

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4239879号
(P4239879)

(45) 発行日 平成21年3月18日 (2009. 3. 18)

(24) 登録日 平成21年1月9日 (2009. 1. 9)

(51) Int. Cl.

F 1

B 0 5 D 1/02 (2006. 01)

B 0 5 D 1/02 Z

B 0 5 B 1/34 (2006. 01)

B 0 5 B 1/34 1 0 1

B 0 5 B 7/30 (2006. 01)

B 0 5 B 7/30

請求項の数 9 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2004-100194 (P2004-100194)
 (22) 出願日 平成16年3月30日 (2004. 3. 30)
 (65) 公開番号 特開2005-279562 (P2005-279562A)
 (43) 公開日 平成17年10月13日 (2005. 10. 13)
 審査請求日 平成18年5月23日 (2006. 5. 23)

(73) 特許権者 000004260
 株式会社デンソー
 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地
 (74) 代理人 100099759
 弁理士 青木 篤
 (74) 代理人 100092624
 弁理士 鶴田 準一
 (74) 代理人 100110489
 弁理士 篠崎 正海
 (74) 代理人 100082898
 弁理士 西山 雅也
 (72) 発明者 坂井田 敦賢
 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会
 社デンソー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マイクロミスト発生方法及びその装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

液体をマイクロミストの状態に微粒化し、放出するマイクロミスト発生方法において、
ガス供給配管系から加圧ガスを気液混合部に導入する一方で、前記ガス供給配管系から
分岐して加圧ガスを液体が貯留された液体タンクに導入するようになっていて、前記気液
混合部に導入されたミスト発生用の加圧ガスがエゼクタ部分に噴出する際の負圧によって
前記液体タンクからの液体を吸引し、気液混合体として混合気噴気口から噴射されたミス
 トを、導入管に導いて搬送し、噴射ノズル内に設けた旋回空間で旋回させてから噴射ノズ
 ルの複数の噴射孔からマイクロミストとして噴射することを特徴とするマイクロミスト発
 生方法。

【請求項 2】

前記マイクロミストが平均粒径 1 0 μ m 以下の液体の微粒子からなることを特徴とする
 請求項 1 に記載のマイクロミスト発生方法。

【請求項 3】

前記噴射されるミストの量が、液体の供給系に設けられる調整バルブによって任意に調
 整できることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のマイクロミスト発生方法。

【請求項 4】

前記加圧ガスのガス流量の調整が、ガス圧力の調整によって行われることを特徴とする
 請求項 1 , 2 又は 3 に記載のマイクロミスト発生方法。

【請求項 5】

液体をマイクロミストの状態に微粒化し、放出するマイクロミスト発生装置が、
液体タンクに貯留された液体とミスト発生用の加圧ガスとが導入される気液混合部であ
って、前記加圧ガスがエゼクタ部分に噴射する際の負圧によって前記液体を吸引し、気液
混合体のミストとして混合気噴射口から噴射する前記気液混合部と、

前記混合気噴射口から噴射する気液混合体のミストを噴射ノズルに搬送する導入管と、
前記搬送された気液混合体のミストを複数の噴射孔からマイクロミストとして噴射する
噴射ノズルと、

を具備して、

前記液体タンクには前記加圧ガスが分岐して導入されるようになっており、前記
噴射ノズルが、導入された気液混合体のミストを旋回させる旋回チップを内蔵しているこ
とを特徴とするマイクロミスト発生装置。

10

【請求項 6】

前記液体タンクと前記気液混合部とを接続する液体供給系に、前記気液混合体のミスト
量を調整するための調整バルブが更に具備されていることを特徴とする請求項 5 に記載の
マイクロミスト発生装置。

【請求項 7】

前記導入管がポリテトラフルオロエチレンより作られていることを特徴とする請求項 5
又は 6 に記載のマイクロミスト発生装置。

【請求項 8】

前記導入管を包囲するように可撓性の保護管が設けられていることを特徴とする請求項
5 ～ 7 のいずれか一項に記載のマイクロミスト発生装置。

20

【請求項 9】

前記噴射ノズルの噴射孔の孔径 が約 0 . 8 ～ 1 . 0 mmであることを特徴とする請求項
5 ～ 8 のいずれか一項に記載のマイクロミスト発生装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液体をマイクロミストの状態にして霧化することができるマイクロミスト発
生方法及びその装置に関する。

【背景技術】

30

【0002】

近年、環境問題に対する関心が高まっており、これに応えるために薬液量を出来るだけ
微量にして加工物を処理するというニーズが増加している。例えば、加工分野ではドライ
切削技術の実用化が急務であり、加工により発生する熱を効率よく冷却するため、少量の
水と大量の空気により気化熱を利用した冷却方式が必要となっている。

【0003】

従来、液体を霧状（微細な液滴）にして被処理面に塗布したり、被処理物を冷却する際
には、例えば図 4（a）に示すようにポンプ A、薬液槽 B 及びノズル C とからなる霧化装
置を用いて、薬液槽 B 内の薬液をポンプ A によって加圧して小径のノズル C に送り、この
ノズルから薬液を噴射することで霧状（ミスト）にしていた。この方式に気体を導入し微
細化した液体と気体の混合体を作る方策として、2 流体ノズルと呼ばれる液体と気体を混
合するノズル C を使い高圧ガス（主に高圧空気）を 2 流体ノズルに導入することで、高圧
ガスの急激な膨張と拡散作用によってミスト化した霧化ガス（冷却ガス）を作り出して
いた。

40

【0004】

このような方策で作りに出されたミストの発生分布（粒子径と発生粒子個数の分布）は、
図 4（b）のグラフで示すように 70 μm 程度の大きな粒子から 5 μm 以下の小さな粒子
まで広い範囲の粒子を含み、平均 30 μm 程度の粒子径で、かつノズルからの距離によ
っても発生ミスト分布が異なるものであった。また、このような霧化装置で空気量 / 液量
の比率を大きくし、体積比で 1000 : 1 の比率にすると、安定したミストの発生が困難に

50

なるという問題がある。

更に、広い面を冷却するには、ノズルの開口径を大きくする方式が一般的で、多量のガスが必要となり騒音の面からも好ましくない。なお、広い面を冷却するのに、一般のエアブロー用の多孔ノズルで拡大するとガス量の適正化はできるが、ミストは偏った数個の穴から間欠的に噴射するようになる。

【 0 0 0 5 】

このような特性をもつ従来の霧化装置を蒸発潜熱（気化熱）を利用して冷却する等の用途に用いた場合、大きな粒子が冷却面に付着し、冷却効率を妨げると共に、無効な液体（薬液）を大量に消費するなどの環境問題を生み出すことになった。

【 0 0 0 6 】

この点を改善するために、燃焼機関等の燃料供給に用いられているような空気流の中に液体を滴下するという方式も考えられるが、装置が大がかりになると共に、安定した粒子分布と濃度が得られないという問題があり、満足な冷却効果が得られない状況にあった。

特に、大型の装置では霧化装置と加工部とが離れているため、ミストを移送する配管中でミストが増粒し、配管壁に付着することで加工部位には間欠的液体噴射となり、装置本来の発生ミストとは異ったものになる場合が多く、実用化がなされていない。

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

本発明は、上記問題に鑑みてなされたもので、その目的は、少量の液体で冷却する場合でも、加圧ガスによって被冷却表面近傍でマイクロミスト（平均粒径 $10\ \mu\text{m}$ 以下の液滴）を発生させ、効率よく広範囲を冷却することが可能なマイクロミスト発生方法及びその装置を提供することである。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 8 】

本発明は、前記課題を解決するための手段として、特許請求の範囲の各請求項に記載のマイクロミスト発生方法及びその装置を提供する。

請求項 1 に記載のマイクロミスト発生方法は、ガス供給配管系から加圧ガスを気液混合部に導入する一方で、このガス供給配管系から分岐して加圧ガスを液体が貯留された液体タンクに導入するようになっていて、気液混合部に導入されたミスト発生用の加圧ガスがエゼクタ部分に噴出する際の負圧によって液体タンクからの液体を吸引し、気液混合体として混合気噴気口から噴射されたミストを導入管に導いて搬送し、噴射ノズル内の旋回空間で旋回させてから複数の噴射孔からマイクロミストとして噴射するようにしたものである。このように、導入管を設けることで、加圧ガス下でミスト化した微粒子が液体内に加圧ガスを溶解する時間を確保し、噴射時に内部に溶解した加圧ガスの膨張効果を高めることで微粒子化を高めることができると共に、ミストを旋回させることで液体を均一に分散させることができ、少量の液体と気体とで広範囲の冷却を行うことができる。また、気液混合部に気体と液体とが同じ圧力で供給されるので、気液混合部でのエゼクタ作用によって部内で僅かに気体の圧力が下がる程度の減圧にすることで液量をコントロールすることができる。

【 0 0 0 9 】

請求項 2 のマイクロミスト発生方法は、マイクロミストの平均粒径を $10\ \mu\text{m}$ 以下と規定したものであり、これにより、微粒子の蒸発潜熱を有効に利用して冷却を行うことができ、少量の液体で冷却効率を高めることができる。請求項 3 のマイクロミスト発生方法は、噴射されるミストの量が、液体の供給系に設けられる調整バルブによって任意に調整できるようにしたものであり、これにより、ミストの粒子径の分布や濃度の最適な供給条件が得られると共に安定した供給が可能となる。

請求項 4 のマイクロミスト発生方法は、加圧ガスのガス流量の調整が、ガス圧力の調整によって行われるものであり、これにより、気 / 液混合のバランスが調整される。

【 0 0 1 0 】

請求項 5 に記載のマイクロミスト発生装置は、液体タンクに貯留された液体とミスト発生用の加圧ガスを導入し、気液混合体のミストとして噴出する気液混合部と、この気液混合体のミストを噴射ノズルに搬送する導入管と、搬送された気液混合体のミストを複数の噴射孔からマイクロミストとして噴射する噴射ノズルとを備えていて、液体タンクには加圧ガスが分岐して導入されるようになっており、これにより、この噴射ノズル内にミストを旋回させる旋回チップを設けたものである。これにより、請求項 1 のマイクロミスト発生方法と同様の作用効果が得られる。

請求項 6 のマイクロミスト発生装置は、液体タンクと気液混合部とを接続する液体供給系に、気液混合体のミスト量を調整バルブを更に設けたものであり、これによって、ミストの粒子径の分布や濃度を任意に調整でき、最適な供給条件を得ると共に安定した供給が可能である。

【 0 0 1 1 】

請求項 7 のマイクロミスト発生装置は、導入管をポリテトラフルオロエチレン (P T F E) (商標名 : テフロン) で形成するようにしたものであり、これによって、導入管の表面を滑らかにすることができ、ミストの搬送中に増粒した液滴を滞留することなく噴射ノズルに送ることができる。

【 0 0 1 2 】

請求項 8 のマイクロミスト発生装置は、導入管を包囲するように可撓性の保護管を設けたものであり、このように保護管を可撓性 (フレキシブル) にすることで気液混合部の部位を装置に固定しても、噴射ノズルを加工部位に適正な角度で設置でき、加工部位の冷却の最適化が図れる。

請求項 9 のマイクロミスト発生装置は、噴射ノズルの噴射孔の孔径 を約 0 . 8 ~ 1 . 0 mm に規定したものであり、これにより、噴射ノズルの側壁を伝わったミストが、大きな粒子として噴射孔の縁面から飛び出し、無効液となることを防止することができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 3 】

以下、図面に基いて本発明の実施の形態のマイクロミスト発生方法及びその装置について説明する。図 1 は、本発明のマイクロミスト発生装置の全体構成を示す側断面図と正面図である。本発明のマイクロミスト発生装置は、気液混合部 2 と、旋回チップ 3 1 を内蔵した噴射ノズル 3 と、これらをつなぐ導入管 4 とで構成されるマイクロミスト発生ノズル 1 と、冷却液を貯留する液体タンク 5 と、これらを系統的に接続する配管系とで構成されている。

【 0 0 1 4 】

気液混合部 2 は、ガス導入部分 2 1 とエゼクタ部分 2 2 とを有し、両者の境界にガス噴出口 2 3 が形成されている。ガス導入部分 2 1 は、ガス供給配管系 6 に接続していて、ミスト発生用の加圧ガス (例えば、約 0 . 4 M p a) が導入され、ガス噴出口 2 3 からエゼクタ部分 2 2 へと噴射される。エゼクタ部分 2 2 の周壁には、冷却液噴出口 2 4 が穿設されており、液体タンク 5 へとつながっている冷却液供給配管系 7 に接続している。従って、このエゼクタ部分 2 2 で、ガス噴出口 2 3 から噴射される際の加圧ガスの負圧によって、冷却液が冷却液噴出口 2 4 から吸引され、気液混合体のミストとして、エゼクタ部分 2 2 の先端開口である混合気噴出口 2 5 から導入管 4 へと送られる。

【 0 0 1 5 】

導入管 4 へと導入された気液混合体のミストは、導入管 4 に搬送されて噴射ノズル 3 へと送られる。導入管 4 は、ミスト搬送中に増粒した液滴を滞留することなく噴射ノズル 3 へと送るために、その内壁面を滑らかにする必要があり、好ましくは、ポリテトラフルオロエチレン (P T F E) (商標名 : テフロン) から形成される。なお、塗膜、フィルム等により導入管 4 の内面を滑らかにしてもよい。また、導入管 4 は、曲げて使用することもできるので軟質材料から形成される。

導入管 4 には、これを略全長に渡って包囲するように可撓性の保護管 4 1 が設けられている。保護管 4 1 は、曲げた形状を保持できるように、好ましくはステンレス (S U S)

10

20

30

40

50

のスパイラル管を使用する。

【 0 0 1 6 】

噴射ノズル 3 には、旋回空間が設けられていて、ここに旋回チップ 3 1 が配置されている。この旋回チップ 3 1 は、導入管 4 から送られるミストが衝突することによって、径方向にミストを分散し旋回流を作り出す。噴射ノズル 3 の先端面には、周方向に等間隔で環状に複数の噴射孔 3 2 が穿設されている。噴射孔 3 2 の数は、例えば 6 ~ 8 個（図 1 では 8 個）であり、その孔径は、好ましくは略 0 . 8 ~ 1 . 0 mm である。噴射ノズル 3 の内面構造は、液滴の滞留する部分が生じるのを避けるため、ミストの流線に沿った形状にされ、内面はサンドブラスト等に研磨され、バリかえりも除去することが好ましい。

【 0 0 1 7 】

冷却液が貯留される液体タンク 5 は、略 1 . 0 M p a の圧力に耐えられるような耐圧構造をしており、ガス供給配管系 6 から分岐して加圧ガスが、タンク内部に導入されるようになっている。従って、気液混合部 2 には、同圧の気体と液体とが導入されるようになる。ミスト発生用の加圧ガスのガス供給配管系 6 には、ON / OFF バルブ 6 1 が設けられており、冷却液を供給する冷却液供給配管系 7 には、ON / OFF バルブ 7 1 の他に冷却液調整バルブ 7 2 が設けられている。この調整バルブ 7 2 を調整することで、発生するミスト量を任意に調整することができる。

【 0 0 1 8 】

上記構成よりなる本発明のマイクロミスト発生装置の作動について以下に説明する。マイクロミスト（平均粒径 1 0 μ m 以下の液滴）を発生するには、液体タンク 5 からの冷却液とミスト発生用の加圧ガスを気液混合部 2 に導入する。即ち、気液混合部のエゼクタ部分 2 2 はガス噴射口 2 3 から加圧ガスが噴射する際の負圧によって、冷却液を冷却液供給配管系 7 を通して冷却液噴射口 2 4 から吸引し、気液混合体のミストとして混合気噴射口 2 5 から導入管 4 内に噴射する。この際のミストの粒子分布は、従来の二流体ノズルの生成成分と同じ様な大きな粒子のミストとなる。

【 0 0 1 9 】

導入管 4 内に噴射された気液混合体のミストは、旋回チップ 3 1 を内蔵された噴射ノズル 3 に導入されるが、旋回チップ 3 1 の旋回作用によって噴射ノズル 3 内に設けた旋回空間で旋回し、噴射ノズル 3 の先端面に設けた複数の噴射孔 3 2 からマイクロミストとして噴出する。

【 0 0 2 0 】

このミストが生成から外部への噴出までの間に、本発明の構成では加圧下でミスト化した微粒子が液体内に飽和状態になるまで加圧ガスを溶解するため、内部に溶解した加圧ガスの膨張効果によって、僅かな減圧でも液体を引き千切る作用を生じ、噴射による低压化作用等によってマイクロミスト化する。以上のような作用によって発生したマイクロミストの粒子分布（粒子径と粒子個数の分布）は、図 2 に示すようなグラフ分布となり、ミストの平均粒子径が約 8 μ m となり、本発明が目標とするマイクロミストになって噴射される。

【 0 0 2 1 】

本発明のマイクロミスト発生装置の実施例である諸元の数値は、以下のとおりである。
加圧ガスの圧力 0 . 4 Mpa、加圧ガスの流量 1 0 0 ~ 2 0 0 L / min、
冷却液の流量 1 ~ 5 cc / min、液体タンク（ 5 ）の耐圧 1 . 0 Mpa、
ガス噴射口（ 2 3 ）の口径 2 mm、冷却液噴射口（ 2 4 ）の口径 0 . 6 mm、
導入管（ 4 ）の内径 4 mm、保護管（ 4 1 ）の管長 < 3 0 0 mm
噴射孔（ 3 2 ）の数 6 ~ 8 個、噴射孔（ 3 2 ）の孔径 0 . 8 ~ 1 . 0 mm
以上の諸元にもとづいて、平均粒子径が約 8 μ m のマイクロミストが達成されるが、これらの諸元の数値は、本発明の 1 例にすぎない。

【 0 0 2 2 】

一般にミストによる冷却を広い面積の冷却に活かすには、加圧ガスの風量の増大に伴う、噴射孔面積の増加が必要となる。しかし、単純にノズルの孔径を大きくすると、ノズル

10

20

30

40

50

の内側壁を伝わったミストが大きな粒子として噴射孔の縁面から飛び出し、無効液となる。経験的に、孔径 1mm前後の噴射孔からのミストは、このような現象は少ないが、孔径 2mm以上になると無効液が目立ち、4mmともなるとほとんど無効液として飛び散る。これは、気体の射出流速の影響もあり、液体との相対速度を失うためと考えられる。

【0023】

そこで本発明の1つの実施例の噴射ノズルでは、噴射孔の孔径を0.8mmにし、孔の数を増やすことで噴射量を確保している。この場合、いかに各噴射孔に均一に液を分散するかにある。そこで、本発明では、旋回チップによって旋回流を作り出し噴射ノズル内で、液を回転することで均一な分散を行っている。更に、導入管を設けることで液体中に気体を溶解する時間を確保し、噴射時の膨張効果を高めることで微粒子化（マイクロミスト）を高めている。

10

【0024】

図3は、本発明のマイクロミスト発生装置をドライ切削用の刃具の冷却に適用した具体例を示す図である。本発明のマイクロミスト発生装置によって発生したマイクロミストMを含む高圧エアブローによって、加工ワークWが刃物Kによって切削されるときに発生する加工熱を除去しながら切削加工を行っている。マイクロミスト発生ノズルは、発生したマイクロミストMが加工部に正確に噴射されるように、導入管4（保護管41）が曲げられている。こうして、加工ワークWの切削によって生じるワークWと刃具Kとの界面の加工熱を多量のエアと少量の冷却液を混合した冷却ガス（マイクロミストM）によって、エアのもつ熱量を上回る冷却液の気化熱によって効率よく冷却することができる。この冷却効果によって刃具寿命はドライ切削の2倍、ウェット切削の1.4倍向上することができた。

20

【0025】

また、図3に示す具体例では、冷却液の液体タンク5を加工機の加工部から離れた場所に設置し、加工部近傍に設けたマイクロミスト発生ノズル1によって冷却しているので、従来の装置で問題となるミスト搬送中の増粒による間欠噴霧現象や冷却不足などを解決することができる。

また、マイクロミストMは、過飽和のミスト（加圧化で飽和状態まで加圧ガスの溶けたミスト）が噴射時の膨張効果によってマイクロミスト化することによって生成するため、導入管4中でミストが増粒しても安定したマイクロミストが得られることから、図3に示すように、加工部の姿勢に合わせてマイクロミスト発生ノズル1の導入管4を曲げることができ、冷却の最適化が可能となる。本発明の実施形態では、このためにミスト導入部を二重構造にし、ミストを導入する導入管4は内壁が滑らかなPTFE製チューブを採用し、保護管41は曲げた形状を保持するSUS製のスパイラル管を採用している。本発明のマイクロミスト装置をこのような構成にすることで、気液混合部2の部位を装置に固定しても、噴射ノズル3を加工部位に適正な角度で設置することが可能となり、複合個の噴射孔32による広範囲な噴射面積との相乗効果によって安定且つ高効率の冷却が実現できる。

30

【0026】

以上説明したように、本発明のマイクロミスト発生方法及びその装置は、少量の冷却液によって効率よくワークの冷却や処理が、簡便な構成で実現できる。また、従来にないマイクロミストの微粒子効果によって、発生ミストを従来では冷却が困難な微細な空間へも導入することが可能となり、困難な冷却ニーズに対しても柔軟性を生かした供給方式が取れることから、設置空間の影響を受けることなく確実な冷却作用を行うことができる。

40

更に、本発明のマイクロミスト発生方法では、粒子径の分布や濃度をマイクロミスト発生ノズルに設けたミスト量調整バルブ（冷却液調整バルブ）によって任意に調整できるため、マイクロミストの最適な供給条件を得ると共に安定した供給を行うことができる。

【0027】

上記の説明においては、本発明のマイクロミスト発生装置を切削時の加工熱を除去するのに使用する例で説明しているが、薬液の塗布や表面処理（洗浄・エッチング）等、薬液

50

を微細化して気体と共に供給するシステムであれば、本発明のマイクロミスト発生装置はどのような用途にも適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】本発明の実施の形態のマイクロミスト発生装置の全体構成を示す側断面図及び正面図である。

【図2】本発明のマイクロミスト発生装置によって得られたマイクロミストの粒子分布を示すグラフである。

【図3】本発明のマイクロミスト発生装置を加工熱の除去に使用した具体例を示す図である。

10

【図4】従来の(a)霧化装置と(b)発生ミスト分布を説明する図である。

【符号の説明】

【0029】

1 ... マイクロミスト発生ノズル

2 ... 気液混合部

2 1 ... ガス導入部分

2 2 ... エゼクタ部分

2 3 ... ガス噴射口

2 4 ... 冷却液噴射口

2 5 ... 混合気噴射口

20

3 ... 噴射ノズル

3 1 ... 旋回チップ

3 2 ... 噴射孔

4 ... 導入管

4 1 ... 保護管

5 ... 液体タンク

6 ... 加圧ガス供給配管系

7 ... 冷却液供給配管系

7 2 ... 冷却液調整バルブ

M ... マイクロミスト

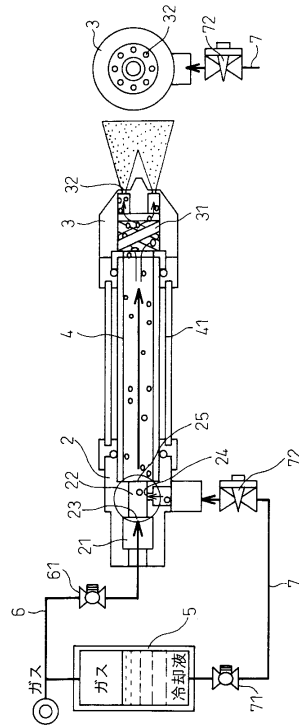
30

K ... 刃具

W ... 加工ワーク

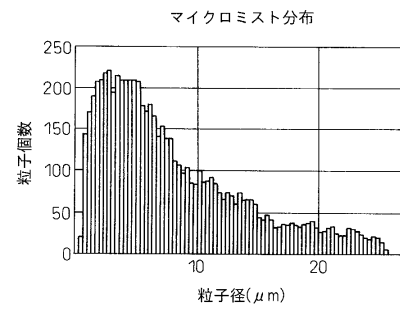
【図 1】

図 1



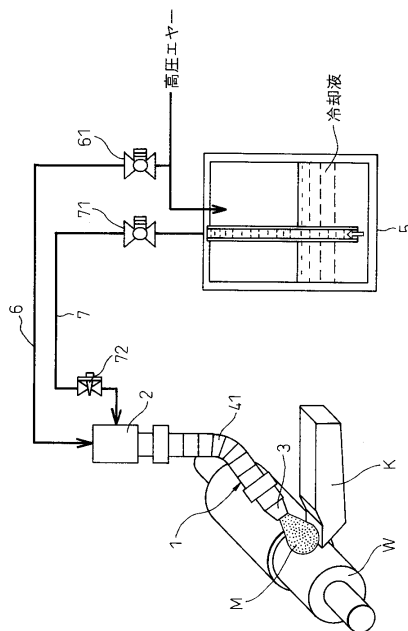
【図 2】

図 2



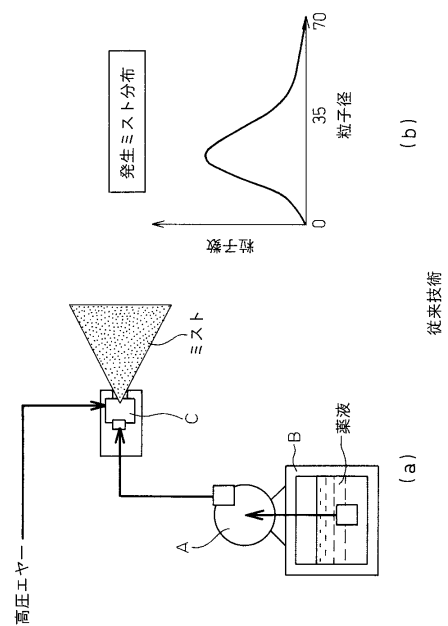
【図 3】

図 3



【図 4】

図 4



フロントページの続き

- (72)発明者 谷口 敏尚
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
- (72)発明者 高田 慶吉
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
- (72)発明者 竹田 喬一
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

審査官 加藤 浩

- (56)参考文献 特開平08-215614(JP,A)
実開平05-063658(JP,U)
特開2002-346711(JP,A)
特開平07-241515(JP,A)
特開2003-071681(JP,A)
特開2003-062493(JP,A)
特開平07-289956(JP,A)
実開平02-028098(JP,U)
特開昭53-064811(JP,A)
特開2000-288114(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B05D 1/00-7/26