

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5945272号
(P5945272)

(45) 発行日 平成28年7月5日 (2016.7.5)

(24) 登録日 平成28年6月3日 (2016.6.3)

(51) Int. Cl.

F I

BO1F 5/20 (2006.01)

BO1F 3/04 (2006.01)

BO1D 47/06 (2006.01)

BO1F 5/20

BO1F 3/04 Z

BO1D 47/06 Z

請求項の数 18 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2013-524914 (P2013-524914)	(73) 特許権者	514133508
(86) (22) 出願日	平成23年8月15日 (2011.8.15)		クリスチャン・イー・ジョーンズガード
(65) 公表番号	特表2013-540570 (P2013-540570A)		アメリカ合衆国 95033 カリフォル
(43) 公表日	平成25年11月7日 (2013.11.7)		ニア州 ロス・ガトス インディアン・ロ
(86) 国際出願番号	PCT/US2011/047774		ック・ウェイ 13560
(87) 国際公開番号	W02012/024228	(74) 代理人	100126675
(87) 国際公開日	平成24年2月23日 (2012.2.23)		弁理士 福本 将彦
審査請求日	平成26年8月14日 (2014.8.14)	(72) 発明者	ジョーンズガード, マーク
(31) 優先権主張番号	61/344, 529		アメリカ合衆国 95131 カリフォル
(32) 優先日	平成22年8月16日 (2010.8.16)		ニア州, サンノゼ, パラゴン・ドライヴ
(33) 優先権主張国	米国 (US)		2190
		(72) 発明者	ジョーンズガード, クリス
			アメリカ合衆国 95131 カリフォル
			ニア州, サンノゼ, パラゴン・ドライヴ
			2190

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液体注入を利用した運動量移行

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内面 (1 1 2) と気体流入口 (630) と気体流出口 (640) とを有し、気体を含むように構成されたチャンバ (4 1 0 , 6 1 0 , 7 1 0 , 8 1 0 , 9 1 0 , 1 0 1 0 , 1 1 1 0 , 1 2 1 0) ;

3.5 × 10⁶Pa を超える第1圧力で第1液体を供給するように構成された第1液体源 (1 4 0) ; 並びに、

前記第1液体源及び前記チャンバと結合する第1注入装置 (1 2 0) ;
を有し、

前記第1注入装置は、前記第1液体源から前記第1液体を受け取り、かつ、前記の受け取った第1液体を前記チャンバへ注入するように構成され、

前記第1注入装置は第1ノズルを有し、

前記第1ノズルは、面積6.45mm²未満の第1サイズを有する第1オリフィス (3 2 0) と、液滴の噴霧を生成するように構成された第1形状とを有し、

前記第1注入装置と前記第1圧力は、前記第1液体が前記第1オリフィスから前記チャンバへ噴霧される際、前記第1液体から第1噴霧液 (1 5 0) を生成するように構成されている装置であって、

前記気体流出口から前記気体流入口を分離する内壁 (4 2 0) をさらに有し、

前記内壁は、該内壁を貫通する第1ギャップ (4 3 0) を有し、

当該第1ギャップ (4 3 0) は、第1ギャップ幅 (4 4 0) を有し、

10

20

前記第1注入装置は、前記第1ギャップから第1距離（450）をもって配置され、
 前記第1注入装置と前記第1液体源とは、前記第1噴霧液が、前記第1ギャップで測定して、前記第1ギャップ幅の±5%の範囲内である第1噴霧幅（470）を有するように構成され、

前記第1注入装置は、さらに、前記第1噴霧液を、前記第1ギャップを介して注入するように構成され、

前記第1ノズルは、前記の受け取られた第1液体を、扇形の第1噴霧液にするように構成された第1形状を有し、前記第1噴霧液は、前記内壁において前記第1噴霧幅の10倍より大きい第1噴霧高さを有し、かつ、

前記第1ギャップは、前記第1ギャップ幅の10倍よりも大きい第1ギャップ高さ（510）を有する第1ギャップ形状を有し、

前記第1注入装置は、前記第1噴霧幅を前記第1ギャップ幅に合わせ、前記第1噴霧高さを前記第1ギャップ高さに合わせるように構成されている、

装置。

【請求項2】

前記第1ノズルから前記第1ギャップへの前記第1距離は、前記第1ギャップ高さの2倍よりも小さく、前記第1ギャップ高さの10%よりも大きい、

請求項1に記載の装置。

【請求項3】

前記第1圧力が、 $6.9 \times 10^6 \text{Pa}$ よりも大きい、請求項1又は2に記載の装置。

【請求項4】

前記第1オリフィスは、長軸の長さが短軸の長さの少なくとも3倍である楕円で、かつ、前記長軸の長さは1.27mm未満である、

請求項1から3のいずれかに記載の装置。

【請求項5】

内面（112）と気体流入口（630）と気体流出口（640）とを有し、気体を含むように構成されたチャンバ（410, 610, 710, 810, 910, 1010, 1110, 1210）；

$3.5 \times 10^6 \text{Pa}$ を超える第1圧力で第1液体を供給するように構成された第1液体源（140）；並びに、

前記第1液体源及び前記チャンバと結合する第1注入装置（120）；

を有し、

前記第1注入装置は、前記第1液体源から前記第1液体を受け取り、かつ、前記の受け取った第1液体を前記チャンバへ注入するように構成され、

前記第1注入装置は第1ノズルを有し、

前記第1ノズルは、面積 6.45mm^2 未満の第1サイズを有する第1オリフィス（320）と、液滴の噴霧を生成するように構成された第1形状とを有し、

前記第1注入装置と前記第1圧力は、前記第1液体が前記第1オリフィスから前記チャンバへ噴霧される際、前記第1液体から第1噴霧液（150）を生成するように構成されている装置であって、

前記第1オリフィスは、長軸の長さが短軸の長さの少なくとも3倍である楕円で、かつ、前記長軸の長さは1.27mm未満である、

装置。

【請求項6】

前記気体流出口から前記気体流入口を分離する内壁（420）をさらに有し、

前記内壁は、該内壁を貫通する第1ギャップ（430）を有し、

当該第1ギャップ（430）は、第1ギャップ幅（440）を有し、

前記第1注入装置は、前記第1ギャップから第1距離（450）をもって配置され、

前記第1注入装置と前記第1液体源とは、前記第1噴霧液が、前記第1ギャップで測定して、前記第1ギャップ幅の±5%の範囲内である第1噴霧幅（470）を有するように

10

20

30

40

50

構成され、

前記第1注入装置は、さらに、前記第1噴霧液を、前記第1ギャップを介して注入するように構成される、

請求項5に記載の装置。

【請求項7】

前記内壁の少なくとも一部が、ある軸について円筒形で、かつ、

前記第1注入装置はさらに、前記第1噴霧高さが前記軸に平行に配向するように構成される、

請求項1から6のいずれかに記載の装置。

【請求項8】

前記内壁を貫通する第2ギャップ(432)；

第2圧力で第2液体を供給するように構成された第2液体源；並びに、

前記第2液体源及び前記チャンバ(810、910、1010、1110)と結合する第2注入装置(122)；

をさらに有し、

前記第2注入装置は、前記第2液体源から前記第2液体を受け取り、かつ、前記の受け取った第2液体を前記チャンバへ注入するように構成され、

前記第2注入装置は第2ノズルを有し、

前記第2ノズルは、第2サイズを有する第2オリフィスと第2形状を有し、

前記第2ノズルと第2圧力は、前記第2液体が前記第2オリフィスから前記チャンバへ噴霧される際、前記第2液体から第2噴霧液を生成するように構成され、

前記気体流入口から前記気体流出口への気体の流れに関して、前記第1注入装置は、前記第1ギャップを介して下流方向に前記第1噴霧液を注入するように構成され、かつ、前記第2注入装置は、前記第2ギャップを介して上流方向に前記第2噴霧液を注入するように構成される、

請求項1から7のいずれかに記載の装置。

【請求項9】

内面(112)と気体流入口(630)と気体流出口(640)とを有し、気体を含むように構成されたチャンバ(410, 610, 710, 810, 910, 1010, 1110, 1210)；

$3.5 \times 10^6 \text{ Pa}$ を超える第1圧力で第1液体を供給するように構成された第1液体源(140)；並びに、

前記第1液体源及び前記チャンバと結合する第1注入装置(120)；

を有し、

前記第1注入装置は、前記第1液体源から前記第1液体を受け取り、かつ、前記の受け取った第1液体を前記チャンバへ注入するように構成され、

前記第1注入装置は第1ノズルを有し、

前記第1ノズルは、面積 6.45 mm^2 未満の第1サイズを有する第1オリフィス(320)と、液滴の噴霧を生成するように構成された第1形状とを有し、

前記第1注入装置と前記第1圧力は、前記第1液体が前記第1オリフィスから前記チャンバへ噴霧される際、前記第1液体から第1噴霧液(150)を生成するように構成されている装置であって、

前記気体流出口から前記気体流入口を分離する内壁(420)をさらに有し、

前記内壁は、該内壁を貫通する第1ギャップ(430)を有し、

当該第1ギャップ(430)は、第1ギャップ幅(440)を有し、

前記第1注入装置は、前記第1ギャップから第1距離(450)をもって配置され、

前記第1注入装置と前記第1液体源とは、前記第1噴霧液が、前記第1ギャップで測定して、前記第1ギャップ幅の $\pm 5\%$ の範囲内である第1噴霧幅(470)を有するように構成され、

前記第1注入装置は、さらに、前記第1噴霧液を、前記第1ギャップを介して注入するよ

10

20

30

40

50

うに構成され、

前記装置は、

前記内壁を貫通する第2ギャップ(432)；

第2圧力で第2液体を供給するように構成された第2液体源；並びに、

前記第2液体源及び前記チャンバ(810、910、1010、1110)と結合する第2注入装置(122)；

をさらに有し、

前記第2注入装置は、前記第2液体源から前記第2液体を受け取り、かつ、前記の受け取った第2液体を前記チャンバへ注入するように構成され、

前記第2注入装置は第2ノズルを有し、

前記第2ノズルは、第2サイズを有する第2オリフィスと第2形状を有し、

前記第2ノズルと第2圧力は、前記第2液体が前記第2オリフィスから前記チャンバへ噴霧される際、前記第2液体から第2噴霧液を生成するように構成され、

前記気体流入口から前記気体流出口への気体の流れに関して、前記第1注入装置は、前記第1ギャップを介して下流方向に前記第1噴霧液を注入するように構成され、かつ、前記第2注入装置は、前記第2ギャップを介して上流方向に前記第2噴霧液を注入するように構成される、

装置。

【請求項10】

前記第1ギャップと前記第2ギャップとは同一のギャップである、

請求項8又は9に記載の装置。

【請求項11】

少なくとも前記第1注入装置と第2注入装置に結合して、前記第1噴霧液と第2噴霧液のうちの少なくとも1つを制御するように構成される制御装置(870)；並びに、

前記制御装置(870)と結合し、気体流量、液体流量、圧力、及び、粒子濃度のうちの少なくとも1つを検知するように構成されるセンサ(880)；

をさらに有し、

前記制御装置(870)はさらに、前記センサからの入力を受け取り、かつ、前記入力に応じて前記第1噴霧液と第2噴霧液のうちの少なくとも1つを制御するように構成される

、

請求項1から10のいずれかに記載の装置。

【請求項12】

内面(112)と気体流入口(630)と気体流出口(640)とを有し、気体を含むように構成されたチャンバ(410, 610, 710, 810, 910, 1010, 1110, 1210)；

3.5×10⁶Paを超える第1圧力で第1液体を供給するように構成された第1液体源(140)；並びに、

前記第1液体源及び前記チャンバと結合する第1注入装置(120)；

を有し、

前記第1注入装置は、前記第1液体源から前記第1液体を受け取り、かつ、前記の受け取った第1液体を前記チャンバへ注入するように構成され、

前記第1注入装置は第1ノズルを有し、

前記第1ノズルは、面積6.45mm²未満の第1サイズを有する第1オリフィス(320)と、液滴の噴霧を生成するように構成された第1形状とを有し、

前記第1注入装置と前記第1圧力は、前記第1液体が前記第1オリフィスから前記チャンバへ噴霧される際、前記第1液体から第1噴霧液(150)を生成するように構成されている装置であって、

前記気体流出口から前記気体流入口を分離する内壁(420)をさらに有し、

前記内壁は、該内壁を貫通する第1ギャップ(430)を有し、

当該第1ギャップ(430)は、第1ギャップ幅(440)を有し、

10

20

30

40

50

前記第1注入装置は、前記第1ギャップから第1距離(450)をもって配置され、
前記第1注入装置と前記第1液体源とは、前記第1噴霧液が、前記第1ギャップで測定
して、前記第1ギャップ幅の±5%の範囲内である第1噴霧幅(470)を有するように
構成され、

前記第1注入装置は、さらに、前記第1噴霧液を、前記第1ギャップを介して注入するよ
うに構成され、

前記装置は、

少なくとも前記第1注入装置と第2注入装置に結合して、前記第1噴霧液と第2噴霧液のう
ちの少なくとも1つを制御するように構成される制御装置(870)；並びに、

前記制御装置(870)と結合し、気体流量、液体流量、圧力、及び、粒子濃度のうち
の少なくとも1つを検知するように構成されるセンサ(880)；

をさらに有し、

前記制御装置(870)はさらに、前記センサからの入力を受け取り、かつ、前記入力
に応じて前記第1噴霧液と第2噴霧液のうちの少なくとも1つを制御するように構成される
、

装置。

【請求項13】

前記内壁が、ある軸について円筒形で、かつ、

前記第1注入装置と第2注入装置の各々は、扇形の噴霧液を生成するように構成される扇
形ノズルを有し、前記扇形の噴霧液は、前記軸に平行に配向する噴霧高さ(520)を有
する、

請求項8から10のいずれかに記載の装置。

【請求項14】

前記内壁を貫通する少なくとも1つのギャップは、対応する前記ギャップ幅の少なくと
も2倍大きいギャップ深さ(480)を有する、

請求項1から13のいずれかに記載の装置。

【請求項15】

内面(112)と気体流入口(630)と気体流出口(640)とを有し、気体を含むように
構成されたチャンバ(410, 610, 710, 810, 910, 1010, 1110, 1210)；

3.5×10⁶Paを超える第1圧力で第1液体を供給するように構成された第1液体源(140
)；並びに、

前記第1液体源及び前記チャンバと結合する第1注入装置(120)；

を有し、

前記第1注入装置は、前記第1液体源から前記第1液体を受け取り、かつ、前記の受け取
った第1液体を前記チャンバへ注入するように構成され、

前記第1注入装置は第1ノズルを有し、

前記第1ノズルは、面積6.45mm²未満の第1サイズを有する第1オリフィス(320)と、
液滴の噴霧を生成するように構成された第1形状とを有し、

前記第1注入装置と前記第1圧力は、前記第1液体が前記第1オリフィスから前記チャンバ
へ噴霧される際、前記第1液体から第1噴霧液(150)を生成するように構成されている
装置であって、

前記気体流出口から前記気体流入口を分離する内壁(420)をさらに有し、

前記内壁は、該内壁を貫通する第1ギャップ(430)を有し、

当該第1ギャップ(430)は、第1ギャップ幅(440)を有し、

前記第1注入装置は、前記第1ギャップから第1距離(450)をもって配置され、

前記第1注入装置と前記第1液体源とは、前記第1噴霧液が、前記第1ギャップで測定
して、前記第1ギャップ幅の±5%の範囲内である第1噴霧幅(470)を有するように
構成され、

前記第1注入装置は、さらに、前記第1噴霧液を、前記第1ギャップを介して注入するよ

10

20

30

40

50

うに構成され、
前記装置は、

前記内壁を貫通する少なくとも1つのギャップは、対応する前記ギャップ幅の少なくとも2倍大きいギャップ深さ(480)を有する、
装置。

【請求項16】

前記内壁は、内側チャンバを形成し、前記第1及び第2ギャップは異なるギャップであり、前記第1及び第2ギャップの一方は、前記内側チャンバと前記気体流入口との間で液体をやり取りするのみであり、前記第1及び第2ギャップの他方は、前記内側チャンバと前記気体流出口との間で液体をやり取りするのみである、

10

請求項8、9及び11から15のいずれかに記載の装置。

【請求項17】

前記第1距離(450)は、15cm未満である、請求項1~4、6、9、12、及び15のいずれかに記載の装置。

【請求項18】

液体から気体へ運動量を移行させる方法であって、
請求項1から17のいずれかに記載の装置を準備することと、
前記気体流入口を介して前記チャンバの内部に気体を供給することと、
前記第1液体が前記第1オリフィスから前記チャンバへ噴霧される際、前記第1液体から第1噴霧液を生成させることと、を含み、
前記第1噴霧液は、前記第1液体の液滴を含み、当該液滴は、60.8m/sよりも大きい第1噴霧速度を有し、前記液滴の95%を超える部分は、前記チャンバの内面と接する前に、0.608m/s未満である終噴霧速度に減速し、

20

前記第1噴霧速度が122m/sよりも大きく、かつ、前記終噴霧速度が0.03m/s未満である、
方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は概して気体への液体の注入に関する。より詳細には本発明は、気体と噴霧された液体との間での速度差が大きな状態での気体への液体の噴霧に関する。

30

【背景技術】

【0002】

様々な産業プロセスからの気体流は汚染物 - たとえば溶解種、懸濁粒子、及び/又は他の材料 - を含みうる。気体流を環境へ放出する前に粒子を除去することが必要になると考えられる。粒子の中には除去の難しいものもあると考えられる。小さな粒子(たとえば1mm未満、100µm未満、10µm未満、1µm未満、100nm未満、またさらには10nm未満)は特に除去が難しいと考えられる。用途によっては、表面に衝突し、場合によっては表面と相互作用する粒子は堆積物を生成することがある。そのため粒子が堆積した装置の動作に支障を来す恐れがある。

【0003】

40

一部の処理は気体流の流量を制御することで有利となる。一部の処理は気体流に係る圧力(たとえば背圧)を制御することで有利となる。一部の気体流は、制御装置に堆積物を生成する恐れがある。そのためその装置の気体流を制御する機能が阻害される恐れがある。

【0004】

一部の処理は、懸濁粒子を有する気体流を生成する。そのような一部の処理は、流量、圧力等を厳密に制御することで有利となりうる。粒子が含まれる気体流の制御は - 特に粒子が、その気体流を制御する様々な機構に衝突及び/又は付着するときに - 困難である。場合によっては、粒子を含む気体流は、流量を制御する装置の機能を阻害する恐れがある。

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

一部の処理 - たとえば半導体プロセス - は、浄化を必要とする気体流を生成する場合がある。浄化は、気体流と反応しうる液体 - たとえば水 - の使用を含む。場合によっては、気体流との反応は、環境への放出前に除去されなければならない粒子（たとえば SiO_2 、 TiO_2 、 NH_4Cl 等）を生成する。反応の中には粒子を生成するものがあるので、その後に行われる浄化は、その浄化前にこれらの粒子を除去することで有利となりうる。湿式浄化剤は気体流から一部の汚染物を除去することができる。小さな粒子と、水と反応する汚染物を含む気体流については、湿式浄化剤で気体流を浄化しても、粒子を除去することは難しいと考えられる。

10

【課題を解決するための手段】

【0006】

様々な装置及び方法が開示されている。一部の実施例は、気体を含むように構成されたチャンバを有する装置を含む。前記チャンバは、前記気体と接触する1つ以上の内面を有して良い。当該装置は、ある圧力で液体（たとえば水のような水性の液体）を供給するように構成された液体源を有して良い。前記液体源及び前記チャンバと結合する注入装置は、前記液体源から液体を受け取り、かつ、前記の受け取った液体を前記チャンバへ注入するように構成されて良い。

【0007】

20

前記注入装置は、オリフィスと形状を有するノズルを有して良い。前記液体源と注入装置は、前記オリフィスから前記チャンバへ噴霧される噴霧液を生成するように構成されて良い。前記噴霧液は複数の液滴を有して良い。前記オリフィスのサイズと前記液体源の圧力は、ある噴霧速度で前記液体を前記チャンバへ噴霧するように構成されて良い。典型的な注入装置は、扇形の噴霧液を構成する形状を有するノズルを有して良い。

【0008】

前記噴霧液内の液滴の大半が、前記チャンバ内の内面又は他の液体と接する前に、前記噴霧速度から、該噴霧速度の20%未満、10%未満、又さらには1%未満の終噴霧速度に減速するように、前記チャンバ、前記液体源、及び前記注入装置は構成されて良い。一部の実施例では、前記噴霧液のうちの80%を超える部分が、表面又は他の液体に衝突する前に、前記終速度に減速される。一部の実施例では、前記噴霧速度は、約30.5m/s、約61.0m/s、約122m/s、又は約183m/sよりも速くて良い。前記終噴霧速度は、約30.5m/s、12.2m/s、6.1m/s、3.0m/s、0.3m/s、0.03m/sよりも遅くて良い。

30

【0009】

一部の実施例は前記チャンバ内に内壁を有して良い。内壁は別離の表面を有して良い。内壁は隣接する表面であっても良い。内壁は、気体を含むように構成された内側チャンバを構成して良い。前記内側チャンバは気体流入口及び/又は流出口を有して良い。気体流入口又は流出口は、流体がやり取りされるように、前記内側チャンバと供給ラインとを結合して良い。たとえば内側チャンバからの気体流出口は、前記外側チャンバを通過して排出ラインへ向かう管と接続して良い。それにより気体は、前記外側チャンバ内の気体と相互作用することなく前記内側チャンバを飛び出すことが可能となる。

40

【0010】

前記内壁は、前記噴霧液が注入される際に通り抜けるギャップを有して良い。前記注入装置は、前記ギャップを介して前記噴霧液を注入するように構成されて良い。ギャップは、前記噴霧液が通過するように壁を貫通したトンネル又は通路（以降、開口と表記する）を有して良い。一部の実施例では、外側チャンバと（該外側チャンバ内の）内側チャンバは、前記ギャップを介して流体をやり取りする。一部の実施例では、前記ギャップは、前記内側チャンバと前記外側チャンバとの間での流体のやり取りを可能にする唯一の手段を供する。前記ギャップの形状は、（たとえば前記ギャップで測定された）前記噴霧液の断面形状と実質的に一致するように構成されて良い。（たとえば長い方向と短い方向を有す

50

る)細長ギャップ形状が、前記ギャップを介して注入される噴霧液の予想断面形状と一致するように構成されて良い。一部の例では、扇形の噴霧液が、前記噴霧液と同様のアスペクト比を有する楕円及び/又は長方形のギャップと一致して良い。一部の例では、ギャップの高さは、ギャップ幅の2倍、10倍、20倍、50倍、またさらには100倍であって良い。一部の実施例では、ギャップは十字形状で、第1噴霧液は、前記十字形状の一の脚と一致する細長形状を有し、かつ、第2噴霧液は、前記十字形状の他の脚と一致する細長形状を有する。前記第1噴霧液と前記第2噴霧液は、前記十字の脚の交差点で交差して良い。場合によっては、前記第1噴霧液は上方に導かれ、かつ、前記第2噴霧液は下方に導かれる。

【0011】

前記噴霧液のかなりの部分が前記ギャップを通り抜けるように導かれて良い。一部の例では、前記噴霧液のうちの60%を超える部分、80%を超える部分、90%を超える部分、またさらには97%を超える部分が前記ギャップを通過する。ある実施例は、細長ギャップを介して流体をやり取りする円筒形の外側チャンバと内側チャンバを有する。注入装置は、前記外側チャンバからの噴霧液を、前記ギャップを介して前記内側チャンバへ注入して良い。場合によっては、前記ギャップの長軸は、チャンバの円筒軸と位置合わせされる。場合によっては、前記ギャップの長軸は、前記円筒軸に対して実質的に直交するように位置合わせされる。前記長軸は、前記円筒軸に対して角度(たとえば45°)をなして良い。

【0012】

一部の例は複数の注入装置を有して良い。前記複数の注入装置は、同一の液体(たとえば水、溶媒、塩水等)を注入するように構成されて良いし、又は異なる液体を注入するように構成されても良い。気体流を制御する様々な方法及び装置が供される。チャンバを流れる気体流は、注入された噴霧液によって前記気体を「押す」ことによって制御される。前記「押す」ことによる制御は、1種類以上の噴霧液によって前記気体に与えられる運動量を制御することを含む。一部の例では、上流噴霧液は上流運動量を(下流を流れる)気体に与え、かつ、下流噴霧液は下流運動量を前記気体に与える。上流運動量と下流運動量の相対的な大きさの制御は、気体流の制御に用いられて良い。

【0013】

装置は、気体を含むように構成されたチャンバを有して良い。前記チャンバは、前記気体を前記チャンバへ供給する気体流入口、及び、前記気体を前記チャンバの外へ運ぶ気体流出口を有して良い。前記チャンバを流れる気体流は、前記気体流入口から前記気体流出口への下流方向、及び、前記気体流出口から前記気体流入口への上流方向に流れることを特徴として良い。第1注入装置は、前記チャンバと結合し、かつ、前記チャンバ内の気体に下流運動量を与える第1速度で第1液体を前記チャンバへ噴霧するように構成されて良い。第2注入装置は、前記チャンバと結合し、かつ、前記チャンバ内の気体に上流運動量を与える第2速度で第2液体を前記チャンバへ噴霧するように構成されて良い。前記第1液体と前記第2液体はそれぞれ異なる液体であって良い。センサが、前記チャンバ、前記第1注入装置、前記第2注入装置、注入装置を載置する装置、該装置に係る壁又は表面と結合して良い。前記センサは、抵抗又は他の電気センサ、温度センサ、流れセンサ、粒子濃度又は粒子数センサ、光センサ、音響センサ、磁気センサ等を有して良い。前記センサは、前記チャンバを流れる気体流に係る制御パラメータを測定するように構成されて良い。前記制御パラメータは、流量、温度、汚染レベル(たとえば溶解化学物質、粒子等の濃度)を含んで良い。制御装置は、前記センサ、並びに、前記第1注入装置、前記第2注入装置、及び/又は、噴霧液の注入の制御に係る装置(たとえば注入装置の載置装置、シャッター、ギャップ等)のうちの少なくとも1つと結合して良い。前記制御装置は、前記制御パラメータを受け取り、かつ、前記第1注入装置から噴霧される前記第1液体の第1速度と前記第2注入装置から噴霧される前記第2液体の第2速度のうちの少なくとも1つを調節するように構成されて良い。前記調節は、前記の受け取った制御パラメータの値に応じて実行されて良い。一部の例では、所望の値と実際の値との間での閾値の差は、動作範囲の画定に用いられ、かつ、前記制御装置は、前記制御パラメータの測定値と前記所望の値との差が前記閾値未満になるまで(注入装置の)調節を行って良い。

10

20

30

40

50

【0014】

装置はチャンバを有して良い。前記チャンバは、該チャンバ内で気体を含むように構成された壁を有して良い。前記壁を突き抜ける1つ以上の開口は、前記チャンバの外部と前記チャンバの内部との間で流体をやり取りするように構成されて良い。注入装置は、開口を介して液体を（たとえばチャンバへ）噴霧して良い。場合によっては、チャンバは一の開口を有し、かつ、注入装置は、前記開口を介して液体を前記チャンバへ噴霧する。一部のチャンバは複数の開口を有し、かつ、注入装置は、前記開口を介して液体を前記チャンバの外へ噴霧する。

【0015】

一部の実施例では、注入装置は、前記開口を介して液体を前記チャンバへ噴霧する。噴霧液は、前記注入装置から前記開口を介して前記チャンバへ向かう噴霧方向に噴霧されることを特徴として良い。前記噴霧液は、前記噴霧方向に対して実質的に直交する（たとえば前記噴霧方向に対して30°以内、20°以内、10°以内、またさらには5°以内）方向において（たとえば前記ギャップの前部、前記開口の中間部、前記開口の端部等で測定された）噴霧幅を有することを特徴として良い。前記開口は、前記噴霧幅よりも長い前記噴霧方向における開口長さを有することを特徴として良い。前記開口長さは、前記噴霧幅の2倍、5倍、10倍、またさらには20倍であって良い。場合によっては、前記噴霧長さは前記噴霧幅よりも短い。

10

【0016】

前記噴霧液はまた、前記噴霧方向に対して実質的に平行な第2方向において（たとえば前記ギャップの前部、前記開口の中間部、前記開口の端部等で測定された）噴霧高さを有することを特徴としても良い。場合によっては、前記噴霧高さは前記噴霧幅よりも高い（たとえば前記噴霧幅の2倍、5倍、10倍、またさらには20倍）。一部の噴霧高さは、前記噴霧幅の100倍よりも高くても良い。

20

【0017】

噴霧高さとは噴霧幅は、（たとえば前記噴霧方向を見下ろすときの）前記噴霧液の断面のアスペクト比を画定するのに用いられて良い。前記ギャップ又は開口は、前記噴霧液が前記開口を通過する際の前記噴霧液のアスペクト比と実質的に同一のアスペクト比を有して良い。場合によっては、前記ギャップ又は開口は、前記噴霧液のアスペクト比の50%、30%、20%、10%、またさらには5%以内のアスペクト比を有する。前記ギャップ又は開口は、前記噴霧幅の50%、30%、20%、10%、またさらには5%以内の開口幅を有して良い。前記ギャップ又は開口は、前記噴霧高さの50%、30%、20%、10%、またさらには5%以内の開口高さを有して良い。

30

【0018】

開口は、（たとえば扇形の噴霧液については）前記噴霧方向に対して実質的に直交する方向から見て扇形に見えて良い。開口は台形またさらには長方形に見えても良い。前記開口を通過する前記噴霧液の予想形状に従って、前記噴霧液が前記開口を通過する際に前記噴霧液が前記開口を「満たす」ように、前記開口の形状は、前記噴霧液の形状と一致して良い。

【0019】

場合によっては、実質的にすべての前記噴霧液が前記ギャップ又は開口を通過する。場合によっては、前記噴霧液の一部が前記チャンバ壁に衝突する。場合によっては、噴霧液の大部分 - たとえば70%超、80%超、90%超、またさらには95%超 - が前記ギャップ又は開口を通過する。

40

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明の実施例による装置の概略図である。

【図2】本発明の実施例による注入装置と噴霧液の概略的を、その噴霧液を注入する注入装置からの距離の関数として速度を表す概略図と共に表している。

【図3A】本発明の実施例によるノズルを一の方向から見たときの概略図を表している。

50

【図 3 B】本発明の実施例による図3Aのノズルを他の方向から見たときの概略図を表している。

【図 4】本発明の実施例による装置の概略図を表している。

【図 5】本発明の実施例による装置の斜視図を表している。

【図 6 A】本発明の実施例による装置の概略図を表している。

【図 6 B】図6Aに図示されたギャップと噴霧領域の拡大図を概略的に表している。

【図 6 C】本発明の実施例による、図6Bにおいて注釈が付されたシステム600の一部の他の図を表している。

【図 7】本発明の実施例による装置の概略図を表している。

【図 8】本発明の実施例による典型的な複数の注入装置を備える装置の概略図を表している。 10

【図 9】本発明の実施例による装置の概略図を表している。

【図 10】本発明の実施例による装置の概略図を表している。

【図 11】本発明の実施例による装置の概略図を表している。

【図 12 A】本発明の実施例による装置を表している。

【図 12 B】本発明の実施例による装置を表している。

【図 13】本発明の実施例による装置を表している。

【図 14】本発明の実施例による等価なオリフィスの直径、液体圧力、及びポンプ速度との間での典型的な関係を表す図である。

【発明を実施するための形態】 20

【0021】

液体から気体へ運動量を押し出す、又は液体から気体へ運動量を移行するシステム及び方法が記載されている。一部の実施例では、液体に係る運動エネルギーは、その液体を気体へ、その気体の局所速度よりもはるかに速い速度で噴霧することによって、その気体へ移行される。噴霧された液体を高い注入速度で分裂する結果、高速の噴霧液は、液体が噴霧される気体と相互作用する際に急激に減速する。一部の態様では、この過程は、液体から気体への運動量の移行として表されうる。運動量の移行、界面反応、剪断誘起現象等は、（液体と気体との間の領域の接触を最大化するように）微小液滴として注入される（高い運動エネルギーを有する）高速液体をまとめることによって改善されうる。その結果、大部分の運動エネルギーが液体から気体へ移行され得る。それにより様々な有用な現象を得ることができる。 30

【0022】

一部の実施例では、（たとえば圧力の低下によって）気体を通過する液滴の初速度よりも実質的に低い速度に制限される気体流を、噴霧液が通過する。そのような制約は気体の加速を減少させることで、液体から気体へのエネルギーの移行を増大させうる（たとえば気体が制約を受けない場合よりも、より実効的に液体を減速させる）。場合によっては、液体は開口を介して噴霧され、かつ、その噴霧された液体はその開口にわたる圧力低下を引き起こすことで、その開口の下流での圧力は、その開口の上流での圧力よりも大きくなる。場合によっては、開口のいずれかの面での圧力差は、開口を介して気体を「押し出す」噴霧された液体によって調節して気体流量を一定にする制約の結果生じる。噴霧液は、（たとえば制御された流量系において）圧力低下を制御するのに用いられて良い。 40

【0023】

一部の実施例では、運動量の移行は、気体流の加速及び/又は気体の流量の変化に用いられる。噴霧液は、液体から気体へ移行される運動量を制御する（たとえば噴霧速度を増大させて気体をより迅速に押す）ことによって気体流を制御するために供されて良い。一部の実施例では、（たとえば気相中における）液滴/気体界面での非常に大きな剪断場は、液体と気体及び/若しくは粒子との間での所望の反応を発生、促進、又は改善しうる。

【0024】

ある実施例は、「スロットルボディ」型の気体制御装置と表されて良い。前記「スロットルボディ」型の気体制御装置では、気体を「絞る」制御装置（バタフライバルブの等価 50

物)は、固体のプレート又は表面ではなく注入された液体によって制御されるガスサイクロンである。固体成分(たとえばプラスチックバタフライバルブ)から作られた制御装置に堆積し、腐食させ、又は機能を阻害する気体流については、気体及び/又は液体の「絞り」を用いて気体流を制御することで、洗浄や磨き直し等を必要とする前に、長期間の使用が可能となる。場合によっては、液体から気体への運動量の移行を増大させることで、サイクロンの角速度が増大する。それによりサイクロン全体にわたる圧力低下(たとえばサイクロンによってそのサイクロンの一面で気体流に加わる吸引、又は、サイクロンによってそのサイクロンの一面で気体流に加わる「押し出し」)が増大しうる。(たとえば液体の注入を制御することによって)サイクロンの速度を制御することによって、吸引は適度な大きさになりうる。その適度な大きさの吸引は、気体流の背圧及び/又は流量を制御するのに用いられ得る。場合によっては、チャンバの流入口と流出口との間での圧力低下は、(たとえば下流方向で)流入口へ注入される第1噴霧液、及び、(たとえば上流方向で)流出口へ注入される第2噴霧液を制御することによって制御されて良い。噴霧液は、チャンバと各対応する流入口及び流出口とを接続するチャンバ内の開口部を介して注入されて良い。

【0025】

一部の実施例では、非常に高速で気体流へ注入される噴霧液は、注入された液滴と、その液滴が内部を進行する気体との界面での非線形の挙動を誘起しうる。遅い気体を通り抜けて移動する速い液滴は気体を十分に(たとえば運動量の移行に独立して)剪断する。それにより液体と気体との間での所望の相互作用が起こる。場合によっては、速く移動する液滴は、液滴/気体界面で気体の境界層の圧縮又は縮小を引き起こしうる。境界層が圧縮される結果、液滴と気体(たとえば液滴と気体中の溶解又は懸濁した種)との間での反応が増大しうる。懸濁粒子を有する典型的な気体流については、遅く移動する液滴が、その液滴に隣接する気体の境界層を介して、粒子を遠ざけるように「押し出す」(気体流中の粒子を追い出す)一方で、速く(たとえば気体に対して30m/sで)移動する粒子は、気体から粒子を除去して液体へ流入させて良い。粒子の除去は、液滴と粒子との間に大きな速度差が生じることに関連しうる。それにより噴霧液と、液滴が噴霧される(粒子が懸濁する)気体流との間の界面で剪断力及び/又は垂直力が誘起されうる。液滴の速度と気体の速度との差が大きいく(たとえば約30.5m/s、約61.0m/s、約152.5m/s、又は約305m/s)場合、液滴は、遅く移動する液滴と比較して改善されて、汚染物と相互作用しうる。

【0026】

液体を高速で気体流へ注入(たとえば噴霧)する様々な実施例が供される。一般的には、気体流は様々な方法(たとえばある速度を維持するように、装置全体にわたってある圧力低下を維持するように等)で制御されて良いので、噴霧液によって誘起される気体流への効果は、制御法及び/又は他に課された条件に従って現れうる。一部の実施例では、噴霧液は、その噴霧液の「上流」側と「下流」側との間での測定された気体圧力の差を変化させて良い。一部の実施例では、噴霧液は気体流の速度を増大させて良い。その速度は、噴霧液と非常に近い容積内での気体流の全体の速度及び/又は気体流の局所速度であって良い。(たとえば注入直後での)噴霧液と気体流との間での最初の大きな速度差は、噴霧液内の液滴が気体との相互作用によって遅くなることで、減少する。場合によっては、噴霧液の運動量は、液滴が減速することで気体流を加速させるように、気体流へ移行される。一部の実施例では、気体流の速度は、注入された液体から、その液体が注入される気体への運動量の移行を制御することによって制御されて良い。(たとえば液体速度及び/又は体積を増大させることによる)運動量移行の増大は、気体流を加速させるのに用いられて良い。運動量の移行が減少する結果、気体流の加速は小さくなりうる。典型的実施例では、複数の注入装置が、「上流」の運動量の移行と「下流」の運動量の移行の両方を起こすように、気体流に対して設置される。「下流」の注入装置は、気体を「下流」へ押し出すようにして液体を注入する。「上流」の注入装置は、「下流」へ向かう気体に抗して押し出すようにして液体を注入する。上流注入装置及び/又は下流注入装置の制御は、注入された液体によって気体へ与えられた「上流」と「下流」の運動量の相対的な特性を調節するこ

とによって気体の流れ（又は圧力）を制御するのに用いられて良い。

【0027】

図1は本発明の実施例による装置の概略図である。典型的実施例では、システム100は、気体を含むように構成されたチャンバ110を有する。チャンバ110は、そのチャンバ110内の気体と接する1つ以上の内面112を有する。内面はチャンバ壁を有して良い。内面はチャンバ内部に存在して良い（たとえばチャンバ内部の別個のパフル板）。内面は、チャンバ内部の他の部材（たとえば内側チャンバ）に係るものであっても良い。チャンバ110は実質的に「静的な」気体容積を供して良い。チャンバ110は気体流入口と気体流出口（図示されていない）を有して良い。気体流入口から気体流出口への気体流は、チャンバ110を貫流する気体流として表されて良い。

10

【0028】

システム100は注入装置120を有する。注入装置120は、チャンバ110と結合し、かつ、液体をチャンバ110へ注入するように構成される。典型的システム100では、注入装置120は、マウント130を介してチャンバ110と結合する。マウント130は、注入装置120をチャンバ110に取り付けて良い。場合によっては、マウント130は、注入装置120を調節（たとえば前、後、左、右、上、下、軸、回転）して良い。一部の実施例では、マウント130は、作動機構及び/又は他の制御機構を有し、かつ、制御装置との入出力のやり取りを行うシステムを有して良い。

【0029】

注入装置120は、液体源140から液体を受け取って良い。液体源140は、（たとえば流体をやり取りするように）注入装置120と結合し、かつ、液体を注入装置120へ供して良い。その後その液体は、注入装置120によってチャンバ110へ注入される。一部の実施例では、液体源140はポンプを有する。ある実施例は高圧ポンプを有する。高圧ポンプは、 $6.9 \times 10^5 \text{Pa}$ 超、 $6.9 \times 10^6 \text{Pa}$ 超、又は $6.9 \times 10^7 \text{Pa}$ 超の圧力で液体を供し得る。典型的なポンプは、金属ポンプ部材（羽根車、ピストン、ギア、管等）を有する。

20

【0030】

注入装置120は液体をチャンバ110へ注入する。一部の実施例では、注入装置120は、液体をチャンバ110へ噴霧するように構成される。注入装置120はノズル（図示されていない）を有する。前記ノズルは、液体源140によって供される液体の圧力によって、分裂した液滴の噴霧液をチャンバ110へ注入するように構成された形状及びオリフィスを有する。

30

【0031】

動作中、注入装置120は、チャンバ110内の液滴の噴霧液150を生成し得る。噴霧液150は、発散噴霧液で、かつ、少なくとも1つの噴霧角160を有することを特徴として良い。一部の実施例では、噴霧角160は 20° よりも大きく、 45° よりも大きく、 90° よりも大きく、 120° よりも大きく、又は 150° よりも大きい。一部の実施例では、噴霧液150は扇形の噴霧液を有する。一部の実施例では、噴霧液150は錐体噴霧液を有する。噴霧液150は複数の別個の噴霧液を有して良い。

【0032】

噴霧液150に係る液滴は、チャンバ110への注入（直後）で第1噴霧速度を有して良い。噴霧液滴は、チャンバ110内部の気体と相互作用し、かつ、気体によって遅くなりうる。表面と相互作用（たとえば衝突）しないので、噴霧液滴は、チャンバ内の位置での気体の局所速度と実質的に等しい終速度に到達するまで、気体との相互作用によって減速しうる（たとえば偶然液滴は気体によって運ばれることで、気体と同一の速度で移動する）。

40

【0033】

様々な態様は、ゆっくり移動する（相対的に停滞している）気体流中において速く移動する液滴を生成するために供される。気体流自体が移動する（つまり独自の速度を有する場合、本願明細書では、液滴と、これらの液滴が移動する際に通り抜ける気体との間での相対速度という意味で速度という語句が用いられる。注入された液体の初速度は、注入装置120によって注入された直後の注入された液滴と気体との間での大きな速度の差異を表す。終速度は、液滴が気体によって実質的に減速された後、注入装置120から相対的に

50

離れた領域での液滴と気体との間での速度の差異を表す。液滴と気体との間での特別な相互作用（たとえば所望の気体の「押し出し」、所望の運動量移行、所望の速度差、所望の除去効率等）については、終速度は、液滴が「その液滴が注入された際に行うことを行った」速度として表されて良い。これらの液滴を運び気体流自体が非常に高い速度を有することにかかわらず、液滴は非常に小さな終速度にまで減速されうる。

【0034】

一部の実施例では、噴霧液150の初速度は、15.2m/s（たとえば30.4m/s）よりも速くて良い。場合によっては、初速度は、60.8m/s、152m/s、304m/s、608m/s、又は1520m/sよりも速くて良い。場合によっては、終速度は、初速度の50%未満、20%未満、10%未満、5%未満、又は1%未満であって良い。一部の実施例では、初速度は30.4m/sよりも速く、かつ、終速度は3.04m/s未満である。一部の実施例では、初速度は91.2m/sよりも速く、かつ、終速度は0.91m/s未満又は0.3m/s未満である。一部の実施例では、初速度とは、液滴が気体を通り抜けて移動する際に、その気体から粒子を除去するのに有効なその液滴の速度であり、かつ、終速度とは、粒子が、その粒子を除去するのに実質的に有効ではない速度である。

10

【0035】

システム100は、内部で噴霧液150内の液滴が初速度から終速度へ減速する開体積を有して良い。減速領域170は、噴霧液が初速度から終速度へ減速するこの開体積内部の領域を表す。減速領域170外部の噴霧液150の一部は、その部分での気体と実質的に同一速度で移動する液滴を含んで良い。

20

【0036】

噴霧液150の大部分（たとえば実質的にすべて）が、減速領域170を通り抜けて、チャンバ110内の表面又は他の液体と接する前に終速度に減速して良い。一部の実施例では、チャンバ110と注入装置120は、複数の液滴からなる噴霧液150を生成するように構成される。その複数の液滴の大半は、チャンバ110内の内面と接触する前に、初速度から終速度に減速する。場合によっては、50%超、60%超、80%超、90%超、95%超、又は99%超の噴霧液150が、表面又は他の液体と接触する前に終速度に減速する。

【0037】

図2は、本発明の実施例による注入装置と噴霧液の概略的を、その噴霧液を注入する注入装置からの距離の関数として速度を表す概略図と共に表している。図2の上部は、注入装置120によって生成される噴霧液150を表している。場合によっては、減速領域170は少なくとも部分的に減速距離200によって画定されて良い。減速領域170内では、噴霧液150の液滴が初速度から終速度に減速する。場合によっては、減速領域170内の液滴の初速度が高いことで、相対的に指向性を有する噴霧液が生成される。このとき液滴は実質的に同一方向に移動する。減速領域170の外側では、液滴の移動は、気体中での対流、渦、及び/又は乱流、「ブラウン運動」型の不規則輸送等によって支配されうる。その結果、液滴の運動は、その液滴が懸濁する気相の運動に大きく支配されうる。

30

【0038】

図2の下部は、本発明の実施例による噴霧液を注入する注入装置からの距離の関数としての速度を概略的に表している。一部の実施例では、（図2の下部で）距離の関数として速度を表すことで、図2の上部に示された噴霧液150の図の特徴が明らかになる。図2の下部は、噴霧された液滴と、その液滴が進行する気体との間での速度の差を表しうる。液体は高い初速度210で噴霧されて良い。その後噴霧された液滴がチャンバ内の気体によって減速されることで、その初速度210は減少しうる。場合によっては、液滴の速度は非線形的に（たとえば指数関数的、距離の2乗等といった幾何学的に）減少する。減速領域200は、ほとんどの噴霧液が終速度220に減速する距離で表されうる。一部の実施例では、減速領域170は、噴霧液の運動量の大半（たとえば実質的にすべて）が気体へ移行される領域を表す（液体を減速させる一方で気体を加速させる）。

40

【0039】

50

装置は、噴霧液が表面と接することなく初速度から終速度へ減速する開体積（たとえば噴霧液によって実質的に衝突する表面が存在しない）を含んで良い。場合によっては、噴霧液の大半は、表面と接する前に終速度に減速する。噴霧液と気体との間での所望の相互作用の大きさ（たとえば気体の流量、粒子濃度、粒子除去率等）に従って、所望の噴霧液の体積、液滴のサイズ、噴霧速度等が、適切な注入装置、液体源等を決定するのに用いられ得る。所望の相互作用の大きさは、所望の噴霧速度、液体体積、液滴のサイズ等を決定するのに用いられて良い。これらは、減速距離を決定するのに用いられて良い。チャンバ及び注入装置は、注入された噴霧液に係る予想減速領域周辺で開体積を有するように設計されて良い。

【0040】

一部の実施例では、高圧液体源（たとえば $6.9 \times 10^5 \text{Pa}$ 超、 $3.5 \times 10^6 \text{Pa}$ 超、 $6.9 \times 10^6 \text{Pa}$ 超、 $1.4 \times 10^7 \text{Pa}$ 超、又は $6.9 \times 10^7 \text{Pa}$ 超）が、小さなオリフィス（たとえば 32.26mm^2 未満、 0.01inch^2 乗 6.45mm^2 未満、 3.23mm^2 未満、又は 1.94mm^2 未満）と併用されて良い。一部の実施例では、扇形ノズルが用いられて良い。ある実施例では、注入装置は、 0.91m の注入範囲、 0.3m の注入範囲、 0.15m の注入範囲、又は 5.1cm の注入範囲で、終速度に減速する噴霧液 150 を生成して良い（減速領域 170 の端部が定められる）。一部の実施例では、噴霧液は、 0.25m の注入範囲、 7.6cm の注入範囲、 2.5cm の注入範囲、 1.3cm の注入範囲、又は 0.25cm の注入範囲で、終速度に減速して良い。チャンバ、液体源、及び注入装置の構成は、噴霧液内の液滴の一部 - たとえば 20% 超、 80% 超、 90% 超、又は 99% 超 - が、チャンバ内の内面又は他の液体と接触する前に、初速度から終速度へ減速するようなものであって良い。終速度は、初速度の 70% 未満、 50% 未満、 20% 未満、 10% 未満、又は 1% 未満であって良い。

【0041】

図3Aは、本発明の実施例によるノズルを一の方向から見たときの概略図を表している。ノズル 300 は、注入装置 - たとえば注入装置 120 - に組み込まれて良い。典型的なノズル 300 は、扇形噴霧液を生成するように構成された形状を有し、かつ、扇形ノズルとして表されて良い。他のノズルが用いられても良い。他のノズルは、その他のノズルが生成する噴霧液の形状によって表されて良い（たとえば錐体ノズル、螺旋ノズル等）。

【0042】

ノズル 300 は、液体源と流体をやり取りする空洞 310 を有して良い。液体はオリフィス 320 を介して空洞 310 を飛び出し得る。オリフィス 320 から噴霧される液体の所望の速度と流れの体積を得るように、オリフィス 320 の面積は、液体源によって供給される液体の圧力と体積と共に選ばれて良い。ノズル 300 は、そのノズルを通過する液体を剪断、圧縮、又は再案内するように構成された形状を有して良い。場合によっては、（たとえば管を介して）ノズルへ入り込む液体は第1方向（たとえば管に平行な方向）によって特徴付けられ、かつ、ノズルは、第1方向から、 10° より大きく、 20° より大きく、 30° より大きく、 45° より大きく、又は 60° より大きくずれるように液体と対向する。場合によっては、ノズル 300 内部の様々な構造（たとえば壁、パフル等）は、液体が飛び出すオリフィス 320 に大きな剪断力を与える。それに液体は小さな液滴へ分裂しうる。場合によっては、内角 330 は、 180° 未満、 120° 未満、又は 90° 未満であって良い。それにより液体は、十分な圧力で噴霧されるときには微小な液滴を生成しうる。ノズルは、少なくとも1次元において噴霧液を案内又は成形する射出角 332 を有することを特徴として良い。射出角 332 は、 90° 未満、 20° 未満、 10° 未満、 5° 未満、又は 1° 未満であって良い。

【0043】

図3Bは、本発明の実施例による図3Aのノズルを他の方向から見たときの概略図を表している。典型的なオリフィス 320 は、楕円オリフィスで、かつ、第2長さ 350 よりも短い第1長さ 340 によって特徴付けられて良い。第1長さ 340 は第2長さ 350 の半分未満であって良い。第1長さ 340 は第2長さ 350 の 20% 未満であって良い。第1長さ 340 は第2長さ 350 の 10% 未満であって良い。一部の実施例では、第2長さは、 $0.13 \sim 2.5 \text{mm}$ 、 $0.3 \sim 2.23 \text{mm}$ 、又は $0.76 \sim 2.0 \text{mm}$ であって良い。オリフィスは円形、正方形、長方形、「S字」、及び/又は他の形状であって良い。

【0044】

ノズルは、液滴で構成される噴霧液を生成するように（典型的には液体源を備えて）構成されて良い。所望の液滴サイズ（たとえば平均直径1mm未満、500 μ m未満、100 μ m未満、10 μ m未満、又は1 μ m未満）が、液体圧力、ノズルオリフィス、及びノズル形状の適切な選択によって生成され得る。一部の実施例では、 6.9×10^6 Paを超える圧力を供する液体源が、長軸において2.5mmを超えないオリフィスサイズを有するノズルと併用されて良い。

【0045】

一部の実施例は、ノズルのオリフィスサイズに対する液体源によって供される圧力の比によって特徴付けられて良い。場合によっては、オリフィスサイズで割った圧力は 3.5×10^6 Pa / 12.9mm²より大きくて良い。場合によっては、オリフィスサイズで割った圧力は 6.9×10^6 Pa / 6.5mm²より大きくて良い。一部の実施例については、オリフィスサイズで割った圧力は 1.4×10^7 Pa / 1.94mm²より大きくて良い。

【0046】

図4は本発明の実施例による装置の概略図を表している。システム400は、気体を含むように構成されたチャンバ410（その一部が図4に図示されている）を有する。チャンバ410は、気体流入口及び/又は流出口（図示されていない）を有して良い。注入装置120は、チャンバ410と結合し、かつ、噴霧液150をチャンバ410へ注入する。一部の実施例では、チャンバ410は1つ以上の内壁を有して良い。前記1つ以上の内壁は、別個（パフル又は他のシート）で良いし、又は、隣接（たとえば内側チャンバを形成）しても良い。内壁は、1cm未満の厚さ、5mm未満の厚さ、1mm未満の厚さ、又はさらに薄くても良い。場合によっては、内壁は、数cmの厚さ、10cmを超える厚さ、又は100cmを超える厚さであって良い。内壁420は、その内壁420を貫通するギャップ430を有する。ギャップ430は、（たとえば噴霧液150を表す噴霧方向に対して実質的に直交する方向における）ギャップ幅440によって特徴付けられて良い。ギャップ幅440は環状ギャップの直径を含んで良い。ギャップ幅440は細長ギャップの「幅」を表して良い。ギャップ幅440は、ギャップの一部（たとえば環状ギャップであれば、その環状ギャップを通過するように構成された錐体噴霧液150）を表して良い。注入装置120とギャップ430の構成は、注入装置120がギャップ430を介して噴霧液150を注入するように行われる。内壁420は、注入装置120（たとえば注入装置120のノズルに係るオリフィス）から距離450の位置に設けられる。一部の実施例では、距離450は、注入装置から噴霧される液体に係る減速距離200（図2）未満である。

【0047】

噴霧液150の少なくとも一部は、ギャップ430を通過するように、液体源、注入装置マウント、及び注入装置の設計を適切に選択することによって構成されて良い。実質的にすべての噴霧液150が、ギャップ430を（たとえば内壁422接触することなく）通過しうる。噴霧液の一部150は内壁420と接して良い。噴霧角460は、噴霧幅が、注入装置420から距離450で噴霧幅470となるように選ばれて良い。一部の実施例では、噴霧液150のかなりの部分—少なくとも90%—又は実質的にすべてがギャップ430を通過する。ギャップ幅440、距離450、及び噴霧角460は、噴霧幅470が、内壁420でのギャップ幅440と実質的に同一となる（たとえば噴霧液がギャップを通過する際に、そのギャップを「満たす」）ように選ばれて良い。場合によっては、噴霧幅470は、（たとえばギャップの端部を洗浄するため）ギャップ幅440よりもわずかに広い。場合によっては、噴霧幅460は、（たとえば液体から内壁420への運動量の移行を最小限に抑制するため）ギャップ幅440よりもわずかに狭い。一部の実施例では、噴霧液150の一部は内壁420と衝突して良い。噴霧幅470は、ギャップ幅440の $\pm 50\%$ の範囲内、ギャップ幅440の $\pm 30\%$ の範囲内、ギャップ幅440の $\pm 10\%$ の範囲内、又はギャップ幅440の $\pm 5\%$ の範囲内であって良い。

【0048】

一部の実施例では、距離450は、注入装置から噴霧される液体に係る減速距離200（図2参照）よりも短い。その結果、噴霧液150のかなりの部分が、注入装置120から内壁420の「他の面」で減速する。ギャップ430は、噴霧液150が通過する（内壁420を貫通する）ギ

ギャップ深さ480を有する。ギャップ深さ480は、噴霧方向におけるギャップの「長さ」を表して良い。一部の装置（たとえば内壁420がシート金属で作られる）では、ギャップ深さ480はギャップ幅440未満であって良い。場合によっては、場合によっては、ギャップ深さ480はギャップ幅440と略同一であって良い。ギャップ深さ480はギャップ幅440よりも大きくて（たとえば2倍、3倍、5倍、10倍、又は20倍）良い。そのような構成では、ギャップ430の内面は、噴霧液150が通過する「開口」として表されて良い。

【0049】

そのような構成では、壁420の厚さはギャップ深さ480を定める。一部の構成では、拡張部又は他の部位（図示されていない）は、噴霧方向（又はその反対方向）において内壁420から延びている。それにより内壁420よりもギャップ深さ480は深くなる。一部の構成では、ギャップ深さ480は噴霧幅470と略同一であって良い。場合によっては、ギャップ深さ480は噴霧幅470と略同一であって良い。ギャップ幅480は噴霧幅470よりも大きくて（たとえば2倍、3倍、5倍、10倍、又は20倍）良い。ギャップ深さ480は数mm未満であって良い。ギャップ深さ480は、数mm、1cm、又は数cmよりも大きくて良い。場合によっては、ギャップ深さ480は、30cmよりも大きくて良い。選ばれた実施例では、距離450とギャップ深さ480の組み合わせは、噴霧液150が内壁を貫通する開口（たとえばギャップの内面によって定められる開口）内で終速度に減速するように選ばれて良い。一部の実施例では、様々な気体の流れ（たとえば渦）の予想サイズは、（所定の渦の流れを特徴付ける予想直径よりも大きく選ばれる）ギャップ深さ480のサイズを決定するのに用いられる。

【0050】

内壁420は気体内 - 特に減速領域170（図示されていない）付近の気体領域内 - での渦の生成を緩和及び/又は防止しうる。内壁420はプレート又は別個の表面を有して良い。予想される気体流と流れの方向を表すベクトル場を用いた内壁420の形状とサイズの構成は、気体のかなりの部分が噴霧液150によってギャップ430を介して押し出されるように行われて良い。内壁420は、注入装置120が噴霧液150を噴霧する「内側チャンバ」を生成する隣接する表面を有して良い。一部の実施例では、チャンバ410内の気体の少なくとも大部分がギャップ430を通過する。一部の実施例では、気体の90%超、95%超、又は99%超がギャップ430を通過する。

【0051】

図5は本発明の実施例による装置の斜視図を表している。一部の態様では、図5は内壁420の外側と対向する装置400（図4を参照のこと）の「内部」の斜視図としても表されうる。図5は、扇形の噴霧液150を生成するように構成された注入装置120と、内壁420で噴霧液の形状を実質的に「一致」させるように形成されたギャップ430の典型的な組み合わせを表している。ギャップ高さ510とギャップ幅440はギャップ430の面積430を定め得る。噴霧液150は、内壁420で噴霧高さ520を有するように構成されて良い。噴霧高さ520と噴霧幅470の構成は、噴霧液150の大部分 - たとえば70%超、95%超、又は99%超 - がギャップ430を通過するように行われて良い。

【0052】

図5は、注入装置120に加えられる典型的な横方向運動、半径方向運動、回転運動、及び垂直運動（A,B,C,D,Eで表される）を視覚的に表している。一部の実施例では、注入装置120は、噴霧液150と内壁420との間での入射噴霧角を変更するように構成されて良い。場合によっては、入射噴霧角の調節は、注入装置120の位置の調節と共に行われることで、噴霧液150を通過させながら噴霧液150の入射噴霧角を調節することが可能となる。一部の実施例では、注入装置120は、噴霧液150をギャップ430から遠ざかる（たとえばギャップ430を通り抜ける液体流を「オフにする」）ように導くように調節されて良い。ギャップ430を通り抜ける気体流は、噴霧液150中に噴霧される液体の体積、噴霧液150中に噴霧される液体の速度、噴霧液に係る入射角、及び/又はギャップ430を通過する噴霧液150の量を制御することによって制御されて良い。一部の実施例では、2つ以上の注入装置120の各々は、同一のギャップ430を通り抜けるように噴霧液150を導いて良い。一部の実施例では、任意のシャッター530が実装されて良い。シャッター530は、気体及び/又は液体を

通過させるギャップ430を閉じるように動作して良い。一部の実施例では、シャッター530は、「開いた」位置にあるときにはギャップ430を通過させることを可能にし、かつ、「閉じた」位置にあるときには

ギャップ430を通過することを防止する。場合によっては、シャッター530は、気体がギャップ430を通過することを可能にする一方で、噴霧液150の通過を妨げ得る。

【0053】

注入装置120及び/又はマウント130（図1参照のこと）は、（一部の構成では）ギャップ430を通過する気体の量又は（一部の構成では）ギャップ430にわたる圧力低下を変更するように制御されて良い。一部の構成（たとえばギャップ430が気体流出口から気体流入口を分離する構成）については、ギャップ430の面積（たとえばギャップ幅440とギャップ高さ510を乗じた値）及び流入口から流出口への気体流量は、ギャップ430を通り抜ける気体の予想流量を決定し得る（たとえば流量＝面積×速度）。一部の構成では、内壁420は、気体流入口と気体流出口（図示されていない）とを密閉した状態で分離する。それにより気体の流入口と流出口は、ギャップ430を介してしか流体をやり取りできなくなる。流量一定の構成では、気体の流量は、気体流入口からギャップ430を介して気体流出口へ直列に移動し、かつ、（たとえばギャップ又は開口を介した）気体の速度は、気体の流量及びギャップ430の断面積（たとえばギャップ幅440×ギャップ高さ510）（によって除されることによって）制御されて良い。そのような制約は、ギャップ430を介した気体の流量を最大にし得る。そのような構成では、この最大流量よりも大きな噴霧速度は、気体流入口と気体流出口との間での圧力低下を増大させ得る。この圧力低下（たとえばギャップの上流側は下流側よりも圧力が低い）は、ギャップ又は開口を介した気体への噴霧によって与えられる「押し出し」に抗して（気体を）「引く」ことを可能にする。これにより（たとえば開口内で）噴霧液による加速が緩和されうる。一部の実施例では、ギャップ430を通り抜ける気体の流量は、注入装置120及び/又はマウント130を制御することによって制御され得る。典型的実施例では、内壁420は、気体流入口を有する外側チャンバ内に設けられ、気体流出口を有する内側チャンバとなるように構成され、内側チャンバと外側チャンバは、内壁420内のギャップ430を介して流体をやり取りし、かつ、気体は、気体流入口から外側チャンバへ流入し、続いてギャップを通り抜けて内側チャンバへ流入し、その後内側チャンバを通り抜けて気体流出口へ向かう。外側チャンバへの気体の予想流量は、ギャップ430を介した外側チャンバから内側チャンバへの気体の流れが、外側チャンバへの気体の予想流量（たとえば±50%）と一致するように、噴霧液150とギャップ面積の適切な組み合わせを決定するのに用いられて良い。噴霧液150によって気体へ与えられる運動量の調節は、（気体流入口を有する）外側チャンバから（気体流出口を有する）内側チャンバへの気体流量（及び/又は圧力）を制御するのに用いられて良い。

【0054】

一部の実施例では、ギャップ430は（たとえば錐体噴霧液150については）環状である。ギャップ430は（たとえば扇形の噴霧液については）楕円及び/又は長方形であっても良い。ギャップ430は（たとえば円形断面積を有する噴霧液については）円形であっても良い。扇形の噴霧液については、噴霧液の断面積のアスペクト比は、スプレーノズルからの距離と共に増大する。一部の実施例では、距離450（図4参照）は、ギャップ高さ510の±50%、±20%、又は±10%であっても良い。一部の実施例では、距離450は、ギャップ高さ510の5倍未満、3倍未満、2倍未満、1倍未満、又は50%未満であっても良い。距離450は、ギャップ高さの10%超、50%超、1倍超、又は2倍超であっても良い。

【0055】

ギャップ430は、噴霧液の断面のアスペクト比が一致するように選ばれて良い（たとえば扇形の噴霧液については楕円の断面）。場合によっては、ギャップ高さ510は、ギャップ幅440の3倍超、5倍超、10倍超、又は20倍超であっても良い。

【0056】

図6Aは本発明の実施例による装置の概略図を表している。システム600は、気体を含むように構成されたチャンバ610を有する。チャンバ610は、（反対方向の流れに対しても気

10

20

30

40

50

体流出口として用いられ得る) 気体流出口630を有して良い。システム600はチャンバ610内に内壁620を有する。内壁620は、気体を含むように構成された内側チャンバを形成し、かつ、気体流出口640を有して良い(気体流出口640は円筒軸642と同軸であって良い)。

【0057】

内壁620はギャップ430を有する。ギャップ430は、内壁620の一の面から他の面へ液体及び/又は気体を伝え(たとえば「内側チャンバ」へ流入出させ)得る。システム600は注入装置120を有する。注入装置120は、ギャップ430を介して内壁620によって画定された内側体積へ噴霧液150を注入する。(図示されているように) 注入装置120は、噴霧液150を内側チャンバへ噴霧し得る。一部の実施例では、注入装置はチャンバの外側へ噴霧液を噴霧して良い。

10

【0058】

注入装置120にはマウント632が備えられた状態で設けられて良い。マウント632は、噴霧液150の方向、注入装置の前後移動等の調節のために供されて良い。一部の実施例では、入装置のマウントもまた気体流入口及び/又は気体流出口を有して良い。

【0059】

チャンバは円筒形であって良い。システム600では、チャンバ610は、円筒形で、かつ、少なくとも部分的には円筒軸642によって定められる。内側チャンバと外側チャンバは同心円であって良い。典型的なシステム600では、チャンバ610と内壁620は、円筒軸640について同心円の円筒チャンバである。円筒軸640は、円筒チャンバの端部壁又はキャップ(図示されていない)を通過して良い。一部の実施例では、内側チャンバ又は外側チャンバのいずれか一方のみが円筒形である。一部の実施例では、内側円筒チャンバ及び外側円筒チャンバは、それぞれ異なる円筒軸によって定められて良い(たとえば同心円ではない)。一部の実施例では、外側チャンバは長方形で、かつ、内側チャンバは円筒形である。

20

【0060】

図6Bは、図6Aに図示されているギャップと噴霧領域の概略的拡大図である。ギャップ430は、ギャップ深さ(たとえば噴霧方向における長さ)を有して良い。ギャップ深さは、ギャップの高さ及び幅(図示されていない)と組み合わせられることで、噴霧液150が通過する開口650を画定する。図6Bでは、噴霧方向に対して直交する方向(たとえば上方)から見た開口650が図示されている。開口は、その開口を介して噴霧される噴霧液を特徴付ける次元においてある長さを有して良い。その長さは、前記噴霧液の厚さを特徴付ける少なくとも1つの次元(たとえば噴霧方向に対して直交する次元)での長さよりも大きい。典型的実施例では、扇形の噴霧液は、(ギャップで測定して)数mmの幅(たとえば断面における小さな寸法の次元)を有して良く、かつ、噴霧液が注入される際に通り抜ける開口は1cm超の長さ(たとえば10cm超)を有する。場合によっては、開口の長さは最も短い噴霧寸法よりも長い。場合によっては、開口長さは、最も短い噴霧寸法よりも10倍又は100倍を超える。

30

【0061】

図6Aを再度参照すると、システム600の構成は、噴霧液150の構成は、減速領域170(図1参照)の大部分が内壁620内部の開口650内部に存在するような速度で開口650へ注入されるように行われる。一部の実施例では、噴霧液は開口650内で終速度にまで減速する。一部の実施例では、噴霧液はギャップ430に到達する前に終速度に減速されて良い。

40

【0062】

図6Cは、本発明の実施例による、図6Bにおいて注釈が付されたシステム600の一部の他の図を表している。一部の実施例では、開口650は、噴霧液150が開口650を通過する際の噴霧液150の予想形状と一致するような形状をとって良い。典型的な扇形噴霧液は扇形の開口部を通過し得る。場合によっては、噴霧液の形状を近似する開口形状を作製することも便利であると考えられる。図6Bでは、噴霧液150は扇形で、かつ、開口650は近似的には長方形である。噴霧液150は簡明を期すため「矢印」で表される。場合によっては、噴霧液150は非常に薄くて(たとえば噴霧方向に対して直交する方向から見て線に見えて)良い。場合によっては、噴霧液150は、スプレーノズル120から飛び出した後に広がる、すな

50

わち発散して良い。典型的なシステム600（図6A参照）では、噴霧液150は、（たとえば図6Aの上から下へ向かう方向において）噴霧液幅を有し、その噴霧液幅は、同一方向のギャップ430の幅と一致する。噴霧液150とギャップ430の（各対応する方向での）サイズは、噴霧液150がギャップ430を通過する際にそのギャップ430を実質的に「満たす」大きさである。

【0063】

場合によっては、減速領域の体積は、（たとえばノズルに関して横方向での）噴霧液の境界と、その噴霧液が終速度に到達する際のノズルからの距離によって決められ得る。一部の実施例では、減速領域の体積の80%超、90%超、95%超、又は99%超が開口650内に存在する。一部の実施例では、減速領域の体積の80%超、90%超、95%超、又は99%超が、（たとえば図6の内壁620によって画定される）内側チャンバ内に存在する。

10

一部の実施例では、減速領域の体積の80%超、90%超、95%超、又は99%超が、注入装置が噴霧液を注入する際に通り抜けるギャップを有する内壁の（注入装置に対して）反対側の面に存在する。

【0064】

場合によっては、チャンバ610の内部と内壁620との間の距離は、チャンバ610の直径未満、チャンバ610の直径の50%未満、チャンバ610の直径の20%未満、又はチャンバ610の直径の10%未満である。

【0065】

注入装置120とギャップ430は、内壁620に対してある角度に噴霧液150を導くように配置されて良い。場合によっては、角度は5°～30°であって良い。角度は10°～45°であって良い。角度は40°～140°であって良い。円筒形の内壁620については、注入装置120とギャップ430の構成は、噴霧液150が円筒軸640の周辺で気体を環状に循環させるように行われて良い。一部の実施例では、内壁620は円筒軸640に対して非対称で、かつ、注入装置120とギャップ430は、円筒軸640にて噴霧液150を導くように構成される。一部の実施例では、内壁620は円筒軸640に対して非対称で、かつ、注入装置120とギャップ430は、（螺旋、環状、サイクロン状、又は循環する流れのパターンを生成するように）円筒軸640に対して接線方向に噴霧液150を導くように構成される。

20

【0066】

（たとえば円筒壁に対する）注入角は、注入された液体と気体との間での所望の相互作用に従って選ばれて良い。場合によっては、（円筒壁に対して）浅い角度で注入することで、液体によって軸の周りで循環する気体に与えられる「トルク」が増大し得る（たとえばサイクロン速度への注入運動量の効果が増大し得る）。一部の実施例では、深い角度で注入することで、内側チャンバ内で乱流が誘起されうる。その結果一部の実施例において反応が改善し得る。

30

【0067】

図7は本発明の実施例による装置の概略図を表している。システム700は外側チャンバ710と内側チャンバ720を有して良い。外側チャンバ710と内側チャンバ720は、円筒形で、かつ、同心円状であって良い。外側チャンバ710は、（たとえば外側チャンバ710の天井内に）気体流入口730を有して良い。内側チャンバ720は、（たとえば内側チャンバ720の床内に）気体流出口740を有して良い。内側チャンバ720と外側チャンバ710は、ギャップ430を介して流体をやり取りして良い。典型的な構成では、気体は、気体流入口730を介して外側チャンバ710へ流入した際に受け取られ、ギャップ430を介して内側チャンバ720を通過し、その後気体流出口740（たとえば外側チャンバ720を突き抜ける管）を介してシステム700を飛び出す。部位を「流入」又は「流出」と表記しても一般的には、逆の気体の流れの動作を排除しない（流入口は流出口であって良いし、流出口は流入口であって良い）。

40

【0068】

様々な気体流入角及び流出角（たとえば角度750）が、各対応するチャンバ内の予想気体流特性に従って選ばれて良い。一部の実施例では、円筒チャンバは、そのチャンバを定める円筒軸付近に（又は位置合わせされた状態で）設けられた気体流入口又は流出口を有

50

する。一部の同心円チャンバの構成については、外側チャンバ710への気体流入口と内側チャンバ720からの気体流出口のいずれも、外側チャンバと内側チャンバを定める円筒軸に対して位置合わせされている。典型的実施例では、外側チャンバ710は気体流入口730を有し、内側チャンバ720は気体流入口740を有し、かつ、気体は、外側チャンバ710からギャップ430を介して内側チャンバ720へ向かうように通過する。

【0069】

システム700は、外側チャンバ710からギャップ430を介して内側チャンバ720へ噴霧液を注入するように構成された注入装置120を有して良い。内側チャンバ720は1つ以上の案内面725を有して良い。前記1つ以上の案内面725は、内側チャンバ720へ入り込むようにギャップ430を「拡張」して良い。案内面725は、ギャップ430にて（複数の）噴霧方向に対して実質的に平行に拡張して良い。1つ以上の案内面725の形状は、噴霧液150の予想形状と一致するように選ばれて良い（たとえば扇形の噴霧液と一致する扇形の柱状案内面、角状及び/又は錐体噴霧液と一致する（複数の）同心円状の案内面）。典型的システム700では、案内面725は、扇形噴霧液150を一致し得る台形開口を形成する。システム700は、減速領域170のかなりの部分が開口内（たとえば少なくとも部分的にはギャップ430の幅（図示されていない）と案内面725に係る長さによって定められる体積内に）に存在するように構成される。場合によっては、減速領域170の「下流境界」は、1つ以上の案内面725によって定められる体積（たとえば開口）の範囲内に存在する。一部の実施例では、噴霧液150に係る液滴の大半は、内側チャンバ720内の表面と接する前に終速度に減速して良い。

【0070】

図8は本発明の実施例による典型的な複数の注入装置を備える装置の概略図を表している。外側チャンバ810は（図示されているように）円形断面積を有して良い。外側チャンバ810は、正方形若しくは長方形又は他の形状の断面積を有して良い（図示されていない）。外側チャンバ810と内側チャンバ820の各々は、気体を含むように構成される。外側チャンバ810は気体流入口830と気体流出口840を有する。外側チャンバ810と内側チャンバ820は、流入ギャップ430と流出ギャップ432を介して流体をやり取りする。気体流入口830から気体流出口840へ向かうように通過する気体が内側チャンバ820を必ず通過するように、気体流入口830と気体流出口840は分離されて良い。一部の実施例では、気体流入口又は流出口は注入装置と同軸である（たとえば注入装置マウントは気体流入口と流出口を有して良い）。

【0071】

流入チャンバ120は、流入噴霧液860を外側チャンバ810へ注入して良い。外側注入装置122は、流出噴霧液862を外側チャンバ810へ注入して良い。一部の実施例では、流入噴霧液860は、流入ギャップ430を介して内側チャンバ820へ流入するように案内され、かつ、流出噴霧液862は、流出ギャップ432を介して内側チャンバ820へ流入するように案内される。

【0072】

外側チャンバ内の気体流は、気体流入口830から、流入用注入装置120に係る流入ギャップ430を介して、内側チャンバ820へ流入して良い。気体流は、内側チャンバ820を飛び出し、流出用注入装置122に係る流出ギャップ432を介して外側チャンバ810へ流入して良い。対向流領域850は、流入口又は流出口（たとえば流出ギャップ432）に近接する気体体積に関連して良い。前記気体体積内には、注入装置が、その体積内での気体流の支配的な流れに抗するように噴霧液（たとえば流出噴霧液862）を注入する。

【0073】

流入用及び/又は流出用注入装置は、気体（たとえば内側チャンバ820内の気体）の環状流すなわち回転流を生じさせるように構成されて良い。一部の構成では、流入用注入装置と流出用注入装置のいずれも、内側チャンバ820内で、気体を同一方向（たとえば時計回り又は反時計回り）に循環させる。一部の構成では、流入用注入装置120は気体を一方向（たとえば時計回り）に循環させ、かつ、流出用注入装置122は気体を他の方向（たとえば反時計回り）に循環させる。一部の実施例では、（液体を移相するが気体流を阻止す

るトラップを有しうる)任意のドレイン822が、内側チャンバ820、外側チャンバ810、気体流入口830、及び/又は気体流出口840から液体を除去するために供されて良い。気体流入口及び/又は気体流出口もまたドレイン(図示されていない)を有して良い。

【0074】

下流の方向は、気体流入口830から、流入ギャップ430と流出ギャップ432を介して、気体流出口840へ向かうように通過する気体流を定め得る。そのような構成では、流入用注入装置120は、下流の運動量を気体流へ与えるように構成され、かつ、流出用注入装置122は、上流の運動量を気体流へ与えるように構成されて良い。下流の運動量が増大することで、下流の気体流量が増大しうる。上流の運動量が増大することで、下流の気体流量が減少しうる。

10

【0075】

一部の実施例では、制御装置870は、少なくとも1つの装置(たとえば流入用注入装置120、流出用注入装置122、液体源(図示されていない)、シャッター(そのように構成されている場合)、気体流入口、気体流出口等)と結合(たとえば連結)して良い。1つ以上のセンサ880は、システム800の動作に係る情報(たとえばパラメータ)を検知するように含まれ、かつ構成されて良い。センサ880は、気体流入口830と気体流出口840との間での圧力差を監視し得る。場合によっては、制御装置880は、外側チャンバ810を通り抜ける所望の気体流量に係る第1情報、及び、(たとえばセンサ880を介して)外側チャンバ810を通り抜ける実際の気体流量に係る第2情報を受け取るように構成されて良い。所望の気体流量と実際の気体流量との差異は、制御装置に、所望の気体流量と実際の気体流量との間での一致を改善させることが期待される流入噴霧液860と流出噴霧液862の組み合わせを決定させることができる。続いて制御装置は、下流運動量(流入噴霧液860によって与えられる)及び上流運動量(流出噴霧液862によって与えられる)のうちの少なくとも1つを調節し得る。それにより実際の気体流量は所望の気体流量と一致する。一部の実施例では、制御装置870は、「閉ループ」制御プロトコルでセンサ880と注入装置120,122を動作させる。制御装置870は、システム800を流れる所望の気体流量を維持するように構成されて良い。制御装置870は、(たとえば気体流入口830と気体流出口840との間での)所望の圧力差を維持するように構成されて良い。場合によっては、制御装置870は、+15~-15inchの水圧差(たとえば0~7.6cmの水圧差)を維持して良い。一部の構成(たとえば一定流量)では、制御装置870は、気体流出口840の水圧よりも1~12.7cm低い水圧に気体流入口を維持するように、注入装置122と124のうちの少なくとも1つを制御して良い。典型的な構成では、気体流出口840は大気圧で、内側チャンバ820は大気圧よりも高い圧力(たとえば12.7~38.1cm以上の水圧)で、かつ、気体流入口830は大気圧未満(たとえば0~7.6cm以下の水圧)である。注入装置120と122は、気体流入口の圧力、内側チャンバの圧力、及び気体流出口の圧力のうちの少なくとも1つを制御するように操作されうる。流入噴霧液860の速度又は体積を増大させることで、気体流入口830での圧力は減少し、かつ、内側チャンバ820内での圧力は増大しうる。流出噴霧液862の速度又は体積を増大させることで、気体流出口840での圧力は減少し、かつ、内側チャンバ820内での圧力は増大しうる。一部の実施例では、1つ以上のセンサ880と制御装置870は、気体流入口830、内側チャンバ820、気体流出口840のうちの少なくとも2つの圧力を制御する。

20

30

40

【0076】

図9は本発明の実施例による装置の概略図を表している。システム900は外側チャンバ910と内側チャンバ920を有して良い。外側チャンバ910は気体流入口及び/又は気体流出口(図示されていない)を有して良い。内側チャンバ920は気体流入口及び/又は気体流出口(図示されていない)を有して良い。システム900は、ギャップ430を介して噴霧液1509を内側チャンバ920へ注入するように構成された注入装置120を有する。注入装置120は、外側チャンバ910と内側チャンバ920との間で流体をやり取りさせる。一部の実施例では、注入装置には、チャンバへ入り込む気体流入口及び/又は気体流出口が(たとえば同軸の状態)設けられる。一部の実施例では、気体流入口及び/又は気体流出口はチャンバへ入り込む別個のポートであって良い。システム900には、同心円状のシリンダとして外側チャ

50

ンバ910と内側チャンバ920が備えられて良い。外側チャンバ910へ入り込む気体流入口（図示されていない）は、これらのシリンダを表す軸で同心円をなして良い。注入装置120は、外側チャンバ910及び/又は内側チャンバ920を備えるサイクロンを形成するように構成されて良い。

【0077】

様々な実施例は、表面をコーティング、洗浄、又は材料の堆積を抑制するように構成された1種類以上の洗浄噴霧液を有して良い。典型的なシステム900では、液体（たとえば水）を含みうる洗浄噴霧液940を生成するように構成される。洗浄噴霧液940は十分大きな液滴サイズと速度を有しうる。そのため洗浄噴霧液940の大部分が表面と接するとき、洗浄噴霧液940は、表面のコーティング、洗浄、又はこの表面上での堆積物の減少を行うのに十分な遠藤量を有する。洗浄装置930は、ノズル形状とオリフィスサイズを有し、液体源（図示されていない）と結合して良い。前記液体源は、十分速い速度で噴霧液を表面に接触させる。そのためかなりの運動量が、洗浄噴霧液940から、洗浄噴霧液940が衝突する表面に移行する。洗浄噴霧液は、表面に対して実質的に接するように導かれて良い。洗浄噴霧液は、表面に対して相対的に大きな（たとえば10°超、20°超、40°超、又は60°超）入射洗浄噴霧角を有して良い。一部の実施例では、洗浄装置930は内側チャンバ壁と結合する。一部の実施例では、洗浄装置930は外側表面（たとえば内側チャンバの外側表面）を洗浄する。洗浄装置930は、ギャップ430に係る（たとえば周辺の）表面を洗浄して良い。

【0078】

図10は本発明の実施例による装置の概略図を表している。システム1000は、気体を含むように構成されたチャンバ1010を有して良い。チャンバ1010は気体流入口1020と気体流出口1030を有して良い。気体は、気体流入口1020からチャンバ1010を介して気体流出口1030へ向かうように流れて良い。チャンバ1010は、気体が気体流入口1020から気体流出口1030へ流れる際に通り抜けるギャップ430を有する内壁420を含んで良い。下流注入装置120は、チャンバ1010と結合して（たとえば調節可能なマウント1040を備えて）良い。下流注入装置120は下流噴霧液1042を生成しうる。下流噴霧液1042は、下流方向にギャップ430を通り抜けるように導かれて良い。上流注入装置122は、チャンバ1010と結合して（たとえば調節可能なマウント1040を備えて）良い。上流注入装置122は上流噴霧液1052を生成しうる。上流噴霧液1052は、上流方向にギャップ430を通り抜けるように導かれて良い。噴霧速度、噴霧体積、噴霧角、及び他のパラメータは、上流注入装置及び/又は下流注入装置のために調節されて良い。典型的なシステム1000では、下流噴霧液1042と上流噴霧液1052のいずれも、開口650を介して導かれて良い。一部の実施例では、注入装置は、調節可能な注入角1060及び/又は注入位置1070を与えるように構成されて良い。制御装置及びセンサ（図示されていない）は、上流注入装置122、調節可能なマウント1050、下流注入装置120、及び/又は調節可能なマウント1040と結合し、かつ、チャンバ1010を流れる気体流量を制御して良い。一部の実施例では、上流噴霧液1052と下流噴霧液1042は、互いに実質的に平行かつ反対に位置合わせされている（図10には図示されていない）。一部の実施例では、上流噴霧液1052と下流噴霧液1042は、（図10に図示されているように）互いに位置合わせされている。一部の実施例では、ギャップ430は、第1噴霧液と部分的に一致し、かつ、第2噴霧液と部分的に一致する形状を有するように構成されて良い。たとえば十字形状のギャップは2つの交差する長方形ギャップを有して良い。第1噴霧液は、十字形状のギャップの一の長方形ギャップと一致して良い。第2噴霧液は、前記十字形状のギャップの他の長方形ギャップと一致して良い。

【0079】

図11は本発明の実施例による装置の概略図を表している。システム1100は、気体を含むように構成されたチャンバ1110を有して良い。チャンバ1110は気体流入口1120と気体流出口1130を有して良い。システム1100は、複数の噴霧液150を生成するように構成された複数の注入装置120を有して良い。1つ以上の内壁420が複数のギャップ430を有して良い。前記複数のギャップ430を介して、噴霧液150は注入装置120によって噴霧される。一部の実

施例では、気体流入口1120と気体流出口1130は内壁420によって分離され、かつ、気体は、気体流入口1120からギャップ430を介して気体流出口1030へ向かうように通過する。一部の実施例では、内壁420は別離し（たとえばバフル）、かつ、一部の気体は、内壁420の周辺を通過して（たとえばギャップ430を通り抜けずに気体流入口1120から気体流出口1030へ向かって）良い。一部の実施例では、1つ以上の注入装置が、調節可能なマウント（図示されていない）を用いて設けられる。一部の注入装置120は、互いに実質的に平行な噴霧液を生成するように構成されて良い（たとえば扇形の噴霧液であれば、互いに実質的に平行な「扇面」の法線によって定められる）。一部の注入装置120は、噴霧液150を実質的に同一方向に注入するように構成されて良い。一部の注入装置120は、（たとえば互いに）実質的に反対方向に噴霧液150を注入するように構成されて良い。一部の注入装置120は、他の注入装置120の噴霧液と交差する噴霧液を生成するように構成されて良い。

10

【0080】

図12Aは本発明の実施例による装置を表している。装置1200は、気体を含むように構成されたチャンバ1210を有する。気体は気体流入口1220を介してチャンバ1210へ入り込んで良い。気体は、気体流入口1240へ向かうように開口1230を通過することによってチャンバ1210を飛び出して良い。この例では、開口1230は、案内面725によって少なくとも部分的に画定される。注入装置120は、開口1230を介してチャンバ1210へ噴霧液150を注入する（図12Aでは、噴霧液150の噴霧方向に対して直交する方向から見ている）。典型的なシステム1200では、注入装置120は扇形の噴霧液を生成し、かつ、開口1230は扇形の空洞である。案内面725の端部726は、噴霧液150に対する開口1230の端部を決定して良い。場合によ

20

【0081】

図12Bは本発明の実施例による装置を表している。図12Bは、図12Aで装置1200として表されている装置を表し（また図12Aは図12Bの装置1200を表している）、かつ、開口1230の他の図（噴霧方向に対して直交する方向から見た図）を示している。典型的実施例では、図12Aは（上から）見下ろした図で、かつ、図12Bは前方からの図である。この例では、チャンバ1210の壁と案内面725（図12A参照）は扇形の開口1230を形成する。この扇形の開口1230は、（この実施例では）噴霧液150の扇形と実質的に一致する。

【0082】

図13は本発明の実施例による装置を表している。装置1300は、気体を含むように構成されたチャンバ1310を有する。チャンバ1310は、開口1322を介して流入口1320と流体をやり取りする。チャンバ1310は、開口1332を介して流出口1330と流体をやり取りする。流入注入装置120と流出注入装置122はチャンバ1310内に設けられる。流入注入装置120は、噴霧液150を気体流入口1320へ注入するように構成される。流出注入装置122は、噴霧液150を気体流出口1330へ注入するように構成される。気体は、気体流入口1320から、開口1322を介してチャンバ1310へ流入し、その後開口1332を介して気体流出口1330へ流出して良い。気体は反対方向に流れても良い。噴霧液150、152のうちの1つ以上の相対運動量（たとえば噴霧速度、液体体積等）は、システム1300を流れる気体流を制御するように調節されて良い。一部の構成（たとえば一定の流量）では、相対運動量は、気体流入口1320、チャンバ1310、及び気体流出口1330の内の1つ以上の内部での気体圧力を制御するのに用いられて

30

40

【0083】

システムのサイズは、制御及び/又は減少すべき所望の流量と気体の体積に従って決定されて良い。場合によっては、所望の液滴サイズは、所望の液滴サイズを得る圧力と注入装置のオリフィスのサイズの組み合わせを選ぶのに利用されて良い。場合によっては、噴霧液の全運動量は、液体源のオリフィスサイズ、圧力、及び/又はポンピング体積を増大させることによって増大しうる。場合によっては、運動量は、注入装置の数を増やすことによって増大させても良い。表1は、Spraying Systems社から販売されている典型的なスプレーノズルの部品番号と、それらに対応する様々な液体源圧力での（様々なオリフィスサイズについての）近似的な流量を列挙している。便宜上、（たとえば非環状オリフィス

50

形状を有する) 多くのスプレーノズルは、オリフィス等価直径(OED)によって表されている。図14は本発明の実施例による等価なオリフィスの直径、液体圧力、及びポンプ速度との間での典型的な関係を表す図である。

【 0 0 8 4 】

【表 1】

表1

部材 #	オリフィス等価直径(mm)	面積(mm ²)	流れ:		
			5.0 × 10 ⁶ Pa	1.0 × 10 ⁷ Pa	1.5 × 10 ⁷ Pa
1100017-TC	0.28	0.061152	0.27	0.39	0.47
1100033-TC	0.38	0.112632	0.53	0.75	0.92
1100050-TC	0.46	0.165048	0.81	1.1	1.4
1100080-TC	0.58	0.262392	1.3	1.8	2.2
110015-TC	0.79	0.486798	2.4	3.4	4.2
11003-TC	1.1	0.9438	4.8	6.8	8.4

10

【 図 1 】

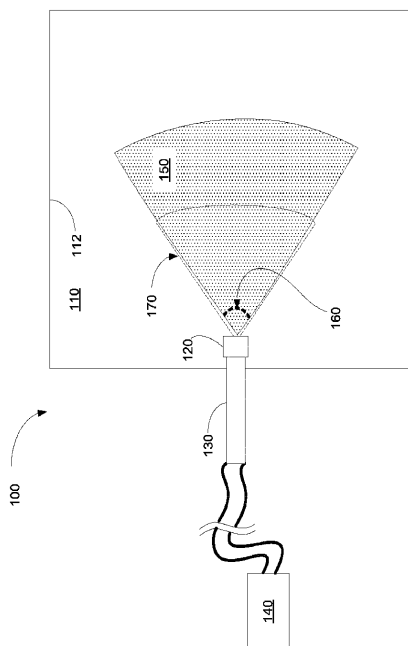
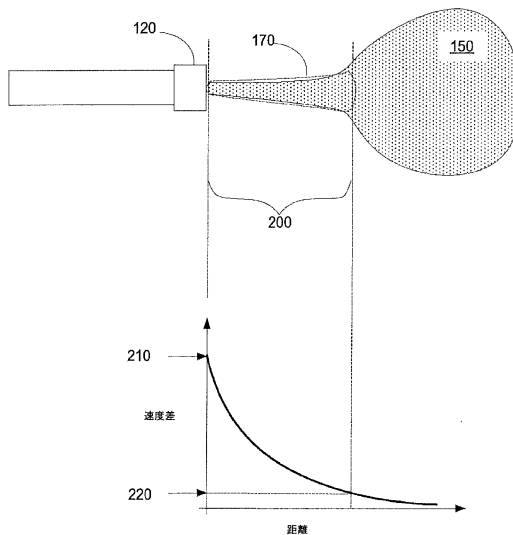
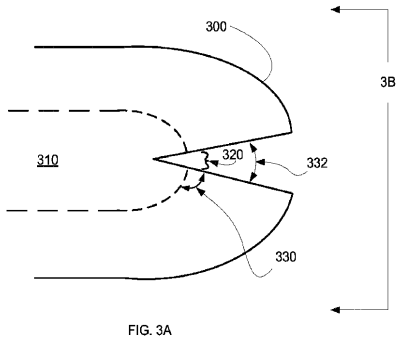


FIG. 1

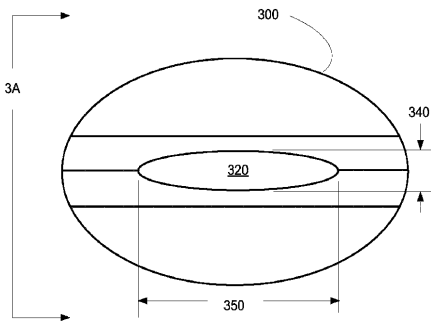
【 図 2 】



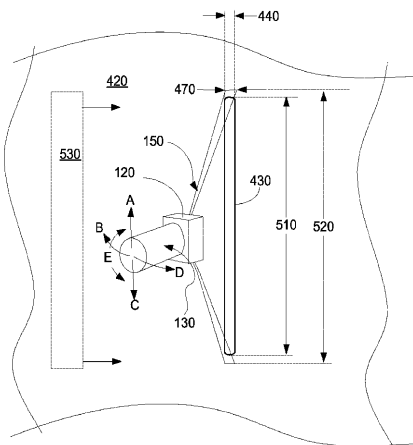
【図 3 A】



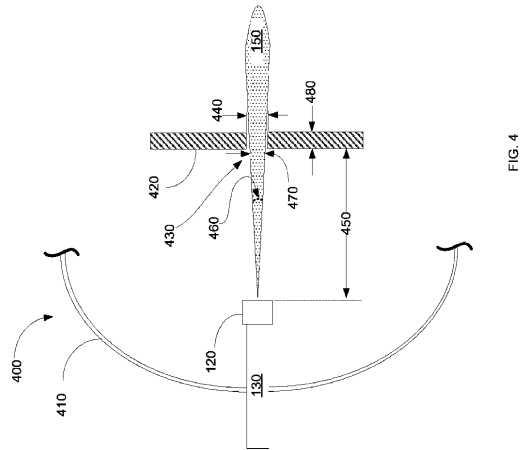
【図 3 B】



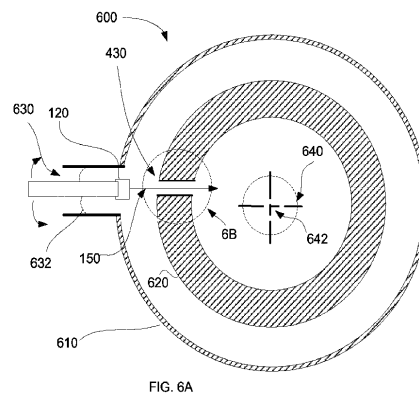
【図 5】



【図 4】



【図 6 A】



【図 6 B】

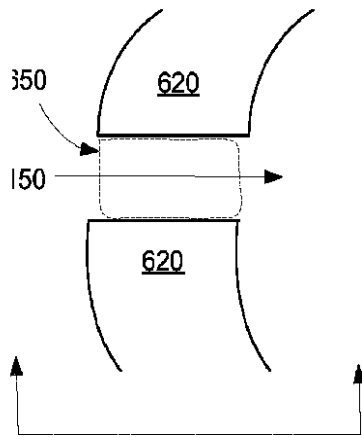


FIG. 6B

【図 6 C】

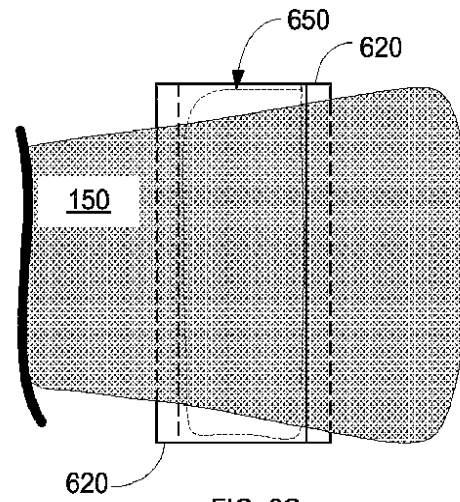


FIG. 6C

【図 7】

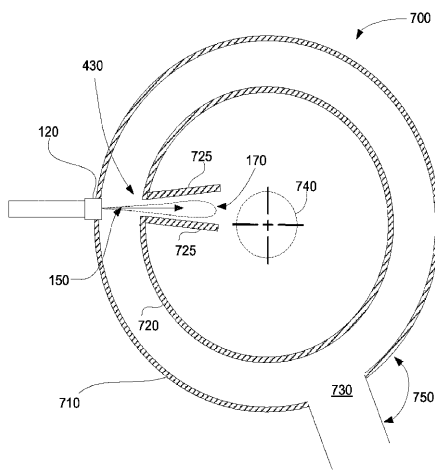
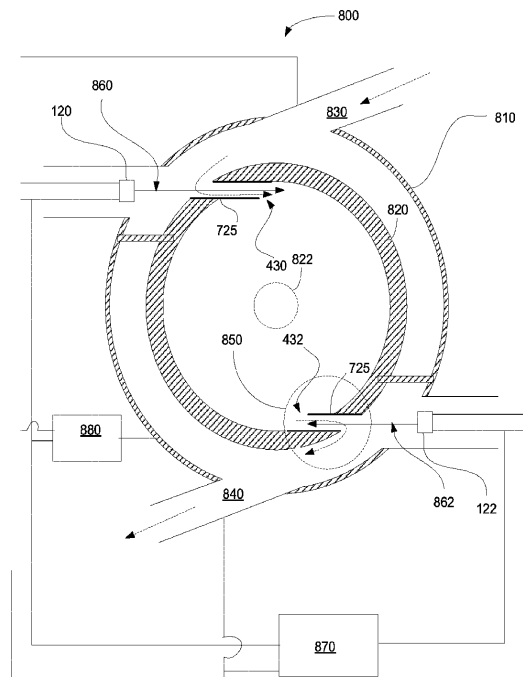


FIG. 7

【図 8】



【図 9】

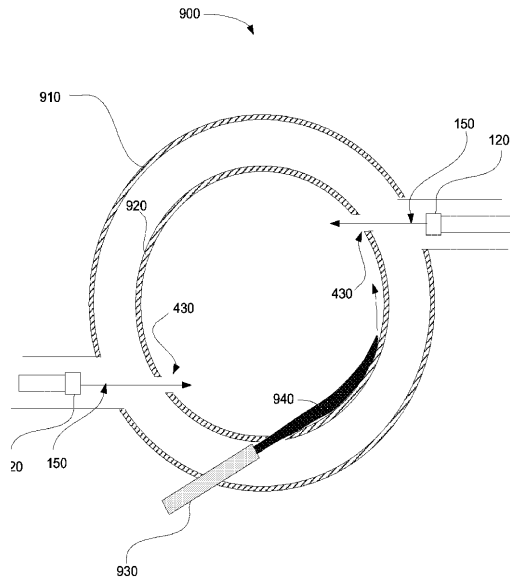


FIG. 9

【図 10】

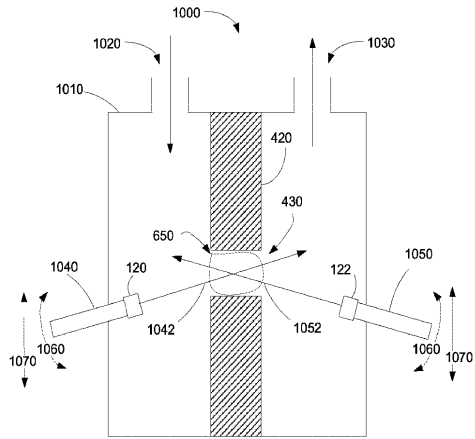


FIG. 10

【図 11】

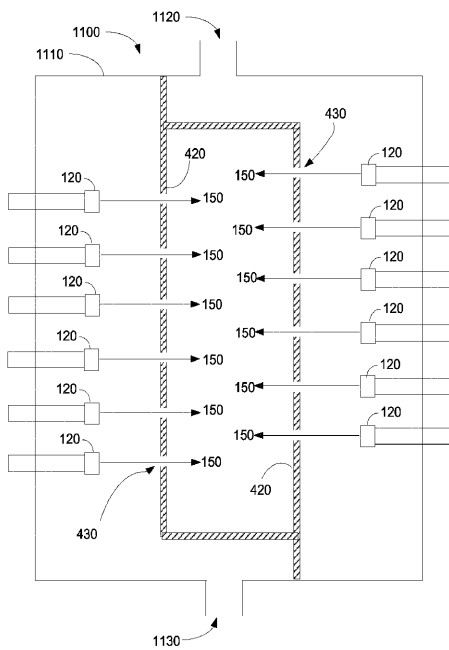


FIG. 11

【図 12 A】

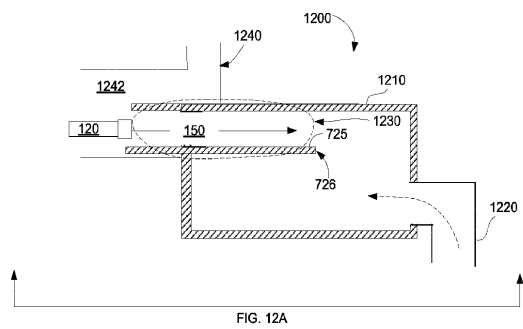


FIG. 12A

【図 12 B】

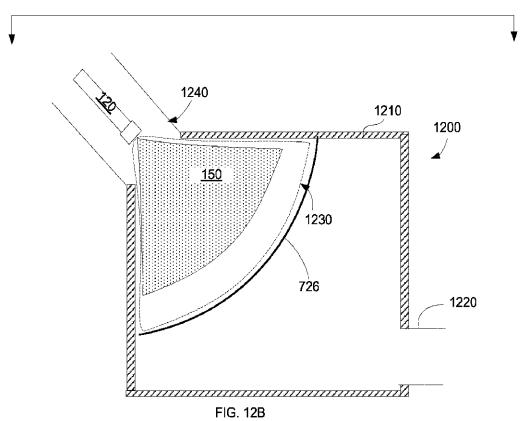


FIG. 12B

【図 13】

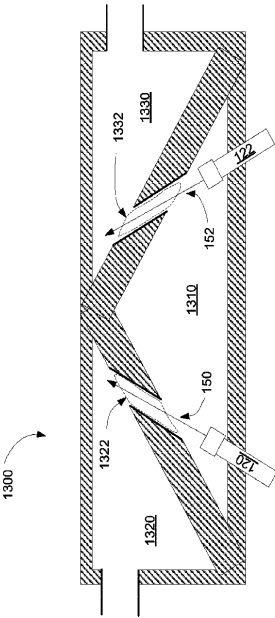
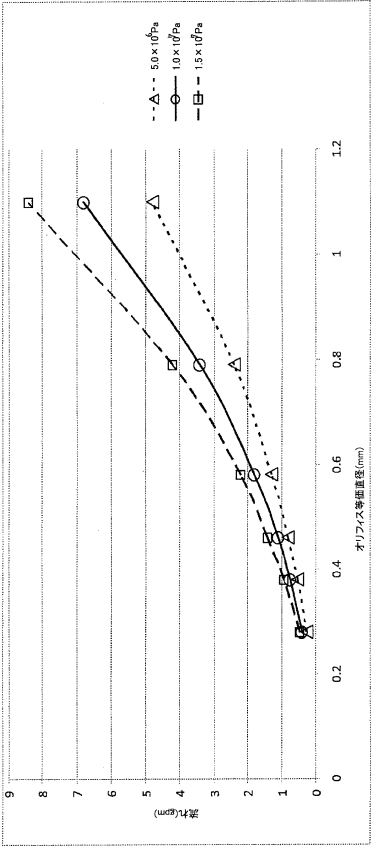


FIG. 13

【図 14】



フロントページの続き

審査官 横溝 顕範

(56)参考文献 特表2010-505612(JP,A)
特表2006-500207(JP,A)
特開昭64-067273(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B01F 5/20
B01D 47/06
B01F 3/04