

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
 【部門区分】第2部門第3区分
 【発行日】平成20年3月6日(2008.3.6)

【公開番号】特開2007-21608(P2007-21608A)
 【公開日】平成19年2月1日(2007.2.1)
 【年通号数】公開・登録公報2007-004
 【出願番号】特願2005-204053(P2005-204053)
 【国際特許分類】

B 2 3 Q 11/10 (2006.01)

【F I】

B 2 3 Q 11/10 F

【手続補正書】

【提出日】平成20年1月17日(2008.1.17)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【発明の名称】セミドライ加工システム

【技術分野】

【0001】

本発明は、工作物の加工時に工作物に対して供給する加工液の量を適切な値に調整するセミドライ加工システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

工作機械を用いて工作物に切削加工や研削加工等の機械加工を行なう場合、加工精度の向上と工具の寿命増大を図るため、加工点近傍に向かって設けられたノズルから油やエマルジョン等の加工液を工作物の被加工面に液状のままかけたり、または霧化して噴霧することにより、工作物と工具との潤滑及び加工により発生する熱の冷却を行なっている。しかし、供給される加工液の量が加工条件に対して適切な量でなければ、工作物と工具との潤滑や加工により発生する熱の冷却を十分に行うことができないばかりでなく、加工液の供給量が極端に少ないような場合には、工具が焼き付きを起こして破損してしまうことがある。また、加工液の供給量が多すぎるとエネルギー消費の無駄になる。このため、加工条件に合った適切な量の加工液を供給することが重要である。

【0003】

このように、加工条件に合った適切な量の加工液を供給するためには、工作物の加工中に供給される加工液の量を計測する必要があるが、上記のような霧化した加工液の量を計測する方法としては、従来、

(1) 加工液を霧化する際に供給するエアの圧力を示す圧力計の値から加工液の量を算出する。

(2) 加工を行う前に、所定時間だけ容器に噴霧した加工液の量を計測する。

(3) 加工を行う前に、所定時間だけ紙に噴霧した加工液の量を計測する。

等の方法が用いられていた。

【0004】

しかしながら、(1)の方法では、圧力計の値から算出して間接的に加工液の量を計測するものであるため、正確に加工液の量を計測できるものではなかった。また、(2)、(3)の方法では、工作物の加工中に加工液の量を計測するものではなく、供給する加工

液の量を予め計測しておくものであるため、加工中に加工条件が変動したような場合には、加工前に計測した加工液の量では適正な量でなくなる可能性があり、加工が行われる間に亘って有効な値であるとはいえなかった。

【0005】

そこで、加工中の工作物に適切に加工液を供給する方法として、上記したような霧化した加工液の量を計測することにより、適切な量の霧化した加工液を供給する方法ではなく、温度上昇、油膜の厚さ、モータの動力等の情報に基づいて、霧化した加工液の粘度を変化させるもの（例えば、特許文献1）、あるいは、貯留された加工液の増減及びこの増減の時間と霧化した加工液の消費時間との関係を監視することにより、安定した量の霧化した加工液を供給するもの（例えば、特許文献2）等が提案されている。

【特許文献1】特開2001-295988号公報

【特許文献2】特開2003-130286号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上記した特許文献1及び特許文献2に係る方法の場合、いずれも霧化した加工液の量を直接計測するものではないため、最終的に供給される霧化した加工液の量が適正な量であるか否かを判断することができないという問題があった。

【0007】

本発明は、上記した事情に鑑みなされたもので、その目的とするところは、工作物の加工中に供給される霧化した加工液の流量を測定することにより、工作物に適切な流量の霧化した加工液を供給して加工の安定性、加工速度及び精度の向上、工具の長寿命化を図るセミドライ加工システムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記した目的を達成するために、請求項1に係る発明においては、工作物の加工時に工作物に対して供給する加工液の量を適切な値に調整するセミドライ加工システムにおいて、該セミドライ加工システムは、少なくとも、加工液を霧化する霧化装置と、該霧化装置で霧化した加工液を工作物に向けて搬送する搬送路と、該搬送路の途中に設置され且つ該搬送路内を搬送される霧化した加工液の流量を計測すると共に、計測した流量を示す流量データ信号を出力するフォグ流量計と、該フォグ流量計から出力された前記流量データ信号が入力されると共に、前記霧化装置で加工液を霧化するための情報を霧化データ信号として前記霧化装置へ出力する制御装置と、から構成され、該制御装置は、入力された前記流量データ信号に基づいて前記霧化データ信号を前記霧化装置へ出力することにより、前記流量データ信号が示す流量が予め設定された流量となるように前記霧化装置を駆動制御することを特徴とする。

【0009】

また、請求項2に係る発明においては、請求項1に記載のセミドライ加工システムは、前記フォグ流量計には、計測した流量を表示する流量表示部が備えられていることを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

請求項1に係る発明においては、加工液を霧化する霧化装置と、霧化装置で霧化した加工液を工作物に向けて搬送する搬送路と、搬送路の途中に設置され且つ搬送路内を搬送される霧化した加工液の流量を計測すると共に、計測した流量を示す流量データ信号を出力するフォグ流量計と、フォグ流量計から出力された流量データ信号が入力されると共に、霧化装置で加工液を霧化するための情報を霧化データ信号として霧化装置へ出力する制御装置と、から構成され、制御装置は、入力された流量データ信号に基づいて霧化データ信号を霧化装置へ出力することにより、流量データ信号が示す流量が予め設定された流量となるように霧化装置を駆動制御する。

【 0 0 1 1 】

このように構成することにより、加工中の工作物に対して最終的に供給される霧化した加工液の流量を計測することができ、この計測した加工液の流量のデータに基づいて、霧化装置で霧化される加工液の流量が設定された流量となるように制御装置により制御される。

【 0 0 1 2 】

このため、例えば、霧化した加工液の流量が減少してしまったような場合に、霧化した加工液の流量の減少が制御装置によって検知されると共に、制御装置からエアーの流量調整弁を開く旨の信号、油ポンプ、水ポンプの出力を高める旨の信号等が出力され、エアーの流量調整弁が開く、あるいは油ポンプ、水ポンプの出力が高まることにより加工液の流量が再び設定された流量となる。

【 0 0 1 3 】

このように、霧化された加工液の流量を一定に保つことができるため、工作物と工具との潤滑や加工により発生する熱の冷却を十分に行うことができると共に、工具が焼き付きを起こして破損してしまうことを防止することができる。これにより、加工の安定性、加工速度及び精度の向上、工具の長寿命化を図ることが可能となる。

【 0 0 1 4 】

また、加工液の流量が極端に減少したような場合に、制御装置から工作機械に対して停止する信号を出力するようにすることで、工作機械、工具、工作物等の破損や故障等を未然に防止することができる。

【 0 0 1 5 】

また、請求項 2 に係る発明においては、フォグ流量計には、計測した流量を表示する流量表示部が備えられている。これにより、霧化された加工液の流量を具体的な数値で表示することができるため、どれくらいの流量があるかを視覚的に認識することができ、流量調整の目安とすることができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 6 】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。まず、実施形態に係るセミドライ加工システム 1 の構成について図 1 を参照して説明する。図 1 は、実施形態に係るセミドライ加工システム 1 の構成を示す概略図であり、図 2 は、フォグ流量計 2 の正面図であり、図 3 は、フォグ流量計 2 に内蔵される異径管 2 1 の直径方向の断面図 (A) 及び長手方向の断面図 (B) である。

【 0 0 1 7 】

図 1 において、本実施形態に係るセミドライ加工システム 1 は、少なくとも、加工液を霧化する油膜付水滴生成混合器 (霧化装置) 3 と、油膜付水滴生成混合器 3 で霧化した加工液 (油膜付水滴 5 4) を工作物 6 1 に向けて搬送する搬送路 5 と、搬送路 5 の途中に設置され且つ搬送路 5 内を搬送される油膜付水滴 5 4 の流量を計測すると共に、計測した流量を示す流量データ信号を出力するフォグ流量計 2 と、フォグ流量計 2 から出力された流量データ信号が入力されると共に、油膜付水滴生成混合器 3 で加工液を霧化するための情報を霧化データ信号として油膜付水滴生成混合器 3 へ出力する制御装置 4 と、から構成されている。

【 0 0 1 8 】

また、制御装置 4 には、制御装置 4 から出力される制御信号によって制御される流量調整弁 4 1、油ポンプ 4 5 及び水ポンプ 5 0 と工作機械であるマシニングセンタ (図では M / C と記載) 6 がケーブル 1 4 b、1 4 c、1 4 d、1 4 e によって接続されており、このマシニングセンタ 6 に装着された工具 6 0 によって工作物 6 1 が加工される。そして、油膜付水滴生成混合器 3 で生成された油膜付水滴 5 4 が、搬送路 5 によって工作物 6 1 の加工部分に供給されるようになっている。

【 0 0 1 9 】

まず、フォグ流量計 2 について説明すると、図 2 に示すように、フォグ流量計 2 は、箱

型の形状に形成されると共に、その表面上部には計測した油膜付水滴 5 4 の流量を表示するための流量表示部 1 1 が備えられている。この流量表示部 1 1 によって油膜付水滴 5 4 の流量を具体的な数値で表示することができるため、どれくらいの流量があるかを視覚的に認識することができ、流量調整の目安とすることができる。この流量表示部 1 1 の下方には、 Fog 流量計 2 を起動又は停止するための電源スイッチ 1 0 が設けられている。

【 0 0 2 0 】

また、 Fog 流量計 2 の図 2 における左側方には、油膜付水滴生成混合器 3 で生成された油膜付水滴 5 4 が搬送される搬送路 5 a (5) が継手 1 2 によって接続されており、反対側に位置する右側方には、油膜付水滴 5 4 を工作物 6 1 に向けて搬送するための搬送路 5 b (5) が継手 1 2 によって接続されている。

【 0 0 2 1 】

また、 Fog 流量計 2 の図 2 における右側方であって搬送路 5 b の上方には、制御装置 4 に対して流量データ信号を出力するためのケーブル 1 4 a がコネクタ 1 3 によって接続されている。

【 0 0 2 2 】

上記のように構成される Fog 流量計 2 の内部には、図 3 に示すような、実際に油膜付水滴 5 4 の流量を計測する部分である流量計測部 2 0 が備えられている。この流量計測部 2 0 は、主として、油膜付水滴 5 4 が通過する異径管 2 1 と、異径管 2 1 に向けて光を発光する発光素子 2 6 と、発光素子 2 6 から発光される光を異径管 2 1 内で収束させるレンズ 2 8 と、異径管 2 1 に向けて発光された光を受光する受光素子 2 7 と、異径管 2 1 を通過する油膜付水滴 5 4 を写し撮る CCD 2 5 と、異径管 2 1 内の光を CCD 2 5 で集束させる受光レンズ 2 9 と、から構成されている。なお、これらの部材は、ハウジング 2 4 内に固定されている。

【 0 0 2 3 】

異径管 2 1 は、図 3 に示すように、その両端部の径が中央部の径よりも小さい円筒形状に形成され、内部を油膜付水滴 5 4 が通過するようになっている。この異径管 2 1 は、図 3 において左側に位置する端部が油膜付水滴 5 4 が送り込まれる送入口 2 2 として形成されると共に、右側に位置する端部が油膜付水滴 5 4 が送出される送出口 2 3 として形成されている。このように、中央部の径を両端部の径よりも大きくしてあるのは、異径管 2 1 内を通過する油膜付水滴 5 4 の流速を異径管 2 1 の中央部で可観測定域まで減速させるためであり、これにより、異径管 2 1 内での油膜付水滴 5 4 の流速及び濃度を計測することができるようになっている。

【 0 0 2 4 】

なお、異径管 2 1 は、 Fog 流量計 2 から取り外すことができるため、異径管 2 1 内に付着した油分の清掃を容易に行うことができる。また、異径管 2 1 を縦置きに配置することにより、油分の滞留を防止することができる。

【 0 0 2 5 】

発光素子 2 6 は、例えば、 LED 等により構成されるものであり、この発光素子 2 6 から異径管 2 1 に向けて発光される光は投光レンズ 2 8 によって異径管 2 1 内で収束され、異径管 2 1 内を通過する油膜付水滴 5 4 に照射される。ここで、発光素子 2 6 から異径管 2 1 に向けて発光された光は受光素子 2 7 で受光され、受光素子 2 7 は、受光量を示す信号を Fog 流量計 2 に内蔵される CPU (図示しない) に対して出力する。発光素子 2 6 から発光された光の光量が油膜付水滴 5 4 の流速を計測するのに十分でない場合には、受光素子 2 7 から CPU に対して出力される信号も光量が不足している旨の信号であるため、 CPU では油膜付水滴 5 4 の流速を計測するために十分な光が発光素子 2 6 から発光されるように、発光素子 2 6 用の制御基板 (図示しない) を制御するようになっている。

【 0 0 2 6 】

上記のように構成される流量計測部 2 0 によって、油膜付水滴 5 4 の流量が計測される原理について概略を説明すると、まず、発光素子 2 6 から発光された光は、投光レンズ 2 8 によって異径管 2 1 内で収束されて異径管 2 1 内を通過する油膜付水滴 5 4 に照射され

る。油膜付水滴 5 4 に照射された光は、油膜付水滴 5 4 に反射されて散乱光として異径管 2 1 内で散乱し、この散乱光が受光レンズ 2 9 によって CCD 2 5 で収束される。即ち、CCD 2 5 によって散乱光の強度が計測されるが、この計測された散乱光の強度が油膜付水滴 5 4 の濃度を示している。また、油膜付水滴 5 4 の速度も CCD 2 5 によって計測される。このとき、CCD 2 5 は、図 3 (B) の A で示す範囲を計測域としている。

【 0 0 2 7 】

そして、上記のように計測された油膜付水滴 5 4 の速度及び濃度に基づいて、油膜付水滴 5 4 の流量が算出される。ここで、油膜付水滴 5 4 の流量は、油膜付水滴 5 4 の速度と濃度の積、即ち、

$$\cdot \text{流量 (m l / h)} = \text{速度} \times \text{濃度}$$

の式で表される。そして、算出された油膜付水滴 5 4 の流量が Fog 流量計 2 の流量計測部 2 0 で表示される。

【 0 0 2 8 】

なお、この算出された油膜付水滴 5 4 の流量は単位時間当たりの流量であるが、ある一定時間の間、例えば、工作物 6 1 の加工中に亘る流量を積算した累積量を算出することもできるようになっている。

【 0 0 2 9 】

このように、本実施形態に係る Fog 流量計 2 では、油膜付水滴 5 4 の流量，速度，濃度及び累積量を測定することができるようになっている。このため、流量計測部 2 0 で表示する数値として油膜付水滴 5 4 の流量ばかりでなく、速度，濃度及び累積量のいずれかに切り換えて表示するようにしてもよい。

【 0 0 3 0 】

次に、上記した加工液を霧化する霧化装置としての油膜付水滴生成混合器 3 について、図 1 を参照してその概略を説明する。油膜付水滴生成混合器 3 は、霧化した加工液として、水滴化した水の表面に霧化した油の油膜が形成された油膜付水滴 5 4 を生成するものである。なお、この油膜付水滴 5 4 は、加工液を液状のまま工作物 6 1 にかける場合のように多量の加工液が必要となるということがないため、少量の加工液で工作物 6 1 や工具 6 0 に対して十分な潤滑及び冷却をすることができる優れた性質を有するものである。

【 0 0 3 1 】

図 1 に示すように、油膜付水滴生成混合器 3 の後端部 (図中、左側) には、空気供給ダクト 4 2 を接続するための空気供給用継手 4 3 が螺着されており、空気供給用継手 4 3 に接続された空気供給ダクト 4 2 は、空気の流量を調整する流量調整弁 4 1 に接続されている。流量調整弁 4 1 は、空気供給ダクト 4 2 を介して空気を供給するためのコンプレッサー 4 0 に接続されている。

【 0 0 3 2 】

また、油膜付水滴生成混合器 3 の上面部 (図中、上側) の後方側には、油供給ダクト 4 7 を接続するための油供給用継手 4 8 が螺着されており、油供給用継手 4 8 に接続された油供給ダクト 4 7 は、油量を計量する油計量バルブ 4 6 に接続されている。油計量バルブ 4 6 は、油供給ダクト 4 7 を介して油を供給するための油ポンプ 4 5 に接続され、油ポンプ 4 5 からは油の貯留してある油タンク 4 4 に油供給ダクト 4 7 が接続されている。

【 0 0 3 3 】

また、油膜付水滴生成混合器 3 の上面部 (図中、上側) の前方側 (図中、右側) には、水供給ダクト 5 2 を接続するための水供給用継手 5 3 が螺着されており、水供給用継手 5 3 に接続された水供給ダクト 5 2 は、水量を計量する水計量バルブ 5 1 に接続されている。水計量バルブ 5 1 は、水供給ダクト 5 2 を介して水を供給するための水ポンプ 5 0 に接続され、水ポンプ 5 0 からは水の貯留してある水タンク 4 9 に水供給ダクト 5 2 が接続されている。

【 0 0 3 4 】

また、油膜付水滴生成混合器 3 の先端部 (図中、右側) には、Fog 流量計 2 に接続される搬送路 5 (5 a) が接続されている。

【 0 0 3 5 】

上記した油膜付水滴生成混合器 3 で油膜付水滴 5 4 が生成される過程を簡単に説明すると、まず、コンプレッサ 4 0 から供給される圧縮空気は、その圧力によって油タンク 4 4 から供給された油を油膜付水滴生成混合器 3 内で霧化すると共に、霧化した油を含んだ含油圧縮空気となって油膜付水滴生成混合器 3 の先端部側に送られる。

【 0 0 3 6 】

一方、水タンク 4 9 から供給される水が、油膜付水滴生成混合器 3 の先端部側に送られてきた含油圧縮空気の圧力によって水滴化され、この水滴化された水の表面に霧化された油が油膜として付着することにより、油膜付水滴 5 4 が生成される。

【 0 0 3 7 】

こうして生成された油膜付水滴 5 4 は、搬送路 5 (5 a) 内を Fog 流量計 2 に向けて搬送され、Fog 流量計 2 によってその流量が計測される。そして、流量が計測された油膜付水滴 5 4 は、搬送路 5 (5 b) 内を搬送され、工作物 6 1 に対して供給されることとなる。

【 0 0 3 8 】

また、油膜付水滴生成混合器 3 には、上記したように、空気の流量を調整する流量調整弁 4 1 , 油を供給するための油ポンプ 4 5 , 水を供給するための水ポンプ 5 0 が接続されているが、この流量調整弁 4 1 , 油ポンプ 4 5 , 水ポンプ 5 0 は、それぞれケーブル 1 4 b , 1 4 c , 1 4 d によって、制御装置 4 から出力される制御信号を入力するようになっている。そして、流量調整弁 4 1 , 油ポンプ 4 5 , 水ポンプ 5 0 は、制御装置 4 からの制御信号に基づいて調整され、空気圧 , 油圧 , 水圧がそれぞれ変化するようになっている。

【 0 0 3 9 】

上記ように、流量調整弁 4 1 , 油ポンプ 4 5 , 水ポンプ 5 0 が接続される制御装置 4 には、マシニングセンタ 6 で行われる加工の加工条件に適した油膜付水滴 5 4 の流量のデータが記憶されている。具体的には、工具 6 0 の回転数 , 工作物 6 1 の送り速度、工作物 6 1 に対する切り込み深さ等の違いによって、最適な油膜付水滴 5 4 の流量のデータが記憶されている。そして、行われる加工の加工条件に合わせて最適な油膜付水滴 5 4 の流量を選択して設定できるようになっている。

【 0 0 4 0 】

しかして、マシニングセンタ 6 で工作物 6 1 の加工を行う際には、制御装置 4 で設定した最適な流量の油膜付水滴 5 4 が油膜付水滴生成混合器 3 から工作物 6 1 に対して供給される。このとき、なんらかの理由によって、供給される油膜付水滴 5 4 の流量が減少してしまった場合、油膜付水滴 5 4 の流量が減少した旨の信号が Fog 流量計 2 から出力され、この信号を制御装置 4 が入力して油膜付水滴 5 4 の流量が減少したことを検知する。そして、制御装置 4 から流量調整弁 4 1 を開く旨の信号、油ポンプ 4 5 , 水ポンプ 5 0 の出力を上げる旨の信号等が出力され、流量調整弁 4 1 が開く、あるいは油ポンプ 4 5 , 水ポンプ 5 0 の出力が上がる等により油膜付水滴 5 4 の流量が再び設定された流量となる。

【 0 0 4 1 】

このとき、例えば、油膜付水滴 5 4 の流量の低下によるものであるときには、油ポンプ 4 5 , 水ポンプ 5 0 の出力を高める旨の信号だけを制御装置 4 から出力するというように、Fog 流量計 2 で検出される油膜付水滴 5 4 の状況に応じた制御をすることにより、油膜付水滴 5 4 の流量が設定された流量となるようになっている。

【 0 0 4 2 】

上記したように、油膜付水滴 5 4 を一定に保つことができるため、工作物 6 1 と工具 6 0 との潤滑や加工により発生する熱の冷却を十分に行うことができると共に、工具 6 0 が焼き付きを起こして破損してしまうことを防止することができる。これにより、加工の安定性 , 加工速度及び精度の向上 , 工具 6 0 の長寿命化を図ることが可能となる。

【 0 0 4 3 】

また、前述したように、制御装置 4 はマシニングセンタ 6 に対して制御するための信号を出力するようになっているため、例えば、油膜付水滴 5 4 の流量が極端に減少してしま

い、油膜付水滴生成混合器 3 を制御するだけでは対応できないような場合には、制御装置 4 からマシニングセンタ 6 に対して停止する信号が出力されてマシニングセンタ 6 が停止するため、マシニングセンタ 6 , 工具 6 0 , 工作物 6 1 等の破損や故障等を未然に防止することができる。

【 0 0 4 4 】

上記した実施形態（第 1 実施形態）に係るセミドライ加工システム 1 においては、加工液を霧化する霧化装置として、水滴化した水の表面に霧化した油の油膜が形成された油膜付水滴 5 4 を生成する油膜付水滴生成混合器 3 を示したが、これに限らず、例えば、油を霧化することによりオイルフォグ 9 5 を生成するような霧化装置であってもよい。このような実施形態（第 2 実施形態）について、図 4 を参照して説明する。図 4 は、第 2 実施形態に係るセミドライ加工システム 1 の構成を示す概略図である。なお、第 2 実施形態に係るセミドライ加工システム 1 は、霧化装置として、第 1 実施形態の油膜付水滴生成混合器 3 に代えてオイルフォグ生成装置 7 が設けられている以外は同様の構成であるため、オイルフォグ生成装置 7 についてのみ説明する。また、同じ機能を奏する部材については、同じ符号を付した。

【 0 0 4 5 】

図 4 に示すように、第 2 実施形態に係るセミドライ加工システム 1 においては、霧化装置として油を霧化することによりオイルフォグ 9 5 を生成するオイルフォグ生成装置 7 が備えられている。

【 0 0 4 6 】

オイルフォグ生成装置 7 の構成について説明すると、オイルフォグ生成装置 7 は、主として、オイルフォグ生成装置 7 の基体を構成するオイルフォグ生成部 7 7 と、中空針状に形成される油ノズル 7 0 と、網状に形成されるコロナ放電電極 7 1 と、油ノズル 7 0 とコロナ放電電極 7 1 との間に接続される高電圧発生装置 7 2 と、から構成されている。

【 0 0 4 7 】

オイルフォグ生成部 7 7 は、例えば、図 4 に示すように、円筒形状に形成されるものであり、一端側（図中、左側）は、空気を供給するための空気供給パイプ 9 3 が接続される空気供給側端部 7 3 として形成されると共に、他端側（図中、右側）は搬送路 5（5 a）が接続されるオイルフォグ搬送側端部 7 4 として形成されている。このオイルフォグ生成部 7 7 内部の空気供給側端部 7 3 側には油ノズル 7 0 の先端が臨むと共に、オイルフォグ搬送側端部 7 4 側にはコロナ放電電極 7 1 が設置されている。

【 0 0 4 8 】

油ノズル 7 0 は、前述のように中空針状に形成されると共に、油が供給される油噴出口 7 5 がコロナ放電電極 7 1 側に向くように設置されている。また、油噴出口 7 5 と反対側の端部である接続端部 7 6 には、油を供給するための油供給パイプ 8 2 が接続されている。

【 0 0 4 9 】

コロナ放電電極 7 1 は、前述のように網状に形成されると共に、オイルフォグ生成部 7 7 の内側形状に合わせた円形状に形成されて、オイルフォグ生成部 7 7 内に設置されている。また、このコロナ放電電極 7 1 は、油ノズル 7 0 の油噴出口 7 5 から約 3 0 ~ 5 0 m m の間隔を置いて設置されている。なお、本実施形態においては、コロナ放電電極 7 1 は、網状で円形状に形成されるものであるが、これに限らず、例えば、リング形状に形成されてその内径がオイルフォグ生成部 7 7 の内径と合うように、オイルフォグ生成部 7 7 の内壁に埋め込まれるものであってもよい。この場合には、生成されたオイルフォグ 9 5 は、コロナ放電電極 7 1 の中心に形成されている円形状の穴を通過することとなる。

【 0 0 5 0 】

上記した油ノズル 7 0 とコロナ放電電極 7 1 との間には、高電圧発生装置 7 2 が接続されており、この高電圧発生装置 7 2 によって、油ノズル 7 0 とコロナ放電電極 7 1 との間に高電圧が印加されるようになっている。そして、この油ノズル 7 0 とコロナ放電電極 7 1 との間に印加される高電圧によってコロナ放電が発生するようになっている。なお、コ

コロナ放電とは、針のような金属製の電極にかかる電圧がある大きさを越えたとき、空気の絶縁が破壊されて電極の先端部分に発生する青紫色の放電現象のことをいう。

【0051】

ここで、本実施形態に係るオイルフォグ生成装置7において、コロナ放電によって油を霧化することによりオイルフォグ95が生成される状態について説明する。本実施形態におけるオイルフォグ生成装置7では、油ノズル70と油ノズル70から間隔を置いてコロナ放電電極71が設置されると共に、油ノズル70からは油が供給される。油ノズル70から噴出される油は液状であるが、油ノズル70とコロナ放電電極71との間に高電圧発生装置72によって高電圧を印加することにより、油が霧化されてオイルフォグ95が生成されると同時に、生成されるオイルフォグ95が帯電される。このとき、図4に示すように、油ノズル70側にマイナス極が接続されているため、生成されるオイルフォグ95はマイナスの電荷で帯電される。

【0052】

このように、本実施形態に係るオイルフォグ生成装置7においては、マイナスの電荷により帯電したオイルフォグ95が生成されることとなる。なお、生成されるオイルフォグ95の粒子径は、油ノズル70とコロナ放電電極71との間に印加する電圧値によって変化するものであり、電圧値を高くするほど粒子径が小さくなるが、オイルフォグ95としての適正な粒子径は、1 μ m以下である。これは、粒子径を1 μ m以下とすれば、オイルフォグ95の付着性を低下させることができる。そして、オイルフォグ95の粒子径をこの1 μ m以下とするために必要な電界値は、後述するように、約300～400kV/mである。なお、油ノズル70にプラス極、コロナ放電電極71にマイナス極を接続することにより、オイルフォグ95をプラスの電荷で帯電させることもできる。

【0053】

次に、オイルフォグ生成装置7に油を供給するための構成について説明すると、オイルフォグ生成装置7には、油を貯留しておく油タンク80と、油タンク80の油をオイルフォグ生成装置7に供給するための動力源である油供給装置81と、両端がそれぞれ油タンク80及び油ノズル70の接続端部76に接続されると共にオイルが通る油供給パイプ82と、が備えられている。

【0054】

上記した油供給装置81は、油タンク80から吸引したオイルを油供給パイプ82を介して油ノズル70に送り出すものであり、具体的には、定まった量のオイルを安定して供給することができる定量ポンプである静電ポンプ、ピストンポンプ、ギアポンプ、静圧ポンプ等が用いられ、必要とされるオイルフォグ95の量やオイルフォグ生成装置7の製造コスト等を勘案して選択されるものである。なお、本実施形態においては、上記した定量ポンプのうち、微量のオイルを供給することができるという点から、微少容量ポンプである静電ポンプを用いている。このように静電ポンプを用いて微量のオイルを供給することで、オイルフォグ95の生成量も細かく調整することができるため、様々な種類の工作方法又は被潤滑部品に対して適用できるオイルフォグ生成装置7を構成することができる。

【0055】

次に、オイルフォグ生成装置7に空気を供給するための構成について説明すると、オイルフォグ生成装置7には、空気を送り出す圧力空気源90と、圧力空気源90から送りだされる空気を清浄化する空気フィルター91と、圧力空気源90から送りだされる空気の圧力を調整する空気レギュレータ92と、オイルフォグ生成部77の空気供給側端部73に接続されると共に、圧力空気源90から送りだされる空気を通る空気供給パイプ93と、が備えられている。上記した圧力空気源90は、空気供給パイプ93を介して空気をオイルフォグ生成部77に送り出すコンプレッサー等である。

【0056】

そして、オイルフォグ搬送側端部74には、フォグ流量計2に接続される搬送路5(5a)が接続されている。

【 0 0 5 7 】

しかして、上記のように構成されるオイルフォグ生成装置 7 の作用について説明すると、まず、油供給装置 8 1 を稼働させることにより、油タンク 8 0 内の油が油供給パイプ 8 2 を介して油ノズル 7 0 内へ供給される。油ノズル 7 0 内へ供給された油は、油噴出口 7 5 からコロナ放電電極 7 1 に向けて噴出される。このとき、油ノズル 7 0 とコロナ放電電極 7 1 との間には、前述したように、高電圧発生装置 7 2 により高電圧が印加されており、この高電圧によってコロナ放電が発生している。そして、油噴出口 7 5 から噴出される油が図 4 で説明した原理により、油ノズル 7 0 とコロナ放電電極 7 1 との間のコロナ放電で霧化されることにより、マイナスの極性で帯電されたオイルフォグ 9 5 が生成される。

【 0 0 5 8 】

また、オイルフォグ生成部 7 7 の空気供給側端部 7 3 には、前述したように、空気供給パイプ 9 3 が接続されており、圧力空気源 9 0 から送り出される空気が空気供給パイプ 9 3 を介してオイルフォグ生成部 7 7 内に供給されるため、この供給された空気によって、生成されたオイルフォグ 9 5 がオイルフォグ生成部 7 7 のオイルフォグ搬送側端部 7 4 に向けて送り出されることとなる。そして、オイルフォグ搬送側端部 7 4 に向けて送り出されたオイルフォグ 9 5 は、オイルフォグ搬送側端部 7 4 に接続された搬送路 5 (5 a) 内をフォグ流量計 2 に向けて搬送され、フォグ流量計 2 によってその流量が計測される。そして、流量が計測されたオイルフォグ 9 5 は、搬送路 5 (5 b) 内を搬送され、工作物 6 1 に対して供給されることとなる。

【 0 0 5 9 】

また、オイルフォグ生成装置 7 には、上記したように、空気を送り出す圧力空気源 9 0 , 油ノズル 7 0 とコロナ放電電極 7 1 との間に高電圧を印加する高電圧発生装置 7 2 , 油をオイルフォグ生成装置 7 に供給するための油供給装置 8 1 が接続されているが、この圧力空気源 9 0 , 高電圧発生装置 7 2 , 油供給装置 8 1 は、それぞれケーブル 1 4 b , 1 4 c , 1 4 d によって、制御装置 4 から出力される制御信号を入力するようになっている。そして、圧力空気源 9 0 , 高電圧発生装置 7 2 , 油供給装置 8 1 は、制御装置 4 からの制御信号に基づいて調整され、空気圧, 電圧, 油圧がそれぞれ変化するようになっている。

【 0 0 6 0 】

上記のように、圧力空気源 9 0 , 高電圧発生装置 7 2 , 油供給装置 8 1 が接続される制御装置 4 には、マシニングセンタ 6 で行われる加工の加工条件に適したオイルフォグ 9 5 の流量のデータが記憶されている。具体的には、第 1 実施形態と同様に、工具 6 0 の回転数, 工作物 6 1 の送り速度、工作物 6 1 に対する切り込み深さ等の違いによって、最適なオイルフォグ 9 5 の流量のデータが記憶されている。そして、行われる加工の加工条件に合わせて最適なオイルフォグ 9 5 の流量を選択して設定できるようになっている。

【 0 0 6 1 】

しかして、マシニングセンタ 6 で工作物 6 1 の加工を行う際には、制御装置 4 で設定した最適な流量のオイルフォグ 9 5 がオイルフォグ生成装置 7 から工作物 6 1 に対して供給される。このとき、なんらかの理由によって、供給されるオイルフォグ 9 5 の流量が減少してしまった場合、オイルフォグ 9 5 の流量が減少した旨の信号がフォグ流量計 2 から出力され、この信号を制御装置 4 が入力してオイルフォグ 9 5 の流量が減少したことを検知する。そして、制御装置 4 から圧力空気源 9 0 の圧力を上げる旨の信号、高電圧発生装置 7 2 の電圧を上げる旨の信号、油供給装置 8 1 の圧力を上げる旨の信号等が出力され、圧力空気源 9 0 の圧力、高電圧発生装置 7 2 の電圧、油供給装置 8 1 の圧力が上がる等によりオイルフォグ 9 5 の流量が再び設定された流量となる。

【 0 0 6 2 】

このとき、フォグ流量計 2 で検出されるオイルフォグ 9 5 の状況に応じた制御をすることにより、オイルフォグ 9 5 の流量が設定された流量となるようになっている。

【 0 0 6 3 】

上記したように、オイルフォグ 9 5 を一定に保つことができるため、工作物 6 1 と工具 6 0 との潤滑や加工により発生する熱の冷却を十分に行うことができると共に、工具 6 0

が焼き付きを起こして破損してしまうことを防止することができる。これにより、加工の安定性，加工速度及び精度の向上，工具 60 の長寿命化を図ることが可能となる。

【0064】

また、前述したように、制御装置 4 はマシニングセンタ 6 に対して制御するための信号を出力するようになっていたため、例えば、オイルフォグ 95 の流量が極端に減少してしまい、オイルフォグ生成装置 7 を制御するだけでは対応できないような場合には、制御装置 4 からマシニングセンタ 6 に対して停止する信号が出力されてマシニングセンタ 6 が停止するため、マシニングセンタ 6，工具 60，工作物 61 等の破損や故障等を未然に防止することができる。

【0065】

なお、上記したように、第 1 実施形態及び第 2 実施形態に係るセミドライ加工システム 1 の霧化装置として、油膜付水滴生成混合器 3 及びオイルフォグ生成装置 7 を示したが、これらに限らず、例えば、水を空気圧により霧化して工作物 61 に供給するというように、加工液を霧化して工作物 61 に供給するものであればどのような霧化装置であっても適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0066】

【図 1】第 1 実施形態に係るセミドライ加工システムの構成を示す概略図である。

【図 2】フォグ流量計の正面図である。

【図 3】フォグ流量計に内蔵される異径管の直径方向の断面図（A）及び長手方向の断面図（B）である。

【図 4】第 2 実施形態に係るセミドライ加工システムの構成を示す概略図である。

【符号の説明】

【0067】

- 1 セミドライ加工システム
- 2 フォグ流量計
- 3 油膜付水滴生成混合器（霧化装置）
- 4 制御装置
- 5（5a，5b） 搬送路
- 6 マシニングセンタ
- 7 オイルフォグ生成装置（霧化装置）
- 54 油膜付水滴（霧化した加工液）
- 61 工作物
- 95 オイルフォグ（霧化した加工液）