

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-261919
(P2004-261919A)

(43) 公開日 平成16年9月24日(2004.9.24)

(51) Int. Cl.⁷

B23Q 11/10
F16N 7/34

F I

B23Q 11/10
F16N 7/34

F

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2003-54586 (P2003-54586)
(22) 出願日 平成15年2月28日 (2003.2.28)

(71) 出願人 000000239
株式会社荏原製作所
東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号
(74) 代理人 100091498
弁理士 渡邊 勇
(74) 代理人 100092406
弁理士 堀田 信太郎
(74) 代理人 100093942
弁理士 小杉 良二
(74) 代理人 100109896
弁理士 森 友宏
(72) 発明者 滝川 勝
東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会
社荏原製作所内

最終頁に続く

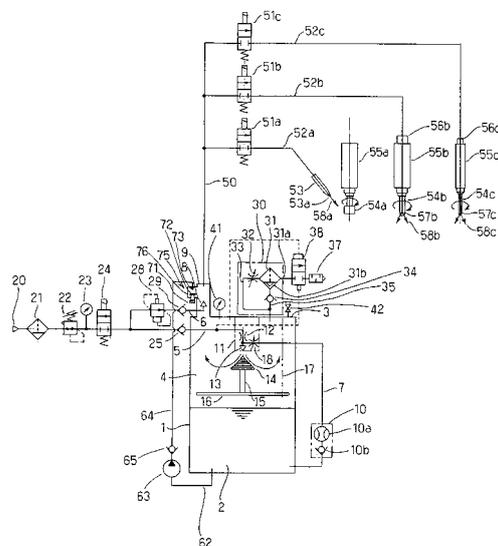
(54) 【発明の名称】 ミスト生成装置

(57) 【要約】

【課題】 小径ドリル等の最少量潤滑 (MQL) 加工を可能にしたミスト生成装置を提供する。

【解決手段】 ガス供給源 20 からのガスと容器 1 内の液体の供給を受けてミストを生成し容器 1 内に噴射する噴射器 11 と、容器 1 内のミストを容器 1 から導出する導管 9 とを備え、噴射器 11 の下流側に、液体の供給を受けてミストを発生する補助ミスト発生部 75 を、例えば導管 9 内に設けた。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ガス供給源からのガスと容器内の液体の供給を受けてミストを生成し容器内に噴射する噴射器と、前記容器内の前記ミストを前記容器から導出する導管とを備えたミスト生成装置において、

前記噴射器の下流側に、液体の供給を受けてミストを発生する補助ミスト発生部を設けたことを特徴とするミスト生成装置。

【請求項 2】

絞り機構と弁装置を介して前記空間内の圧力を大気に逃がす内圧減圧手段を更に有することを特徴とする請求項 1 記載のミスト生成装置。

10

【請求項 3】

前記補助ミスト発生部は、前記導管内に設けられていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載のミスト生成装置。

【請求項 4】

前記補助ミスト発生部は、前記導管に接続されてミストを搬送するミスト搬送流路内に設けられていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載のミスト生成装置。

【請求項 5】

前記補助ミスト発生部は、超音波振動子に高周波電圧を印加し共振点付近の発振周波数で加振させたホーンに、液体を滴下供給してミストを発生させるように構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のミスト生成装置。

20

【請求項 6】

前記補助ミスト発生部は、超音波振動子に高周波電圧を印加し共振点付近の発振周波数で加振させたホーンに、該ホーンに設けた貫通穴を通して液体を供給してミストを発生させるように構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のミスト生成装置。

【請求項 7】

前記補助ミスト発生部へ容積形ポンプで液体を供給することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載のミスト生成装置。

【請求項 8】

前記噴射器へのガス供給圧力を検知する圧力センサと前記容器内の圧力を検知する圧力センサとを備え、これらの圧力センサからの信号で、前記容器内の圧力が前記噴射器へのガス供給圧力に対して一定の比率または差圧の圧力まで上昇すると前記補助ミスト発生部が機能するように制御することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載のミスト生成装置。

30

【請求項 9】

前記噴射器へのガス供給圧力と前記容器内の圧力との差圧を検知する差圧スイッチを備え、前記容器内の圧力が前記噴射器へのガス供給圧力に対して一定の差圧の圧力まで上昇すると前記補助ミスト発生部が機能するように制御することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載のミスト生成装置。

【請求項 10】

前記内圧減圧手段の前記弁装置は、前記噴射器へのガス供給圧力と前記容器内の圧力をパイロット圧として、前記容器内の圧力が前記噴射器へのガス供給圧力に対して一定の比率または差圧の圧力まで上昇すると開くようにしたパイロット切換弁からなることを特徴とする請求項 2 乃至 9 のいずれかに記載のミスト生成装置。

40

【請求項 11】

前記内圧減圧手段の前記弁装置は、前記噴射器へのガス供給圧力を検知する圧力センサと前記容器内の圧力を検知する圧力センサからの信号で、前記容器内の圧力が前記噴射器へのガス供給圧力に対して一定の比率または差圧の圧力となるように制御される制御弁からなることを特徴とする請求項 2 乃至 9 のいずれかに記載のミスト生成装置。

【請求項 12】

50

前記内圧減圧手段の前記弁装置は、前記噴射器へのガス供給圧力と前記容器内の圧力との差圧を検知する差圧スイッチからの信号で、前記容器内の圧力が前記噴射器へのガス供給圧力に対して一定の差圧の圧力まで上昇すると開く開閉弁からなることを特徴とする請求項 2 乃至 9 のいずれかに記載のミスト生成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ガスと液体を供給して容器内でミストを生成し、この生成したミストを、搬送流路を介して搬送し目的物に向けて噴霧するミスト生成装置に関し、特にマシニングセンタ、旋盤等の工作機械の工具や被加工物を冷却および潤滑するためのミストを生成するミスト生成装置に関する。

10

【0002】

【従来の技術】

ミスト（ガス中に含まれる液体微粒子）は、例えば医学の分野における吸入器、日常生活の分野における加湿器、洗浄または塗装剤への適用等、種々の技術の分野において広く用いられている。ミストはまた、工作機械の工具や被加工物の冷却や潤滑のためにも用いられている。

【0003】

例えば、機械加工にあっては、加工の間、工具と被加工物との間に高い摩擦力が作用し、この摩擦力によって多量の熱が発生する。従って、これらの部材間の摩擦を冷却潤滑媒体（剤）を用いて減少させる必要があり、これによって、これらの部材は同時に冷却される。

20

【0004】

従来、この種の潤滑及び冷却は、主に比較的少量の冷却潤滑剤を加工点に向けて噴射する方法を用いるのが一般的であった。しかしながら、この場合、一方では、過剰に供給された冷却潤滑剤が周囲に飛散し作業環境を悪化させる上に、冷却潤滑剤が多量に消費されるので、冷却および潤滑装置の稼動のコストが非常に高価なものとなり、他方では、環境上の理由から、使用済みの冷却潤滑剤を、複雑でコストのかかる方法で処分する必要があった。

【0005】

このような問題に対処するため、近年、いわゆる最少量潤滑（MQL）加工が実用化されており、工具や被加工物を冷却および潤滑するためのミストを生成するミスト生成装置が開発されている。

30

【0006】

この種のミスト生成装置は、一般に、ガスと液体（冷却潤滑剤）の供給を受けて容器内でミストを生成する噴射器と、前記ミストを前記容器から導出する導管と、前記導管に連通されるとともにキャリアガスを供給することによって前記ミストを前記導管の導出方向に向かって加速するキャリアガス噴出口とから構成され、前記ミストを前記導管に接続された搬送流路を介してノズルもしくは工具のオイルホールから加工点に噴霧するようになっている。

40

【0007】

図 7 は、上述のミスト生成装置の特性曲線と搬送流路の抵抗曲線を併記した、いわゆるシステムカーブであり、ミスト生成装置が適正な運転条件で運転されている場合の一例を示す。

【0008】

図 7 において、実線の曲線は、噴射器へのガス供給圧力を P_1 、キャリアガス噴出口へのキャリアガス供給圧力を P_2 とした場合における、ミスト生成装置の吐出し風量と容器内圧力（吐出し圧力）の関係を示すミスト生成装置の特性曲線 A_1 を示す。また、破線の曲線は、搬送流路の風量と圧力損失の関係を示したもので、流路とノズルまたは工具のオイルホールの抵抗を合成した抵抗曲線 R_1 を示す。

50

【 0 0 0 9 】

ミスト生成装置の運転点は、特性曲線 A_1 と抵抗曲線 R_1 のバランスポイントである交点（運転点 C_1 ）となり、ミスト生成装置の容器内圧力は P_3 、ミスト生成装置から吐出されるミスト風量は Q_1 となる。また、噴射器から容器内に噴射されるミスト風量は、想像線の曲線（キャリアガス噴出口へのキャリアガス供給圧力が 0 の場合の特性曲線）と容器内圧力 P_3 の交点の風量である Q_2 となる。ここで、風量差 $Q_1 - Q_2$ は、キャリアガス噴出口へのキャリアガスの供給によるミストの加速風量であり、この加速風量により、ノズルや工具のオイルホールからのミストの噴射速度を高めて、ミストの加工点への付着性を向上させるとともに切粉等の排除能力を増加させることができる。

【 0 0 1 0 】

10

【 発明が解決しようとする課題 】

しかしながら、従来のミスト生成装置を使用した実際の加工では、例えば小径ドリル等の搬送流路の抵抗が大きくなるような工具等を使用した最少量潤滑（MQL）加工にも適用できるように、適用範囲を拡げようとする、搬送流路の抵抗が大きくなるにつれて、十分なミスト吐出し量が得られなくなり、このため、適用範囲を拡げるにも一定の限度があるのが現状であった。

【 0 0 1 1 】

図 8 は、搬送流路の抵抗（抵抗曲線 R_2 ）が大きすぎる場合を示すもので、噴射器へのガス供給圧力 P_1 およびキャリアガス噴出口へのキャリアガス供給圧力 P_2 は、図 1 の場合と同一である。このとき、ミスト生成装置は、運転点 C_2 で運転され、ミスト生成装置の容器内圧力は P_3 、ミスト生成装置から吐出されるミスト風量および噴射器から容器内に噴射されるミスト風量は、同じく Q_3 となる。図 7 と図 8 を比較参照して判るように、この場合は、噴射器から容器内に噴射されるミスト風量 Q_3 が少なくなってしまう、これによって、噴射器で生成されるミストも濃度の薄い不十分なものとなる。従って、ミスト生成装置からのミスト（液体微粒子）吐出し量（噴射器から容器内に噴射されるミスト風量と濃度の積）が非常に少なくなってしまう、冷却能力や潤滑能力が極端に低下するという問題が発生する。

20

【 0 0 1 2 】

このような場合、例えば、ノズルの吐出口径または工具のオイルホール径を大きくして搬送流路の抵抗を減少させることができれば問題はないが、小径ドリル等の外径の細い工具の場合は、寸法の制約があるためオイルホール径を大きくすることが困難である。そのため、小径ドリル等に対しては、最少量潤滑（MQL）加工が適用できない場合が多かった。

30

【 0 0 1 3 】

本発明は上記事情に鑑みて為されたもので、小径ドリル等の最少量潤滑（MQL）加工を可能にしたミスト生成装置を提供することを目的とする。

【 0 0 1 4 】

【 課題を解決するための手段 】

上記目的を達成するため本発明のミスト生成装置は、ガス供給源からのガスと容器内の液体の供給を受けてミストを生成し容器内に噴射する噴射器と、前記容器内の前記ミストを前記容器から導出する導管とを備えたミスト生成装置において、前記噴射器の下流側に、液体の供給を受けてミストを発生する補助ミスト発生部を設けたことを特徴とする。

40

【 0 0 1 5 】

ミスト生成装置を上記のように構成することにより、補助ミスト発生部でガスの流速に依存することなく液体のみによってミストを発生させて工具等に供給することで、搬送流路の抵抗が過大な場合でも、工具等に供給されるミストの量を増加させることができる。

【 0 0 1 6 】

前記ミスト生成装置においては、絞り機構と弁装置を介して前記空間内の圧力を大気に逃がす内圧減圧手段を更に有することが好ましい。

図 2 は、図 8 に示す場合と同様に、搬送流路の抵抗が大きすぎる場合に、内圧減圧手段に

50

より容器内の圧力を減圧した時のミスト生成装置の特性曲線と搬送流路の抵抗曲線を併記したシステムカーブを示す。噴射器へのガス供給圧力 P_1 、キャリアガス噴出口へのキャリアガス供給圧力 P_2 および搬送流路の抵抗(抵抗曲線 R_2)は、図8に示す場合と同一である。また、図中の抵抗曲線 R_3 は、前記内圧減圧手段の抵抗と搬送流路の抵抗(抵抗曲線 R_2)を合成した合成抵抗曲線である。このとき、ミスト生成装置は、運転点 C_3 で運転され、ミスト生成装置の容器内圧力は P_4 、噴射器から容器内に噴射されるミスト風量は Q_4 である。また、ミスト生成装置から搬送流路を通して、例えば小径ドリル等の工具のオイルホールより噴射されるミスト風量は、ミスト生成装置の容器内圧力 P_4 と抵抗曲線 R_2 との交点の風量 Q_5 となる。ここで、風量差 $Q_4 - Q_5$ は、前記内圧減圧手段から容器外に放出されるガスの風量である。

10

【0017】

図2と図8を比較参照すると、図2の場合、ミスト生成装置から搬送流路を通して小径ドリル等の工具のオイルホールより噴射されるミスト風量 Q_5 は、図8の場合より若干減少するが、噴射器から容器内に噴射されるミスト風量 Q_4 は大きくなり、噴射器から濃度の濃い有効なミストが生成される。そこに、補助ミスト発生部で発生したミストが追加され、さらに高濃度のミストが得られる。その結果、ミスト生成装置から搬送流路を通して、例えば小径ドリル等の工具のオイルホールより噴射されるミスト(液体微粒子)の吐出し量(ミスト生成装置から搬送流路を通して小径ドリル等の工具のオイルホールより噴射されるミスト風量と濃度の積)は著しく増加する。

【0018】

これによって、通常の小径ドリルのみならず、例えば深穴加工用の長尺物の小径ドリル等の加工に対しても、十分なミスト吐出し量を得られる。なお、容器内圧力の噴射器へのガス供給圧力に対する比率は、ミスト生成装置の特性により多少異なるが、およそ0.8~0.9に設定することが好ましい。

20

このようなミスト生成装置によれば、搬送流路の抵抗が大きすぎる場合でも、内圧減圧手段と補助ミスト発生部により高濃度の有効なミストが生成されるので、小径ドリル等の最少潤滑(MQL)加工を良好に行うことができる。

【0019】

前記補助ミスト発生部を前記導管に設けることが好ましい。このように、補助ミスト発生装置を導管に設けることで、補助ミスト発生部で発生したミストを導管の導出方向に向かって効率的に搬送することができる。また、粒径の大きなミストは容器内に落下し、粒径の小さいミストのみが搬送される。

30

【0020】

前記補助ミスト発生部を前記導管に接続されてミストを搬送するミスト搬送流路内に設けるようにしてもよい。これにより、既設のミスト生成装置に補助ミスト発生部を追加的に設けることができる。

前記補助ミスト発生部は、例えば、超音波振動子に高周波電圧を印加し共振点付近の発振周波数で加振させたホーンに、液体を滴下供給してミストを発生させるように構成されている。

前記補助ミスト発生部は、超音波振動子に高周波電圧を印加し共振点付近の発振周波数で加振させたホーンに、該ホーンに設けた貫通穴を通して液体を供給してミストを発生させるように構成されていてもよい。

40

【0021】

前記補助ミスト発生部へ容積形ポンプで液体を供給することが好ましい。これにより、簡単な構成で安価に製作することができる。

前記噴射器へのガス供給圧力を検知する圧力センサと前記容器内の圧力を検知する圧力センサとを備え、これらの圧力センサからの信号で、前記容器内の圧力が前記噴射器へのガス供給圧力に対して一定の比率または差圧の圧力まで上昇すると前記補助ミスト発生部が機能するように制御することが好ましい。これにより、搬送流路の抵抗が大きすぎて、容器内の圧力が噴射器へのガス供給圧力に対して一定の比率または差圧の圧力まで上昇した

50

ときに補助ミスト発生器が自動的に機能するようにすることで、使い勝手を向上させることができる。

【0022】

前記噴射器への前記ガス供給圧力と前記容器内の圧力との差圧を検知する差圧スイッチを備え、前記容器内の圧力が前記噴射器へのガス供給圧力に対して一定の差圧の圧力まで上昇すると前記補助ミスト発生部が機能するように制御するようにしてもよい。これによっても、搬送流路の抵抗が大きすぎて、容器内の圧力が噴射器へのガス供給圧力に対して一定の差圧の圧力まで上昇した時に、補助ミスト発生器が自動的に機能するようにすることで、使い勝手を向上させることができる。

【0023】

前記内圧減圧手段の前記弁装置は、前記噴射器へのガス供給圧力と前記容器内の圧力をパイロット圧として、前記容器内の圧力が前記噴射器への前記ガス供給圧力に対して一定の比率または差圧の圧力まで上昇すると開くようにしたパイロット切換弁からなることが好ましい。

【0024】

これにより、搬送流路の抵抗が大きすぎて、容器内の圧力が噴射器へのガス供給圧力に対して一定の比率または差圧の圧力まで上昇した場合は、パイロット切換弁が機械的に開いて内圧減圧手段が機能し、その他の場合は、容器内の圧力が噴射器へのガス供給圧力に対して一定の比率または差圧の圧力まで上昇しないので、パイロット切換弁が開かず内圧減圧手段が機能しないようにすることができる。従って、簡単な構成で安価に、搬送流路の抵抗が大きすぎる場合に自動的に内圧減圧手段を機能させることができる。

【0025】

前記内圧減圧手段の前記弁装置は、前記噴射器へのガス供給圧力を検知する圧力センサと前記容器内の圧力を検知する圧力センサからの信号で、前記容器内の圧力が前記噴射器への前記ガス供給圧力に対して一定の比率または差圧の圧力となるように制御される制御弁であってもよい。

【0026】

これによっても、搬送流路の抵抗が大きすぎて、容器内の圧力が噴射器へのガス供給圧力に対して一定の比率または差圧の圧力まで上昇したときに、内圧減圧手段の弁装置が開いて内圧減圧手段が機能し、容器内の圧力が下降すると内圧減圧手段の弁装置が閉じて容器内の圧力が噴射器へのガス供給圧力に対して一定の比率または差圧の圧力となるように制御することができる。従って、搬送流路の抵抗が大きすぎる場合に、容器内部を、自動的に精度良く適正な圧力に維持することができる。

【0027】

内圧減圧手段の前記弁装置は、前記噴射器へのガス供給圧力と前記容器内の圧力との差圧を検知する差圧スイッチからの信号で、前記容器内の圧力が前記噴射器へのガス供給圧力に対して一定の差圧の圧力まで上昇すると開く開閉弁であってもよい。

【0028】

これによっても、搬送流路の抵抗が大きすぎて、容器内の圧力が噴射器へのガス供給圧力に対して一定の差圧の圧力まで上昇したときに、内圧減圧手段の弁装置が開いて内圧減圧手段が機能し、容器内の圧力が下降すると内圧減圧手段の弁装置が閉じて容器内の圧力が噴射器へのガス供給圧力に対して一定の差圧を有する圧力となるように制御することができる。従って、搬送流路の抵抗が大きすぎる場合に、容器内部を、自動的に適正な圧力に維持することができる。

【0029】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態例を図面に基づいて説明する。

図1は、本発明の第1の実施の形態のミスト生成装置の概略構成を示す図である。このミスト生成装置は、例えばオイルのような液体冷却潤滑剤を供給する液体供給源（オイル源）2をその下部に収容する容器1を有している。この容器1は、カバー3によって覆われ

10

20

30

40

50

た圧力容器として構成されている。

【0030】

オイル源2の上方に形成された容器1の空間4には、噴射器11がカバー3に固設して設けられており、加圧空気(ガス)とオイル(液体)の供給を受けて噴射器11から噴射されたミストが滞留するようになっている。噴射器11への加圧空気(ガス)の供給は、ガス供給路5を介して行われる。加圧空気が、噴射器11内に設けられた絞り部12を通過したとき、断面積が拡大する結果として吸引力が発生し、この吸引力によってオイルが液体供給路7を介してオイル源2から噴射器11に吸引される。

【0031】

噴射器11は、その出口13において、加圧空気とオイルを混合しミストとして噴射する。噴射器11の出口13の下側には、円錐形状の偏向体14が配置されており、この偏向体14の表面は、複数の連続する段差を有する段差構造に形成されている。この偏向体14は、円錐形状の頂部が噴射器11の出口13に対向して設けられており、ロッド15、取付け板16を介して、吊下げロッド17によりカバー3から吊り下げ保持されている。カバー3には、空間4内のミストを容器1から導出するための導管9と、導管9に連通されるキャリアガス噴出口8が設けられている。キャリアガス噴出口8への加圧空気(キャリアガス)の供給は、キャリアガス供給路6を介して行われ、キャリアガス噴出口8から噴出された加圧空気は、空間4のミストを導管9の導出方向に向かって加速する。なお、導管9およびキャリアガス噴出口8は、複数設けてもよい。

10

【0032】

オイル源2から噴射器11へ延びる液体供給路7には流量計10が設けられており、この流量計10には、流量指示部10aと逆流防止機構10bが備えられている。また、噴射器11には、液体供給路7から供給されたオイルの流量を調整するための可変絞り弁18が設けられている。

20

【0033】

このように、流量計10に逆流防止機構10bを備えることで、ミスト生成装置の停止時に液体供給路7中のオイルがオイル源2に戻ることを防止して、液体供給路7を常にオイルで満たされた状態にすることができる。更に、可変絞り弁18を噴射器11に設けことで、ミスト生成装置の運転開始時に、この始動後瞬時にミストを発生させることができる。なお、噴射器11への液体供給手段は、上記流量計10および可変絞り弁18の代わりに流量制御可能な定量ポンプとして構成してもよい。

30

【0034】

噴射器11へのガス(加圧空気)の供給は、ガス供給源(加圧空気供給源)20から延び、内部にフィルタ21、減圧弁22、圧力計23、2ポート電磁弁24及びチェック弁25を設置したガス供給路5を介して行われる。なお、2ポート電磁弁24は、ミスト生成装置の運転及び停止を操作するためのものであり、用途に応じて2ポート手動弁としてもよい。キャリアガス噴出口8へのキャリアガス(加圧空気)の供給は、2ポート電磁弁24とチェック弁25との間でガス供給路5から分岐し、内部に定比減圧弁28及びチェック弁29を設置したキャリアガス供給路6を介して行われる。

【0035】

ここで、前記減圧弁22は、ガス供給源20から噴射器11へ供給するガス(加圧空気)の二次側圧力を制御する役割を果たし、前記定比減圧弁28は、ガス供給源20からキャリアガス噴出口8に供給するキャリアガス(加圧空気)の二次側圧力を制御する役割を果たす。そして、この定比減圧弁28は、減圧弁22の二次側圧力を一定の比率、例えば0.5~0.7程度に減圧した圧力に二次側圧力を制御するように構成されている。

40

【0036】

これにより、噴射器11へのガス供給圧力の変更に伴ってキャリアガス噴出口8へのキャリアガス供給圧力が自動的に適正な圧力(ガス供給圧力を一定の比率で減圧した圧力)となるので、キャリアガス噴出口8へのキャリアガス供給圧力の煩雑な調整が不要となり、ミスト生成装置の使い勝手を向上させることができる。また、これによって、キャリアガ

50

ス噴出口 8 へのキャリアガス供給圧力の誤設定による加工不良をなくすることができる。

【0037】

カバー 3 の上側には、容器 1 内の圧力を減圧する内圧減圧手段 30、圧力計 41 及び給油用止め弁 42 が設置されている。内圧減圧手段 30 は、フィルタ 31 と、空間 4 のミストを可変絞り弁 32 を介してフィルタ 31 に導く減圧流路 33 と、フィルタ 31 によりミストから分離された空気を放出する排気口 31a と、フィルタ 31 によりミストから分離されたオイルを一時貯留する貯留部 31b と、ミスト生成装置の停止時に貯留部 31b 内のオイルを容器 1 内に戻すチェック弁 34 を備えた戻り流路 35 とから構成されている。

【0038】

内圧減圧手段 30 の排気口 31a には、噴射器 11 へのガス（加圧空気）供給圧力と容器 1 の内圧をパイロット圧として、容器 1 の内圧が噴射器 11 へのガス供給圧力に対して所定の比率まで上昇すると開くように構成されたパイロット切換弁 38 およびサイレンサ 37 が接続されている。なお、減圧流路 33 の可変絞り弁 32 は固定絞りとしてもよい。

10

【0039】

このように、容器 1 内の圧力を減圧する内圧減圧手段 30 を備え、搬送流路の抵抗が大きすぎる場合に、内圧減圧手段 30 により容器 1 内の圧力を減圧することで、下記のように、ミスト生成装置から搬送流路を通して、例えば小径ドリル等の工具のオイルホールより噴射されるミスト吐出し量を増加させて、小径ドリル等の加工に対して十分なミスト吐出し量を得るようにすることができ、これによって、小径ドリル等の最少量潤滑（MQL）加工を良好に行うことができる。

20

【0040】

導管 9 の側部には、該導管 9 に向けて開口し、他を閉塞したオイル滴下室 76 が設けられている。そして、このオイル滴下室 76 の内部に、ミスト発生用の超音波振動子 71 と、この超音波振動子 71 と一体に形成されたホーン 72 を有する補助ミスト発生部 75 の該ホーン 72 が上方に向けて配置されている。更に、オイル滴下室 76 には、ホーン 72 の上方に位置して、オイル滴下口 73 が備えられ、このオイル滴下口 73 は、容積形ポンプ 63 の吐出口から延び、内部にチェック弁 65 を設置した流体吐出し管 64 に接続されている。この容積形ポンプ 63 の吸込口には、容器 1 の底部から延びる吸込み管 62 が接続されている。

30

【0041】

これにより、容積形ポンプ 63 を始動して、容器 1 内の液体（オイル）をオイル滴下口 73 に導いて、このオイル滴下口 73 からホーン 72 の上面に向けて滴下し、同時に超音波振動子 71 に発振器（図示しない）から高周波電圧を印加してホーン 72 を加振すると、ホーン 72 の上面に滴下されたオイルは、超音波振動子 71 からホーン 72 に伝達された超音波により表面張力を振り切って微細なミストとなって浮遊し、上流側からのミストに混入して導管 9 から導出されるようになっている。

40

【0042】

このように、噴射器 11 の下流側に、液体（オイル）の供給を受けてミストを発生する補助ミスト発生部 75 を設け、この補助ミスト発生部 75 で、ガス（加圧空気）の流速に依存することなく液体のみによってミストを発生させて工具等に供給することで、搬送流路の抵抗が過大な場合でも、工具等に供給されるミストの量を増加することができる。

【0043】

このような構成のミスト生成装置を工作機械の工具や被加工物の冷却や潤滑のために使用する際には、導管 9 に搬送流路 50 を接続して、この搬送流路 50 を介してノズルもしくは工具のオイルホールからミストを噴射させる。この図 1 に示す例では、作用を理解し易くするために、さらに、搬送流路 50 を 3 つの分岐流路 52a, 52b, 52c に分岐し、それぞれの分岐流路 52a, 52b, 52c に設けた 2 ポート切換弁 51a, 51b, 51c によって、用途に応じて分岐流路 52a, 52b, 52c を選択使用できるようにした例を示している。このことは、以下の各例においても同様である。

【0044】

50

つまり、分岐流路 5 2 a の他端は、ノズル 5 3 に接続されており、工作機械の主軸 5 5 a に取り付けられた、例えば、フライスカッター 5 4 a の加工点に向けてノズル 5 3 の先端 5 3 a からミスト 5 8 a を噴射できるようになっている。また、分岐流路 5 2 b の他端は、ロータリジョイント 5 6 b に接続されており、工作機械の中空主軸 5 5 b を介して、例えば、外径 10 ~ 50 mm 程度のドリル 5 4 b (オイルホールの流路抵抗が適正範囲のもの) のオイルホール 5 7 b からミスト 5 8 b を加工点に噴射できるようになっている。更に、分岐流路 5 2 c の他端は、ロータリジョイント 5 6 c に接続されており、工作機械の中空主軸 5 5 c を介して、例えば、外径 10 mm 以下のような小径ドリル 5 4 c (オイルホールの流路抵抗が過大なもの) のオイルホール 5 7 c からミスト 5 8 c を加工点に噴射できるようになっている。

10

【0045】

次に、上記構成のミスト生成装置において、最初に、ドリル 5 4 b を使用して加工を行う場合について説明する。まず、ミスト生成装置の運転に先立って、2ポート切換弁 5 1 b を開き、導管 9 から吐出されたミストが、搬送流路 5 0、2ポート切換弁 5 1 b、分岐流路 5 2 b、ロータリジョイント 5 6 b、中空主軸 5 5 b を経由して、ドリル 5 4 b のオイルホール 5 7 b から噴射できるようにしておく。オイルホールの流路抵抗が適正範囲の、例えば外径 10 ~ 50 mm 程度のドリル 5 4 b では、噴射器 1 1 への加圧空気の供給圧力 (ガス供給圧力) は、経験的に 0.5 ~ 0.7 MPa 程度が適当であり、例えば、減圧弁 2 2 の二次側圧力が 0.6 MPa になるように減圧弁 2 2 を設定しておく。

【0046】

ここで、2ポート電磁弁 2 4 を開いてミスト生成装置を運転すると、減圧弁 2 2 で設定した圧力の加圧空気 (ガス) がガス供給路 5 を介して噴射器 1 1 に流入するとともに、定比減圧弁 2 8 によって減圧弁 2 2 の二次側圧力に対して所定の比率の圧力に減圧された加圧空気 (キャリアガス) がキャリアガス供給路 6 を介してキャリアガス噴出口 8 に供給される。噴射器 1 1 に流入した加圧空気が絞り部 1 2 を通過したとき、断面積の拡大によって吸引力が発生し、この吸引力によってオイルが液体供給路 7 を介してオイル源 2 から噴射器 1 1 に吸引される。噴射器 1 1 は、その出口 1 3 において加圧空気とオイルを混合してミストとして噴射する。噴射されたミストのうち微細な粒子径のミストは、空間 4 内に浮遊し、比較的粒径の大きなものは、偏向体 1 4 の段差構造を有する表面に衝突して付着する。

20

30

【0047】

噴射器 1 1 から噴射されたミストの流れは、段差構造を有する偏向体 1 4 の表面の上を高速で流れるので、偏向体 1 4 の表面に付着したオイルフィルムを細かく分断して霧化し微細な粒子径のミストを生成する。したがって、粒子径分布が非常に小さい径に高い密度で集中しているミストが生成される。生成されるミスト (液体微粒子) の量は、流量計 1 0 の指示値を見ながら可変絞り弁 1 8 を調整して噴射器 1 1 に流入するオイルの流量を制御することによって変更することができ、加工に必要な最少量で使用される。導管 9 から吐出されたミストの移送は、容器 1 の内圧を介して行われ、キャリアガス噴出口 8 から噴出された加圧空気 (キャリアガス) は、空間 4 のミストを導管 9 の導出方向に向かって加速する。

40

【0048】

この場合のシステムカーブは、図 7 に示すようになり、ミスト生成装置は、適正な運転点で運転され、導管 9 から十分な風量と濃度のミストが吐出され、搬送流路 5 0、2ポート切換弁 5 1 b、分岐流路 5 2 b、ロータリジョイント 5 6 b、中空主軸 5 5 b を経由して、ドリル 5 4 b のオイルホール 5 7 b からミスト 5 8 b が加工点に噴射され良好な加工が行える。

加工終了後、2ポート電磁弁 2 4 を閉じてミスト生成装置を停止させ、その後、2ポート切換弁 5 1 b を閉じて分岐流路 5 2 b を遮断する。

【0049】

続いて、ノズル 5 3 を使用した外部噴霧により加工を行う場合について説明する。この場

50

合は、ミスト生成装置の運転に先立って、2ポート切換弁51aを開き、導管9から吐出されたミストが、搬送流路50、2ポート切換弁51a、分岐流路52aを經由して、ノズル53の先端53aから噴射できるようにしておく。ノズル53を使用した外部噴霧では、噴射器11への加圧空気(ガス)の供給圧力は、経験的に0.2~0.4MPa程度が適当であり、例えば、減圧弁22の二次側圧力が0.3MPaになるように減圧弁22の設定を変更する。なお、ノズル53は、流路抵抗が適正なものが選定されているものとする。

【0050】

ここで、2ポート電磁弁24を開いてミスト生成装置を運転すると、減圧弁22で設定した圧力の加圧空気がガス供給路5を介して噴射器11に流入しミストが生成される。このとき、キャリアガス噴出口8に供給される加圧空気は、定比減圧弁28によって自動的に減圧弁22の二次側圧力に対して所定の比率に減圧された圧力となるので、減圧弁22の設定変更にもなうキャリアガス噴出口8への加圧空気供給圧力の煩雑な調整が不要であり、誤設定による加工不良もなくなる。この場合のシステムカーブも図7に示すようになり、ミスト生成装置は、適正な運転点で運転され、導管9から十分な風量と濃度のミストが吐出され、搬送流路50、2ポート切換弁51a、分岐流路52aを經由して、ノズル53の先端53aからミスト58aがフライスカッター54aの加工点に噴射され良好な加工が行える。

加工終了後、2ポート電磁弁24を閉じてミスト生成装置を停止させ、その後、2ポート切換弁51aを閉じて分岐流路52aを遮断する。

【0051】

最後に、小径ドリル54cを使用して加工を行う場合について説明する。この場合は、ミスト生成装置の運転に先立って、2ポート切換弁51cを開き、導管9から吐出されたミストが、搬送流路50、2ポート切換弁51c、分岐流路52c、ロータリジョイント56c、中空主軸55cを經由して、小径ドリル54cのオイルホール57cから噴射できるようにしておく。小径ドリル54cのような外径約10mm以下のドリルでは、噴射器11への加圧空気の供給圧力は、経験的に0.6~0.9MPa程度が適当であり、例えば、減圧弁22の二次側圧力が0.8MPaになるように減圧弁22の設定を変更する。

【0052】

ここで、2ポート電磁弁24を開き、同時に超音波振動子71に発振器(図示しない)から高周波電圧を印加してホーン72を加振するとともに、容積形ポンプ63を始動してミスト生成装置を運転する。すると、減圧弁22で設定した圧力の加圧空気(ガス)がガス供給路5を介して噴射器11に流入しミストが生成される。この時、定比減圧弁28によって自動的に、減圧弁22の二次側圧力に対して、例えば0.5~0.7程度の所定の比率の圧力に減圧された加圧空気(キャリアガス)がキャリアガス噴出口8に供給されるので、容器1の内圧がその圧力まで急速に上昇する。その後、容器1の内圧が更に上昇し、噴射器11への加圧空気(ガス)供給圧力に対して所定の比率の圧力に到達すると、自動的にパイロット切換弁38が開いて内圧減圧手段30が機能し、容器1の内圧が適正な圧力に維持される。

【0053】

容積形ポンプ63から吐出されたオイルは、オイル滴下口73からホーン72に滴下し、超音波振動子71からホーン72に伝達された超音波により表面張力を振り切って微細なミストとなり浮遊して上流側からのミストに混入して導管9から導出される。噴射器11から空間4に噴射されたミストの一部は、内圧減圧手段30の減圧流路33を通過して可変絞り弁32に至り、大気圧近くまで減圧されてフィルタ31に導かれる。ミストは、フィルタ31で空気とオイルに分離され、分離された空気は、排気口31a、パイロット切換弁38を通過してサイレンサ37から放出される。また、フィルタ31で分離されたオイルは、ミスト生成装置運転中はフィルタ31の貯留部31bに貯留される。噴射器11から空間4に噴射された残りのミストは、ホーン72で発生したミストとともに導管9から吐出され、搬送流路50、2ポート切換弁51c、分岐流路52c、ロータリジョイント5

10

20

30

40

50

6 c、中空主軸 5 5 c を経由して、小径ドリル 5 4 c のオイルホール 5 7 c から噴射される。

【0054】

この場合のシステムカーブは、図 2 に示すようになる。図 2 中の、 P_1 は、噴射器 1 1 への加圧空気（ガス）供給圧力、 P_2 は、キャリアガス噴出口 8 への加圧空気（キャリアガス）供給圧力、抵抗曲線 R_2 は、小径ドリル 5 4 c のオイルホール 5 7 c の抵抗を含む搬送流路全体の抵抗曲線、抵抗曲線 R_3 は、内圧減圧手段 3 0 の流路抵抗と抵抗曲線 R_2 を合成した合成抵抗曲線である。このとき、ミスト生成装置は、実線の曲線で示されたミスト生成装置の特性曲線 A_2 と抵抗曲線 R_3 の交点（運転点 C_3 ）で運転される。 P_4 は、容器 1 の内圧であり、内圧減圧手段 3 0 によって噴射器 1 1 への加圧空気供給圧力に対して、例えば 0.8 ~ 0.9 程度の所定の比率の圧力になるように維持される。噴射器 1 1 から空間 4 に噴射されるミスト風量は Q_4 となる。また、導管 9 から搬送流路 5 0、2 ポート切換弁 5 1 c、分岐流路 5 2 c、ロータリジョイント 5 6 c、中空主軸 5 5 c を経由して、小径ドリル 5 4 c のオイルホール 5 7 c から噴射されるミスト風量は、容器 1 の内圧 P_4 と抵抗曲線 R_2 との交点の風量 Q_5 となる。ここで、風量 $Q_4 - Q_5$ は内圧減圧手段 3 0 から放出される空気の風量である。

10

【0055】

このように、流路抵抗が過大な小径ドリル 5 4 c の場合でも、内圧減圧手段 3 0 で適正な内圧にすることによって、噴射器 1 1 から空間 4 に噴射されるミスト風量 Q_4 を大きくすることができ、濃度の濃い有効なミストが生成される。さらに、ホーン 7 2 で発生したミストが追加されるので高濃度のミストが得られる。その結果、導管 9 から搬送流路 5 0、2 ポート切換弁 5 1 c、分岐流路 5 2 c、ロータリジョイント 5 6 c、中空主軸 5 5 c を経由して、小径ドリル 5 4 c のオイルホール 5 7 c から噴射されるミスト（液体微粒子）吐出し量（導管 9 から搬送流路 5 0、2 ポート切換弁 5 1 c、分岐流路 5 2 c、ロータリジョイント 5 6 c、中空主軸 5 5 c を経由して、小径ドリル 5 4 c のオイルホール 5 7 c から噴射されるミスト風量と濃度の積）は著しく増加する。これによって、小径ドリル 5 4 c 等の加工に対して十分なミスト吐出し量がえられる。

20

【0056】

なお、定比減圧弁 2 8 の二次側圧力は、減圧弁 2 2 の二次側圧力に対して所定の比率の圧力に減圧されるが、容器 1 の内圧は、定比減圧弁 2 8 の二次側圧力より高く設定されているので、始動直後の過渡時の後は、チェック弁 2 9 が閉じた状態となり、キャリアガス噴出口 8 に加圧空気は供給されない。すなわち、始動時は急速に立ち上がり、その後は、小径ドリル 5 4 c のオイルホール 5 7 c の径が非常に小さいので、少量のミスト風量で十分なミスト噴射速度がえられキャリアガス噴出口 8 からの加速風量を必要としない状態となる。

30

【0057】

加工終了後、2 ポート電磁弁 2 4 を閉じるとともに、超音波振動子 7 1 および容積形ポンプ 6 3 を停止してミスト生成装置の運転を止め、その後、2 ポート切換弁 5 1 c を閉じて分岐流路 5 2 c を遮断する。このとき、サイレンサ 3 7 から容器 1 内の圧力が抜け、内圧減圧手段 3 0 のチェック弁 3 4 が開いて、フィルタ 3 1 の貯留部 3 1 b 内のオイルが、チェック弁 3 4、戻り流路 3 5 を通って容器 1 流入し、滴下してオイル源 2 に戻される。

40

【0058】

図 3 は、本発明の第 2 の実施の形態のミスト生成装置の概略構成を示す図である。図 3 において、図 1 と同一符号を付した部分は同一または相当部分を示す。このことは、以下の実施の形態においても同様である。この実施の形態のミスト生成装置は、オイル源 2 から噴射器 1 1 へ延びる液体供給路 7 に比例流量制御弁 1 9 を備えており、遠隔操作によりオイルの流量を制御できるようになっている。

【0059】

噴射器 1 1 への加圧空気（ガス）の供給は、加圧空気供給源（ガス供給源）2 0 から延び、内部にフィルタ 2 1、比例圧力制御弁 4 4 及びチェック弁 2 5 を設置したガス供給路 5

50

を通して行われる。このガス供給路 5 の比例圧力制御弁 4 4 の下流側には、圧力センサ 4 6 及び圧力計 2 3 が備えられている。キャリアガス噴出口 8 への加圧空気（キャリアガス）の供給は、フィルタ 2 1 と比例圧力制御弁 4 4 との間でガス供給路 5 から分岐し、内部に比例圧力制御弁 4 5 及びチェック弁 2 9 を設置したキャリアガス供給路 6 を介して行われる。

【0060】

ここで、前記比例圧力制御弁 4 4 は、ガス供給源 2 0 から噴射器 1 1 へ供給するガス（加圧空気）の二次側圧力を制御する役割を果たし、前記比例圧力制御弁 4 5 は、ガス供給源 2 0 からキャリアガス噴出口 8 に供給するキャリアガス（加圧空気）の二次側圧力を制御する役割を果たす。つまり、圧力センサ 4 6 により検知された圧力は、電気信号として別途設けられた制御盤（図示しない）に伝達され演算処理される。そして、前記制御盤は、比例圧力制御弁 4 5 の二次側圧力が比例圧力制御弁 4 4 の二次側圧力に対して所定の比率に減圧された圧力となるように比例圧力制御弁 4 5 を制御する。

10

【0061】

内圧減圧手段 3 0 の排気口 3 1 a には、2ポート電磁弁 3 6 が接続されており、カバー 3 の上側には、容器 1 の内圧を検知する圧力センサ 4 7 が備えられている。別途設けられた制御盤（図示しない）は、圧力センサ 4 6 , 4 7 からの信号を演算処理することによって、容器 1 の内圧が噴射器 1 1 への加圧空気（ガス）供給圧力に対して所定の比率、例えば 0 . 8 ~ 0 . 9 程度の圧力を越えると開き、それ以下の圧力では閉じているように 2 ポート電磁弁 3 6 を制御して、搬送流路の抵抗が過大な場合は自動的に容器 1 の内圧を適正な圧力に減圧するようになっている。

20

【0062】

外径 1 0 mm 以下のような小径ドリル 5 4 c（オイルホールの流路抵抗が過大なもの）に接続される分岐流路 5 2 c の途中には、補助ミスト発生装置 7 5 a が配置されている。この補助ミスト発生装置 7 5 a は、分岐流路 5 2 c に直列に接続された中空の接続室 7 0 を有し、この接続室 7 0 の内部に、ミスト発生用の超音波振動子 7 1 と、この超音波振動子 7 1 と一体に形成されたホーン 7 2 を有する補助ミスト発生部 7 5 a の該ホーン 7 2 が上方に向けて配置されている。更に、ホーン 7 2 の内部には、上下に貫通して延び、ホーン 7 2 の上面に開口する液体供給用の貫通穴 7 4 が設けられ、この貫通穴 7 4 の下端に、容積形ポンプ 6 3 の吐出口に接続され、内部にチェック弁 6 5 が設置した液体吐出し管 6 4 が接続されている。

30

【0063】

これによって、容積形ポンプ 6 3 の駆動に伴って、液体（オイル）がホーン 7 2 の上面に供給され、同時に超音波振動子 7 1 に発振器（図示しない）から高周波電圧を印加してホーン 7 2 を加振することで、ホーン 7 2 上のオイルは、超音波振動子 7 1 からホーン 7 2 に伝達された超音波により表面張力を振り切って微細なミストとなって浮遊し、分岐流路 5 2 c を通って小径ドリル 5 4 c に供給されるようになっている。

【0064】

ここで、この例では、別途設けられた制御盤（図示しない）は、圧力センサ 4 6 , 4 7 からの信号を演算処理し、容器 1 の内圧が噴射器 1 1 への加圧空気供給圧力に対して、例えば 0 . 8 ~ 0 . 9 倍の所定の比率の圧力を越えたときに、超音波振動子 7 1 及び容積形ポンプ 6 3 に信号を送って該超音波振動子 7 1 及び容積形ポンプ 6 3 が作動し、それ以下の圧力では、超音波振動子 7 1 及び容積形ポンプ 6 3 が停止しているように制御し、これによって、搬送流路の抵抗が過大な場合に、超音波振動子 7 1 と容積形ポンプ 6 3 が自動的に作動するようになっている。

40

【0065】

この実施の形態のミスト発生装置において、最初に、ドリル 5 4 b を使用して加工を行う場合について説明する。まず、ミスト生成装置の運転に先立って、2ポート切換弁 5 1 b を開き、導管 9 から吐出されたミストが、搬送流路 5 0、2ポート切換弁 5 1 b、分岐流路 5 2 b、ロータリジョイント 5 6 b、中空主軸 5 5 b を経由して、ドリル 5 4 b のオイ

50

ルホール 5 7 b から噴射できるようにしておく。

【 0 0 6 6 】

ここで、制御盤（図示しない）から比例圧力制御弁 4 4 にドリル 5 4 b 用の設定圧力、例えば、0 . 6 M P a に対応する電気信号を出力すると、比例圧力制御弁 4 4 が作動して、比例圧力制御弁 4 4 にドリル 5 4 b 用に設定した圧力の加圧空気がガス供給路 5 を介して噴射器 1 1 に流入しミストが生成される。このとき、キャリアガス噴出口 8 に供給される加圧空気は、制御盤（図示しない）により比例圧力制御弁 4 5 が制御されて、自動的に比例圧力制御弁 4 4 の二次側圧力に対して所定の比率に減圧された圧力となるので、ミスト生成装置は適正な運転点で運転され、導管 9 から十分な風量と濃度のミストが吐出され、搬送流路 5 0、2 ポート切換弁 5 1 b、分岐流路 5 2 b、ロータリジョイント 5 6 b、中空主軸 5 5 b を経由して、ドリル 5 4 b のオイルホール 5 7 b からミスト 5 8 b が加工点に噴射され良好な加工が行える。

10

加工終了後、比例圧力制御弁 4 4 への信号出力を O F F にしてミスト生成装置を停止させ、その後、2 ポート切換弁 5 1 b を閉じて分岐流路 5 2 b を遮断する。

【 0 0 6 7 】

続いて、ノズル 5 3 を使用した外部噴霧により加工を行う場合について説明する。この場合は、ミスト生成装置の運転に先立って、2 ポート切換弁 5 1 a を開き、導管 9 から吐出されたミストが、搬送流路 5 0、2 ポート切換弁 5 1 a、分岐流路 5 2 a を経由して、ノズル 5 3 の先端 5 3 a から噴射できるようにしておく。

20

【 0 0 6 8 】

ここで、制御盤（図示しない）から比例圧力制御弁 4 4 にノズル 5 3 用の設定圧力、例えば、0 . 3 M P a に対応する電気信号を出力すると、比例圧力制御弁 4 4 が作動して、比例圧力制御弁 4 4 にノズル 5 3 用に設定した圧力の加圧空気がガス供給路 5 を介して噴射器 1 1 に流入しミストが生成される。このとき、キャリアガス噴出口 8 に供給される加圧空気は、制御盤（図示しない）により比例圧力制御弁 4 5 が制御されて、自動的に比例圧力制御弁 4 4 の二次側圧力に対して所定の比率に減圧された圧力となるので、ミスト生成装置は適正な運転点で運転され、導管 9 から十分な風量と濃度のミストが吐出され、搬送流路 5 0、2 ポート切換弁 5 1 a、分岐流路 5 2 a を経由して、ノズル 5 3 の先端 5 3 a からミスト 5 8 a がフライスカッター 5 4 a の加工点に噴射され良好な加工が行える。

30

加工終了後、比例圧力制御弁 4 4 への信号出力を O F F にしてミスト生成装置を停止させ、その後、2 ポート切換弁 5 1 a を閉じて分岐流路 5 2 a を遮断する。

【 0 0 6 9 】

最後に、小径ドリル 5 4 c を使用して加工を行う場合について説明する。この場合は、ミスト生成装置の運転に先立って、2 ポート切換弁 5 1 c を開き、導管 9 から吐出されたミストが、搬送流路 5 0、2 ポート切換弁 5 1 c、分岐流路 5 2 c、ロータリジョイント 5 6 c、中空主軸 5 5 c を経由して、小径ドリル 5 4 c のオイルホール 5 7 c から噴射できるようにしておく。

【 0 0 7 0 】

ここで、制御盤（図示しない）から比例圧力制御弁 4 4 に小径ドリル 5 4 c 用の設定圧力、例えば、0 . 8 M P a に対応する電気信号を出力すると、比例圧力制御弁 4 4 が作動して、比例圧力制御弁 4 4 に小径ドリル 5 4 c 用に設定した圧力の加圧空気がガス供給路 5 を介して噴射器 1 1 に流入しミストが生成される。このとき、制御盤（図示しない）により比例圧力制御弁 4 5 が制御されて、自動的に比例圧力制御弁 4 4 の二次側圧力に対して所定の比率の圧力に減圧された加圧空気がキャリアガス噴出口 8 に供給されるので、容器 1 の内圧がその圧力まで急速に上昇する。

40

【 0 0 7 1 】

その後、容器 1 の内圧が更に上昇し噴射器 1 1 への加圧空気供給圧力に対して所定の比率、例えば 0 . 8 ~ 0 . 9 程度の圧力に到達すると、制御盤（図示しない）からの指令によって 2 ポート電磁弁 3 6 が自動的に開いて内圧減圧手段 3 0 が機能し、容器 1 の内圧を適正な圧力に維持するとともに、補助ミスト発生装置 7 5 a の超音波振動子 7 1 と容積形ボ

50

ンプ 6 3 が作動してホーン 7 2 からミスが発生する。

【 0 0 7 2 】

これにより、ミス生成装置は適正な運転点で運転されて、噴射器 1 1 で濃度の濃い有効なミスが生成され、更に、ホーン 7 2 で発生したミスが追加されるので高濃度のミスが得られる。その結果、搬送流路 5 0、2 ポート切換弁 5 1 c、分岐流路 5 2 c、ロータリジョイント 5 6 c、中空主軸 5 5 c を経由して、小径ドリル 5 4 c のオイルホール 5 7 c から小径ドリル 5 4 c に対して十分な風量と濃度のミス 5 8 c が加工点に噴射され良好な加工が行える。

【 0 0 7 3 】

加工終了後、比例圧力制御弁 4 4 への信号出力を OFF にしてミス生成装置を停止させ、その後、2 ポート切換弁 5 1 c を閉じて分岐流路 5 2 c を遮断する。このとき、サイレンサ 3 7 から容器 1 内の圧力が抜け、内圧減圧手段 3 0 のチェック弁 3 4 が開いて、フィルタ 3 1 の貯留部 3 1 b 内のオイルが、チェック弁 3 4、戻り流路 3 5 を通って容器 1 内に流入し、滴下してオイル源 2 に戻される。

【 0 0 7 4 】

図 4 は、本発明の第 3 の実施の形態のオイルミス生成装置の概略構成を示す図である。この実施の形態のミス生成装置の図 1 に示すミス発生装置との相違は、以下の通りである。

【 0 0 7 5 】

すなわち、導管 9 の内部には、キャリアガス噴出口 8 の上方に位置して、補助ミス発生部を構成する一流体ノズル 6 1 がミスの導出方向に向けて配置されている。そして、この一流体ノズル（補助ミス発生部）6 1 は、空圧駆動プランジャポンプ 1 6 3 の吐出口から延び、内部にチェック弁 1 6 5 を設置した流体吐出し管 1 6 4 に接続され、このプランジャポンプ 1 6 3 の吸込口は、容器 1 から延びる液体吸込み管 1 6 2 に接続されている。

なお、図 5 に示すように、一流体ノズル 1 6 1 をミスの導出方向と直交する向きに配置してもよい。この場合、一流体ノズル 1 6 1 から噴射されたミスが導管 9 の内壁に衝突して、より細かいミスが得られる。

【 0 0 7 6 】

更に、このプランジャポンプ 1 6 3 の駆動部は、2 ポート電磁弁 2 4 とチェック弁 2 5 との間でガス供給路 5 から分岐し、噴射器 1 1 への加圧空気（ガス）供給圧力と容器 1 の内圧をパイロット圧として、容器 1 の内圧が噴射器 1 1 への加圧空気供給圧力に対して所定の比率まで上昇すると開くように構成されたパイロット切換弁 6 7 とパルスジェネレータ 6 8 とを内部に設置した補助ガス供給路 6 6 に接続されている。

【 0 0 7 7 】

これにより、容器 1 の内圧が噴射器 1 1 への加圧空気（ガス）供給圧力に対して、例えば 0 . 8 ~ 0 . 9 程度の所定の比率の圧力に到達すると、パイロット切換弁 6 7 が自動的に開いて空圧駆動プランジャポンプ 1 6 3 が作動し、このプランジャポンプ 1 6 3 の作動に伴って、液体（オイル）が一流体ノズル（補助ミス発生部）6 1 からミスとなって噴射され、この噴射したミスが、キャリアガス噴出口 8 へ供給されるキャリアガス（加圧空気）によって搬送流路 5 0 に運ばれるようになっている。

【 0 0 7 8 】

この実施の形態のオイルミス生成装置において、小径ドリル 5 4 c を使用して加工を行う場合について説明する。この場合は、ミス生成装置の運転に先立って、2 ポート切換弁 5 1 c を開き、導管 9 から吐出されたミスが、搬送流路 5 0、2 ポート切換弁 5 1 c、分岐流路 5 2 c、ロータリジョイント 5 6 c、中空主軸 5 5 c を経由して、小径ドリル 5 4 c のオイルホール 5 7 c から噴射できるようにしておく。

【 0 0 7 9 】

そして、2 ポート電磁弁 2 4 を開いてミス生成装置を運転すると、減圧弁 2 2 で設定した圧力の加圧空気（ガス）がガス供給路 5 を介して噴射器 1 1 に流入しミスが生成され

る。このとき、定比減圧弁 28 によって自動的に減圧弁 22 の二次側圧力に対して所定の比率の圧力に減圧された加圧空気がキャリアガス噴出口 8 に供給されるので、容器 1 の内圧がその圧力まで急速に上昇する。その後、容器 1 の内圧が更に上昇し、噴射器 11 への加圧空気供給圧力に対して所定の比率の圧力に到達すると、自動的にパイロット切換弁 38 が開いて内圧減圧手段 30 が機能し、容器 1 の内圧を適正な圧力に維持するとともに、パイロット切換弁 67 が開いて空圧駆動プランジャポンプ 163 が作動し、一流体ノズル 61 からミストが噴射される。

【0080】

すると、噴射器 11 から空間 4 に噴射されたミストの一部は、内圧減圧手段 30 の減圧流路 33 を通って可変絞り弁 32 に至り、大気圧近くまで減圧されてフィルタ 31 に導かれる。そして、ミストは、フィルタ 31 で空気とオイルに分離され、分離された空気は、排気口 31a、パイロット切換弁 38 を通ってサイレンサ 37 から放出される。また、フィルタ 31 で分離されたオイルは、ミスト生成装置運転中はフィルタ 31 の貯留部 31b 内に貯留される。一方、噴射器 11 から空間 4 に噴射された残りのミストは、一流体ノズル 61 で発生したミストとともに導管 9 から吐出され、搬送流路 50、2ポート切換弁 51c、分岐流路 52c、ロータリジョイント 56c、中空主軸 55c を経由して、小径ドリル 54c のオイルホール 57c から噴射される。

10

【0081】

これにより、ミスト生成装置は適正な運転点で運転されて、噴射器 11 で濃度の濃い有効なミストが生成され、更に、一流体ノズル 61 で発生したミストが追加されるので、高濃度のミストが得られる。その結果、導管 9 から搬送流路 50、2ポート切換弁 51c、分岐流路 52c、ロータリジョイント 56c、中空主軸 55c を経由して、小径ドリル 54c のオイルホール 57c から噴射されるミスト（液体微粒子）吐出し量（導管 9 から搬送流路 50、2ポート切換弁 51c、分岐流路 52c、ロータリジョイント 56c、中空主軸 55c を経由して、小径ドリル 54c のオイルホール 57c から噴射されるミスト風量と濃度の積）は著しく増加する。これによって、小径ドリル 54c 等の加工に対して十分なミスト吐出し量がえられる。

20

加工終了後、2ポート電磁弁 24 を閉じてミスト生成装置を停止させ、その後、2ポート切換弁 51c を閉じて分岐流路 52c を遮断する。

【0082】

図 6 は、本発明の第 4 の実施の形態のオイルミスト生成装置の概略構成を示す図である。この実施の形態の図 4 に示す実施の形態のオイルミスト生成装置と異なる点は、以下の通りである。

30

【0083】

すなわち、外径 10 mm 以下のような小径ドリル 54c（オイルホールの流路抵抗が過大なもの）に接続される分岐流路 52c の途中には、補助ミスト発生装置 75b が配置されている。この補助ミスト発生装置 75b は、分岐流路 52c に直列に接続された中空の接続室 170 と、この接続室 170 の内部にミストの搬送方向に向けて配置したミスト発生用の一流体ノズル 161 とを有している。この一流体ノズル 161 は、プランジャポンプ 163 の吐出口に接続され、内部にチェック弁 165 を設置した流体吐出し管 164 に接続されている。そして、2ポート電磁弁 24 とチェック弁 25 との間でガス供給路 5 から分岐し、プランジャポンプ 163 の駆動側に接続される補助ガス供給路 66 には、図示しないタイマによって周期的に ON/OFF される 5ポート電磁弁 69 が介装されている。

40

【0084】

これにより、タイマにより 5ポート電磁弁 69 が周期的に ON/OFF されると、空圧駆動プランジャポンプ 163 が作動し、このプランジャポンプ 163 の作動に伴って補助ミスト発生装置 75b の一流体ノズル 161 からミストが発生して、分岐流路 54c に沿って流れるようになっている。

【0085】

この実施の形態のオイルミスト生成装置において、小径ドリル 54c を使用して加工を行

50

う場合について説明する。この場合は、ミスト生成装置の運転に先立って、2ポート切換弁51cを開き、導管9から吐出されたミストが、搬送流路50、2ポート切換弁51c、分岐流路52c、ロータリジョイント56c、中空主軸55cを経由して、小径ドリル54cのオイルホール57cから噴射できるようにしておく。

【0086】

ここで、制御盤(図示しない)から比例圧力制御弁44に小径ドリル54c用の設定圧力、例えば、0.8MPaに対応する電気信号を出力すると、比例圧力制御弁44が作動して、比例圧力制御弁44に小径ドリル54c用に設定した圧力の加圧空気がガス供給路5を介して噴射器11に流入しミストが生成される。このとき、制御盤(図示しない)により比例圧力制御弁45が制御されて、自動的に比例圧力制御弁44の二次側圧力に対して

10

【0087】

その後、容器1の内圧が更に上昇し、噴射器11への加圧空気(ガス)供給圧力に対して所定の比率の圧力に到達すると、制御盤(図示しない)からの指令によって、2ポート電磁弁36が自動的に開いて内圧減圧手段30が機能し、容器1の内圧を適正な圧力に維持するとともに、タイマ(図示しない)により5ポート電磁弁69が周期的にON/OFFされ空圧駆動プランジャポンプ163が作動して、一流体ノズル161からもミストが噴射される。

【0088】

つまり、ミスト生成装置は、適正な運転点で運転されるので、噴射器11で濃度の濃い有効なミストが生成され、更に、一流体ノズル161で発生したミストが追加されるので高濃度のミストが得られる。その結果、搬送流路50、2ポート切換弁51c、分岐流路52c、ロータリジョイント56c、中空主軸55cを経由して、小径ドリル54cのオイルホール57cから小径ドリル54cに対して十分な風量と濃度のミスト58cが加工点に噴射され良好な加工が行える。

20

【0089】

加工終了後、比例圧力制御弁44への信号出力をOFFにしてミスト生成装置を停止させ、その後、2ポート切換弁51cを閉じて分岐流路52cを遮断する。

【0090】

【発明の効果】

以上のように、本発明のミスト生成装置によれば、ガス供給源からのガスと容器内の液体の供給を受けてミストを生成し容器内に噴射する噴射器の下流側に、液体の供給を受けてミストを発生する補助ミスト発生部を設けることで、高濃度のミストを生成して工具等に供給することができ、これによって、流路抵抗が過大な小径ドリル等の外径の細かいオイルホール付工具に対しても十分なミスト吐出し量を得られ、小径ドリル等への最少量潤滑(MQL)加工の適用範囲が広がる。

30

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態のミスト生成装置の概略構成を示す図である。

【図2】図1に示すミスト生成装置の内圧減圧手段により容器内の圧力を減圧した時の特性曲線と搬送流路の抵抗曲線を併記したシステムカーブを示す図である。

40

【図3】本発明の第2の実施の形態のミスト生成装置の概略構成を示す図である。

【図4】本発明の第3の実施の形態のミスト生成装置の概略構成を示す図である。

【図5】図4に示すミスト生成装置の変形例の要部を示す図である。

【図6】本発明の第4の実施の形態のミスト生成装置の概略構成を示す図である。

【図7】ミスト生成装置が適正な運転条件で運転されている場合におけるミスト生成装置の特性曲線と搬送流路の抵抗曲線を併記したシステムカーブを示す図である。

【図8】搬送流路の抵抗が大きすぎる状態でミスト生成装置を運転した場合におけるミスト生成装置の特性曲線と搬送流路の抵抗曲線を併記したシステムカーブを示す図である。

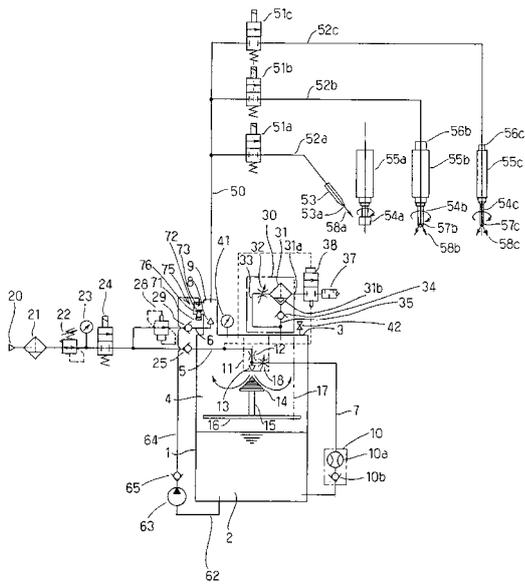
【符号の説明】

50

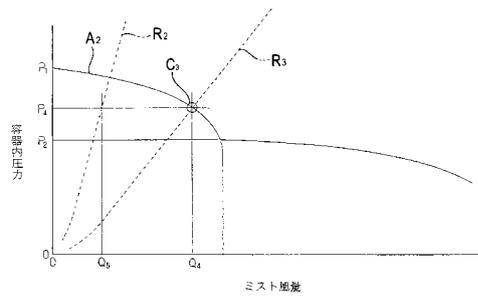
1	容器	
2	オイル源（流体供給源）	
4	空間	
5	ガス供給路	
6	キャリアガス供給路	
7	液体供給路	
8	キャリアガス噴出口	
9	導管	
10	流量計	
11	噴射器	10
14	偏向体	
18	可変絞り弁	
19	比例流量制御弁	
20	ガス供給源（加圧空気供給源）	
22	減圧弁	
23, 41	圧力計	
24	ポート電磁弁	
28	定比減圧弁	
30	内圧減圧手段	
31	フィルタ	20
32	可変絞り弁	
33	減圧流路	
37	サイレンサ	
38	パイロット切換弁	
44, 45	比例圧力制御弁	
46, 47	圧力センサ	
50	搬送流路	
51a, 51b, 51c	ポート切換弁	
52a, 52b, 52c	分岐流路	
53	ノズル	30
54b	ドリル	
54a	フライスカッター	
54c	分岐流路	
54c	小径ドリル	
55a	主軸	
55b, 55c	中空主軸	
56b, 56c	ロータリジョイント	
57b, 57c	オイルホール	
57c	オイルホール	
58a, 58b, 58c	ミスト	40
61	一流体ノズル（補助ノズル発生部）	
63, 163	容積形ポンプ	
66	補助ガス供給路	
67	パイロット切換弁	
70, 170	接続室	
71, 171	超音波振動子	
72, 172	ホーン	
73	オイル滴下口	
74	貫通穴	
75, 75a, 75b	補助ミスト発生装置	50

7 6 オイル滴下室
1 6 1 一流体ノズル

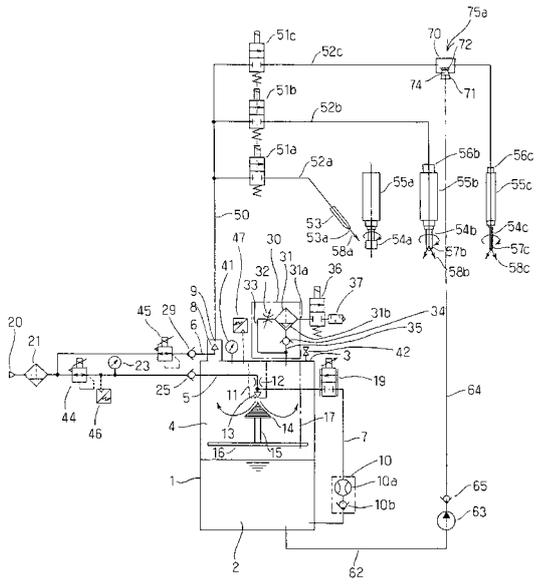
【図 1】



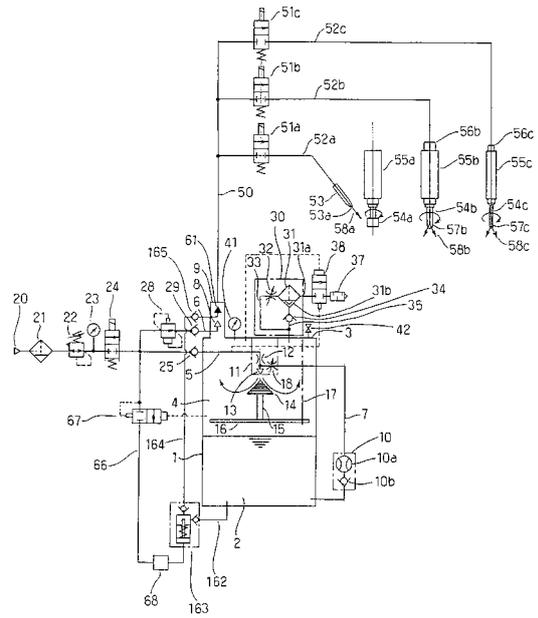
【図 2】



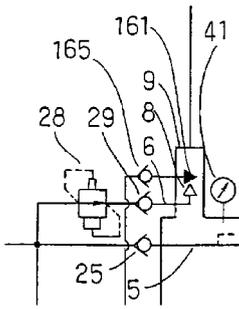
【 図 3 】



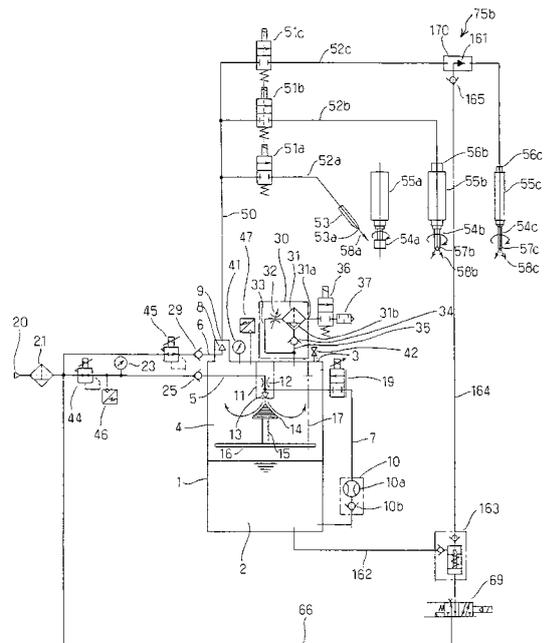
【 図 4 】



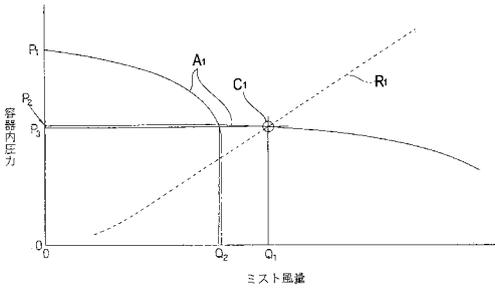
【 図 5 】



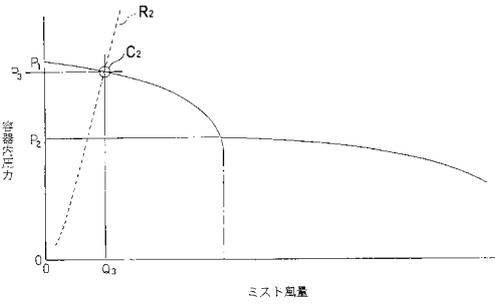
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

(72)発明者 長尾 政隆

東京都大田区羽田旭町1 1番1号 株式会社荏原製作所内

(72)発明者 大野 隆史

東京都大田区羽田旭町1 1番1号 株式会社荏原エコミスト内