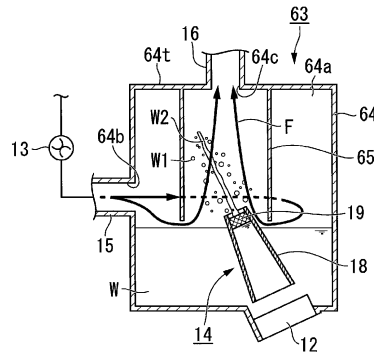


図16

20

30

40

50

【 図 17 】

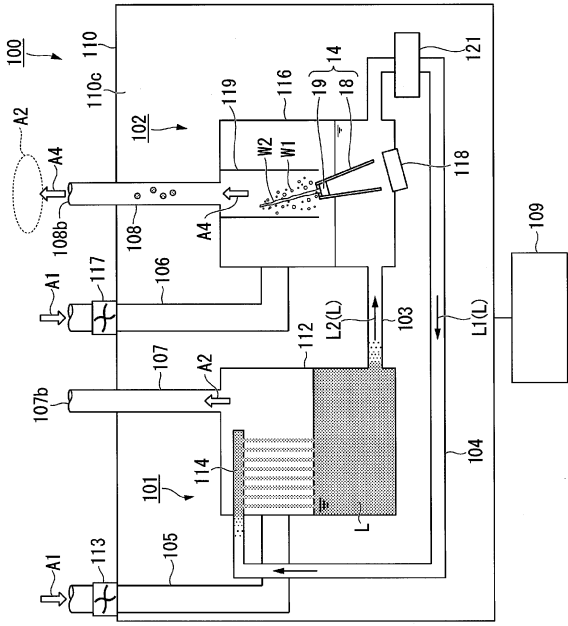


図17

10

20

30

40

50

フロントページの続き

式会社内

審査官 鏡 宣宏

- (56)参考文献 実開昭54-90706(JP,U)
特開2007-330940(JP,A)
特開2016-221460(JP,A)
実開昭57-148626(JP,U)
実開昭54-181009(JP,U)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B05B 1/00 - 17/08
F24F 6/00 - 6/18