

明 細 書

発明の名称：

工作機械システム及び工作機械用の作動液及び加工液

技術分野

[0001] 本発明は、鉱物油由来の油性材料を含まない工作機械の潤滑液を用いて循環利用する工作機械システム及び工作機械用の作動液及び加工液に関する。

背景技術

[0002] 金属材料を加工することに用いる工作機械の可動部には多種多様の作動油としての潤滑油が使用されている。従来より、このような作動油としての潤滑油には、潤滑性の観点より鉱物油や脂肪酸エステル等を基油とする油性潤滑剤が使用されてきた。また、その潤滑性能を向上させる目的で塩素、硫黄、燐などを含む添加剤も配合される場合が多い。

[0003] しかしながら、上記作動油としての潤滑油や添加剤は、工作機械の稼働とともに消費されるものであり、その多くが金属加工時に工具や被加工部材等に対して使用される切削油等の加工油（加工液）の回収タンクに混入してしまう。切削油等に混入した回収タンク内の作動油は切削油等の性能を劣化させる等の種々の悪影響を与えている（詳細には後述）。

[0004] 一方、近年、切削油等の加工油では、廃棄時の環境負荷や火災防止、腐敗防止等（後述する作動油の問題(i)～(vi)と同様）の観点から水溶性の潤滑剤が使用されてきており、さらなる使用拡大が社会的要請にもなっている（特許文献1～4参照）。しかしながら、切削油等の加工油（加工液（以下、油性剤との区別をすべく「切削液」、「加工液」と称する。））に水溶性を採用したとしても油性剤の作動油を用いると、上記のようにその作動油（作動液（以下、油性剤との区別をすべく「作動液」「潤滑液」とも称する。））が回収タンク内の加工液に混入するために、水溶性採用による利益が損なわれる又は別途の対策が必要となっている現状がある。

以下、具体的に油溶性剤を基油とする作動液の問題を下記に列挙する。

[0005] 《油溶性材料を含む潤滑液の問題点》

(i)作動液は、油溶性材料をベース（基油）とする切削油等に混入することにより時間経過とともにバクテリアが増殖し、腐敗やこれに伴う悪臭が発生する。

(ii)作動液のベースとしての油溶性材料や添加剤、上記増殖したバクテリアは、その刺激により作業者の手荒れを発生させるものであり、またバクテリアの増殖の低減目的で配合する防腐剤にも塩素、硫黄、リン等の手荒れ発生の原因物質が含まれている。

[0006] 《油溶性材料を含む作動液が水溶性材料の加工液に混入する際の問題点》

(iii)油溶性材料を含む作動液が加工液に混入すると、被加工物のべとつきによる後工程への影響（塗装剥離、接着不足等）が大きく、背反して該影響を回避するための被加工物の洗浄には洗浄液の劣化や洗浄液の廃棄の問題を含むこととなる。

(iv)油溶性材料を含む作動液が加工液に混入して油水の二液が分離されていない状態であると加工液自体は水溶性であっても使用後の加工液を廃棄せざるを得ず、再使用できない所謂使い捨てのものになる。とりわけ大規模工場の場合には大量の廃棄物が発生することになり、脱炭素社会を企図する社会要請に応答すべきである。一方、油水の二液を精緻に分離する装置・工程の導入する方法や、作動液の加工液への混入を防止すべく作動液の吐出量を制御し、回収タンク内に漏出する作動液を低減する方法も存在するが、二液分離する装置・工程導入のコストや少ない吐出量で潤滑効果を発揮する作動液を採用するコストが増加する。

(v)水溶性材料の加工液を採用しても、たとえ上記二液分離や吐出量制限のような対策を講じて油溶性材料を含む作動液が少量混入すると、加工液の経時的な性能劣化を免れることはできず、早期入れ替えによる廃液処理の問題が残る。

(vi)水溶性材料の加工液を採用しても、作動液が油溶性材料のままだと両者

のリユース(Reuse)ができず、総じてReduce（リデュース）、Reuse（リユース）、Recycle（リサイクル）を標する社会要請に沿うことができない。

とりわけ、加工部近傍の工作機械の摺動部には、ワークや工具に大量の加工液を放出される際に摺動部に付与される作動液が混入し易く、加工液への作動液の混入の問題が大きく、特に留意すべきである。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2002-167594号公報

特許文献2：特開2008-221397号公報

特許文献3：特開2010-23154号公報

特許文献3：特開2012-91265号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 以上の問題に鑑みて本発明は創作されたものであり、工作機械の作動液としての潤滑液を水溶性とすることで上記種々の問題を解決しつつ、その作動液及び切削液等の加工液としての潤滑性を維持して工作機械内で循環させることが可能な工作機械システム及びこの工作機械システムに用いる潤滑液を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明は、作動液（working fluid(主として主軸作動液、摺動面潤滑液)）とが混合する環境下で稼働する工作機械を運用する工作機械システムであって、

該工作機械による被加工部材の加工に用いられる加工液（cutting fluid（切削加工液、研削加工液、研磨加工液、塑性加工液等（油性、水溶性含む）））との両者は、共に鉋物由来の油性材料を含まない水溶性材料の潤滑液（lubrication fluid）が用いられ、

潤滑作用終了後の作動液及び加工液を混合回収する工作機械の潤滑流路下

流に配設された回収手段と、

該回収手段と連通して作動液及び加工液を貯留させる排出用容器と、

該排出用容器内には底部から離間した位置に配設した流入口から二液分離なく該排出用容器内の作動液及び加工液をそのまま吸引して加工液及び／又は作動液の供給流路に戻す循環手段と、を備える工作機械システムを提供している。

[0010] 本発明の工作機械システムでは、加工液のみならず作動液も鉱物油由来の油性材料を含まず両者ともに共通の水溶性材料の潤滑液を用いており、使用後（潤滑作用終了後）の作動液と加工液とを回収して排出用容器（例えば貯留タンク）に貯留させ、貯留した潤滑液をそのまま再度、供給側に循環させている。したがって、そもそも工作機械の流路（液路）に油性材料が使用されず水溶性材料を用いることで回収時に作動液と加工液とが完全に溶解、混合、可溶することとなるので、二液分離（例えば、実施形態で後述する液面近傍を避けて貯留液を吸引する等）をしなくても上述した(i)～(vi)のような油性材料を含む作動液が切削液等の加工液に混入した際の問題が発生しない。

[0011] 具体的には(i)(ii)栄養源となり得る油性材料がないためバクテリアの増殖が低減され、また水溶性材料であるため油性材料が分離浮上又は乳化浮上して液面を被覆することによる嫌気性状態（嫌気性菌）の発生をも低減できる。その結果、腐敗や悪臭を低減することができる。また、油性材料を含んでいないため手荒れも防止できる。また、(iii)油性材料が被加工物に付着することによる被加工物のべとつきや汚染が発生せず、加工後の洗浄工程が不要又は簡便になり、洗浄液の削減、洗浄液の劣化抑制による廃液の削減し、加工工程全体の短縮化（製造コストの抑制）を図ることができる。さらに(iv)(v)(vi)作動液の吐出量の制限や二液分離装置の設置にともなうコスト増や工作機械の大型化・構造の複雑化を防止し、作動液が少量混入することによる加工液の経時的な性能劣化や早期入れ替えを行うことがなく、加工液と作動液とを共通化することでリユース(Reuse)の要請を達成し得る。

- [0012] また、前記循環手段が、前記排出用容器内からの作動液及び加工液を戻す供給流路は、加工液の供給流路であり、作動液の供給流路への連通を遮断する、ことが好ましい。
- [0013] 好適な本工作機械システムでは、循環手段で回収された作動液及び加工液を加工液（切削液等）の供給流路にのみに戻して再度、加工液として運用し、作動液の供給流路には戻さず、作動液は新しい作動液が常に供給される流路を形成している。作動液に水溶性材料を採用する場合、摺動面での使用過程で水分蒸発が生じ、潤滑液としての粘度等の性能要求が厳しいため回収液を成分調整して再使用することが必要となる。その一方、切削液等の加工液は微粒子であるスラッジ（切りくず等）は微粒子であり、完全にフィルタリングしてその混入を回避することができないものであり、このスラッジが混入したものを作動液として用いると摺動面を損傷させる原因となり、特に高精度の加工を行う工作機械では問題である。また、加工液は運用液量の確保が主題となり、水溶性であっても性能要求が作動液ほど厳しくないため使用後の加工液や同種の作動液を区別せず、そのまま回収し、もともと実行していた水分蒸発相当分の補充としての画一的加水等をそのまま実行するだけで再使用することができることがわかっている。したがって、好適な本工作機械システムでは、作動液と加工液とをともに水溶性材料で兼用する場合であっても、運用中の成分制御を単純化し、コスト低減及び市場拡大を企図すべく使用後の作動液が加工液側の流路に侵入することを積極的に許容し、そのまま循環流路を形成しつつ、作動液側の流路には使用後の加工液及び作動液が侵入させず逆流を回避する構成としている。
- [0014] また、特に本工作機械システムは、被加工部材の加工として、旋盤機能、フライス加工機能、研削機能、ドリル孔開け機能、又は鋸切断機能等の全ての機能を有する工作機械に適用することができる。
- [0015] また、上記工作機械システムに用いる水溶性材料を含み、油溶性材料を含まない工作機械用の作動液及び加工液は、防腐剤を含まず pH 緩衝剤が配合される。

[0016] 上記工作機械システムに用いられる潤滑液としての作動液及び加工液は、水溶性材料をベースにすることに加えて、鉱物油由来の基油のような塩素、硫黄、リン等の防腐剤（バクテリア増殖低減目的）を添加剤として配合せず、水溶性材料のpHを維持することで防腐効果を促進するアルカリ剤を配合している。したがって、本作動液及び加工液を採用すると（i）バクテリア増殖による悪臭を低減できるだけでなく、（ii）従来の油溶性材料の潤滑液の防腐剤に含まれる塩素、硫黄、リン等による作業者の手荒れを防止することにも有益である。

発明の効果

[0017] 本発明の工作機械システム及び工作機械用の作動液及び加工液によれば、工作機械の作動液に鉱物油由来の油溶性材料を含まず、作動液及び加工液の両者ともに水溶性とすることで油水の二液を分離することなく、加工液を工作機械内で循環させることができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]本発明の工作機械システムを採用する工作機械の一例としてNC旋盤装置の斜視図である。

[図2]従来の工作機械システムにおける作動液及び加工液の流路構成例を示す概略図である。

[図3]図2の従来の工作機械システムの構成例を示すブロック図である。

[図4]本発明の工作機械システムにおける作動液及び加工液の流路構成例を示す概略図である。

[図5]図4の本発明の工作機械システムの構成例を示すブロック図である。

発明の最良の実施形態

[0019] 以下、本発明の工作機械システムの実施形態を例示する。本工作機械システムは、摺動面等に用いる作用液及びワークの加工箇所を用いる加工液を使用する切削加工装置、研削加工装置等の種々の工作機械に適用できるものである。本明細書では、図1には本工作機械システムを採用する工作機械としてNC旋盤装置が例示されており、特にNC旋盤装置の一例として主軸（ワーク

の回転軸)が横向きになった横型NC旋盤装置の斜視図が示されている。また、図2及び図4では図1に示すNC旋盤装置の他の例として一般に大型旋盤加工に用いる縦型NC旋盤装置の模式図を示しており、加えて図2ではその縦型NC旋盤装置を用いた従前の工作機械システムの構成例、図4では同じ縦型NC旋盤装置を用いた本工作機械システムの構成例が示されている。

[0020] 図1に示すように汎用の横型NC旋盤装置10は、架台12上に軸線(装置の長手方向(Z軸方向))が同一又は相互に平行になるように2つ主軸(C1軸14、C2軸16)が離間して配設されている。C1軸14、C2軸はともに矢印A,Bに示すようにワーク18を装着して軸回転する。また、架台12上には下部ベッド22が装着され、下部ベッド22上には下部ベッド22に対してZ軸方向に滑動する上部ベッド24が装着される。上部ベッド24上には上部ベッド24に対してY軸方向に滑動する主軸台26が装着される。主軸台26には主軸台26に対してX軸方向に昇降する工具主軸20が装着され、工具主軸20の先端に工具がチャッキングされる(図示せず)。このような構成により横型NC旋盤装置の斜視図10では、工具の刃先が軸回転するワーク18の所望位置に接近・離間し、ワーク18を切削加工している。

[0021] また上述したように図2は縦型NC旋盤装置100を用いた従前の工作機械システムの構成例を示し、図3は図2と同じ縦型NC旋盤装置100を用いた本工作機械システムの構成例を示している。なお、図2～図3の参照番号の末尾2桁が図1と同じ参照番号の部材は同種の部材を意味している。縦型NC旋盤装置100は、ろくろのような垂直方向に回転軸を持った回転テーブルにワークをセットし旋削加工を行う型式の旋盤装置であり、ワークサイズ(直径)が大きいものの加工に適している。具体的には、ワーク118を担持した回転テーブル130が軸線0-0周りに回転し、回転しているワーク118に主軸台126の工具主軸120が接近・離間し、その先端に把持される工具132でワーク118を切削している。

[0022] 《従前の工作機械システム例(図2～図3参照)》

次に、この縦型NC旋盤装置100(以下、単に「NC旋盤装置100」とも

称する)を用いた従前の工作機械システムでの潤滑液の供給流路について図2～図3を参照しつつ説明する。図2はNC旋盤装置100を用いた従前の工作機械システムの構成例、図3は図2に示す従前の工作機械システムの概要を示すブロック図を示している。なお、ここでは従前のNC旋盤装置100として、潤滑液のうち工具132によるワーク118の加工時に用いられる加工液(cutting fluid)のベースを水溶性材料とし、工具主軸120の滑動や回転テーブル130の回転軸の摺動面の潤滑に用いる作用液のベースを鉱物油由来の油用材料とする例で説明する。また、図3で示す矢印は、加工液又は作動液の流れを示しており、矢印の太さは流量の大小をイメージしている。

[0023] NC旋盤装置100は、併設する第一貯留タンク(排出用容器)134aと第二貯留タンク134bとで構成された貯留タンク134を外部又は内部に備えている。

まず「加工液」について、初期状態で稼働前に第一貯留タンク(排出用容器)134aに新規の加工液136を所定量注入し、貯留させる(第一貯留タンク134a及び第二貯留タンク134bの構造については後述)。NC旋盤装置100が稼働すると、第一貯留タンク134a内に貯留した加工液136はポンプ(図示せず)で汲み上げられ、吸入流路138内を経て工作機械本体側に運搬され、放出口138aからワーク118や工具132近傍の加工箇所へ放出される。放出された加工液136は、加工箇所の潤滑や冷却を行った後、ワーク118や回転テーブル130、その他飛び散った周辺部材から落下し、放出された加工液を全て受容する回収容器(回収手段(例えば所謂オイルパン))140に回収される。

[0024] 回収容器140で回収された使用後の加工液は、その下流に配設された排出流路142を介して排出口142aから第一貯留タンク134a内に排出される。なお、図2では排出流路142を介して回収容器140内の加工液が第一貯留タンク134aまで運搬されているが、回収容器140内の加工液が第一貯留タンク134aに排出されて一体として回収・貯留容器(図3

参照)として機能すれば他の流路構成でも良く、例えば回収容器140と第一貯留タンク134aが直結している場合や回収容器140から加工液を一旦、組み上げて第一貯留タンク134a内まで運搬する場合等であっても良い。なお、回収容器140内の加工液は加工時に発生したスラッジ(切りくず等の沈殿物)144が含まれており、第一貯留タンク134a内に貯留した使用後の加工液はスラッジ144が底部に沈殿する。

[0025] そして、第一貯留タンク134aに貯留した加工液は、底部に沈殿するスラッジ144を汲み上げない程度に所定の高さに位置する吸入口138bから吸入流路138内に汲み上げて加工液として再利用される循環流路を形成している(第二貯留タンク134b等については後述)。この循環流路により「加工液」は、図3でも明らかなように初期状態で第一貯留タンク134aに注入するとその後、減った分の追加や定期メンテナンスの場合を除き、何度も再利用でき、無用な「加工液」の廃液処理を要しない。

[0026] 次に「作動液」について、従前の工作機械システムで用いる作動液は、加工液の成分を問わず油溶性材料を主成分とするものであり、初期状態で新しい作動液152が作動液充填タンク150内に充填するとその後は少量減った分だけ適宜充填される。作動液充填タンク150内の作動液152は概ね、工具主軸120側の第一作動液供給路154と回転テーブル130側の第二作動液供給路154とに分流して、それぞれ工具主軸120や回転テーブル130の滑動の摺動部151(図3参照)に供給される。この作動液は摺動部151の潤滑目的で供給されるものであり、前述の作動油のように大量に放出されるものではないが微量分、工具主軸120や回転テーブル130の摺動面の外に漏出される。漏出した作動液152は、工具主軸126や工具132、工具主軸126や工具132、回転テーブル130等から下方に落下し、その多くが加工液136の回収用に配設された回収容器140に到達する(回収容器140と第一貯留タンク134aが一体部材の例もあり得るため図3では回収・貯留手段全体に到達するよう図示している)。その結果、回収容器140内の液体は、水溶性成分の加工液136の中に油溶性成

分の作動液 1 5 2 が混入した状態となり、排出流路 1 4 2 を介して第一貯留タンク 1 3 4 a に到達する。

[0027] 上述したように第一貯留タンク 1 3 4 a は加工液 1 3 6 を貯留させて再利用することを目的としているが、実際には作動液 1 5 2 が混入した加工液 1 3 6 が貯留されることとなる。第一貯留タンク 1 3 4 a 内に貯留した加工液 1 3 6 と作動液 1 5 2 の混合液は、比重差により液面近傍に油溶性成分の作動液 1 5 2 が浮上し、その下方に水溶性成分の加工液 1 3 6 が滞留した状態になっている。

[0028] 図 2 に示す従来の NC 旋盤装置 1 0 0 を用いた工作機械システムでは、加工液 1 3 6 のみ吸入流路 1 3 8 から汲み上げて循環させて再利用できるように加工液 1 3 6 と作動液 1 5 2 の二液分離を行う構成を有している。

[0029] 第一貯留タンク 1 3 4 a に到達した油溶性成分の作動液 1 5 2 が混入した加工液 1 3 6 は、まず丸印 1 の領域に侵入・貯留していき、下方が開いた仕切り 1 3 4 c により丸印 1 の領域から丸印 2 の領域に侵入する（矢印 α 参照）。このとき底部にスラッジ 1 4 4 が沈殿し、丸印 1 の領域の上部液面近傍では油溶性の作動液 1 5 2 が分離浮上又は乳化浮上した層を形成し、それより下方に油溶性の作動液 1 5 の含有量を大幅に減らした加工液 1 3 6 が貯留する。したがって、丸印 2 の領域に侵入・貯留する液体は、その成分の大部分が油溶性の作動液 1 5 を含まない作動液 1 3 6 で構成される。また、丸印 1 の領域の上部液面近傍は分離浮上又乳化浮上した油溶性の作動液 1 5 2 は、吸引側の端部が液面近傍に配設する廃棄流路 1 4 2 から第二貯留タンク 1 3 4 b に放出され、外部に廃棄される。これにより作動液 1 5 2 と加工液 1 3 6 との混合液（スラッジ 1 4 4 を含む）から加工液 1 3 6 を概ね分離する第一段階の二液分離が達成される。

[0030] また、丸印 1 の領域の加工液 1 3 6 は、上端が仕切り 1 3 4 c より低い仕切り 1 3 4 d を超えて丸印 3 の領域に侵入し（矢印 β 参照）、上端が仕切り 1 3 4 d より高く下方が開いた仕切り 1 3 4 e により丸印 4 の領域に侵入する（矢印 γ 参照）。これにより丸印 2 の領域の上部液面近傍に油溶性の作動

液 1 5 2 が残っていたとしても丸印 4 の領域内に侵入する加工液 1 3 6 からほとんど除去されることとなる。さらに液面近傍より下方で底部より高い位置に配設する吸入口 1 3 8 b から丸印 4 の領域の加工液 1 3 5 吸入流路 1 3 8 内に汲み上げて加工液として再利用される循環流路を形成する。これにより作動液 1 5 2 と加工液 1 3 6 との混合液から加工液 1 3 6 を概ね分離する第二段階の二液分離が達成される。

[0031] 《本発明の工作機械システム例（図 4 ～図 5 参照）》

次に、本発明の工作機械システムでの潤滑液の供給流路例について図 4 ～図 5 を参照しつつ説明する。図 4 は NC 旋盤装置 2 0 0 を用いた従前の工作機械システムの構成例、図 5 は本発明の工作機械システムの概要を示すブロック図を示している。ここでは本発明の工作機械システムが従前の工作機械システムに用いる工作機械をそのまま活用し得る様子を示すため、図 4 ～図 5 では図 2 ～図 3 に示す NC 旋盤装置 1 0 0 と基本構成を同一とする NC 旋盤装置 2 0 0 を用いており、ここでは本工作機械システムにおける潤滑液の供給流路、特に図 2 ～図 3 の構成と異なる構成について説明する。なお、図 4 ～図 5 における参照番号の末尾 2 桁及び記号が図 2 ～図 3 の参照番号及び記号と同一のものは、図 2 ～図 3 と同一部材、同一機能を有するものである。また、図 5 で示す矢印は、加工液又は作動液の流れを示しており、矢印の太さは流量の大小をイメージしている点は図 3 と同様である。

[0032] 本発明の工作機械システムでは、NC 旋盤装置 2 0 0 として、潤滑液のうち工具 2 3 2 によるワーク 2 1 8 の加工時に用いられる加工液のベースは従前同様に水溶性材料としているが、本工作機械システムでは工具主軸 2 2 0 の滑動や回転テーブル 2 3 0 の回転軸の摺動面の潤滑に用いる作用液のベースに作用液と同じ水溶性材料（詳細には後述）を用いている。また、NC 旋盤装置 2 0 0 には、第一貯留タンク 2 3 4 a に従前のように第二貯留タンク 1 3 4 b が併設されていない。

[0033] まず「加工液」については、図 2 ～図 3 に示す従前の例と同様に、初期状態で第一貯留タンク 2 3 4 a に新規の加工液 2 3 6 を所定量注入し貯留させ

ている。NC旋盤装置200が稼働すると、第一貯留タンク234a内の加工液236を汲み上げて吸入流路238を介して放出口238aからワーク218や工具232近傍の加工部（図5参照）に放出される。放出された加工液236は、加工部の潤滑や冷却を行った後、ワーク218や回転テーブル230等から落下し、全て回収容器（回収手段）240に受容・回収される。

[0034] また、回収された加工液は、回収容器240の下流の排出流路242を介して排出口242aから第一貯留タンク234a内に戻され、底部に沈殿するスラッジ244を汲み上げない程度に所定の高さに位置する吸入口238bから再度、吸入流路28内に汲み上げられて加工液の再利用・循環工程が形成される。なお、この加工液（及び後述の作動液）の再利用・循環工程は使用後の液体の加工部の下流に回収・貯留手段（図5参照）があれば他の流路構成であっても良く、例えば回収容器240と第一貯留タンク234aが直結している場合や回収容器140から加工液を一旦、組み上げて第一貯留タンク234a内まで運搬する場合等であっても良い点は、図2～図3に示す従前の例と同様である。以下、加工液は、初期状態で最初に第一貯留タンク134aに注入すると、図2～図3に示す従前の工作機械システムのような二液分離用（油水分離用）の第二貯留タンク134bへの油溶性成分の回収・廃棄処理を要せず、システム内の加工液総量は水分蒸発等の理由による減量しかないので減量分の追加や定期メンテナンスのときだけ新たな加工液又は希釈水が注液・加水される。以下、作動液と加工液の二液分離工程が不要な点について作動油の流路及び成分例を示しつつ説明する。

[0035] まず、「作動液」の流路について、作動液は油溶性材料を主成分とするものであり、作動液は概ね閉空間に充填されるものであるため初期状態で新しい作動液252が作動液充填タンク250内に充填されると、微量に漏出して減った分だけ適宜充填される。作動液充填タンク250内の作動液252は概ね、工具主軸120側の第一作動液供給路254と回転テーブル230側の第二作動液供給路254とに分流して、それぞれ工具主軸220や回転

テーブル 230 の滑動の摺動部（図 5 参照）に供給される。この作動液は滑動部品の潤滑目的で供給されるものであり、上述の通り、作動油のように大量に放出されるものではないが微量分、摺動部の外に漏出される。漏出した作動液 252 は、工具主軸 226 や工具 232、回転テーブル 230 等から下方に落下し、その多くが加工液 236 の回収用に配設された回収容器 240 に到達し、回収容器 240 内の液体は、加工液 236 の中に作動液 152 が混入した状態となる。

[0036] しかしながら、従前の工作機械システムと相違し、作動液 152 と加工液 236 は共に同じ水溶性材料をその成分としているため、回収容器 240 内に回収された作動液と加工液の混合液は、油溶性成分を含まない液体として排出流路 242 を介して第一貯留タンク 234 a に到達する。したがって、濃度を除き第一貯留タンク 234 a 内に貯留する作動液 152 と加工液 236 は、初期に充填した加工液と同質である。

[0037] その結果、図 2～図 3 に示す従前の工作機械システムのような二液分離工程は不要であり、上述してきたように回収・貯留された作動液 152 と加工液 236 をそのまま加工部まで循環させ、再利用することが可能となる。上述してきたように種々の面で有益である。なお、図 4～図 5 の本発明の工作機械システム例では、第一貯留タンク 234 a 内に沈殿するスラッジ 244 が残存するため第一貯留タンク 234 a 内に貯留する作動液 152 と加工液 236 の混合液を作動液として再利用・循環させることは行わないこととしている（図 5 の矢印参照）。

[0038] 《加工液及び作動液の組成例》

以下、図 3～図 4 の工作機械システムで有効に運用することが検証された作動液 152 と加工液 236 の組成物及び配合比率を示す。

[0039] 以下の(i)～(vi)に示される原液としての作動液 252 と加工液 236 の好適な組成物（及び配合比率）が検証された。

(i) アルカリ剤（10～20％）

(ii) 脂肪酸（10～20％）

(iii)ポリマー (3~15%)

(iv)アルカリ電解水 (他の組成物の残部)

(v) 添加する場合は、防食剤 (0.1~0.2%)

(vi) 添加する場合は、 (0.1~0.2%)

[0040] (i)アルカリ剤は、例えば、アミン類であり、液体の酸性化を防止するためにpHを高く維持する目的で含有される。pH調整については後述の(iv)アルカリ電解水の説明において言及する。

[0041] (ii)脂肪酸は、潤滑性を確保するために配合されるものである。脂肪酸は、一般的に炭素数8~18の脂肪酸が該当するが、水溶性であることをユーザに対して可視的・触角的に認識させて脱炭素社会促進に資する観点から本発明の工作機械システムの作動液や加工液に用いる場合、炭素数9~10の脂肪酸、例えばノナン酸、デカン酸等の直鎖飽和脂肪酸、ウンデシレン酸等の直鎖不飽和脂肪酸、イソノナン酸、バーサティック酸等の分岐飽和脂肪酸、セバシン酸等の二塩基酸が好ましい。なお、(ii)高級脂肪酸を水溶性にするために(i)アルカリ剤と(ii)高級脂肪酸とで塩を形成している。

[0042] (iii)ポリマーは、作動液としての粘度を担保する目的で配合しており、例えばエチレンオキサイド又はプロピレンオキサイド又はブチレンオキサイドの重合物及びエチレンオキサイドとプロピレンオキサイドの共重合物であるポリアルキレングリコールが挙げられる。このポリアルキレングリコールの平均分子量は好ましくは400~4500の範囲のものであり、その1種には構造中にN原子を含み、他の1種にはブチレングリコールが含まれる。ブチレングリコールの平均分子量は400~500が好ましい。

[0043] (iv)アルカリ電解水は、例えば、炭酸カリウムを電解質とし得られる水酸化カリウムを含むアルカリ水であり、作動液は潤滑性確保の観点からpH10.0~12.5の強アルカリ性の原液そのまま投入され、加工液はさらに(iv)弱アルカリ電解水で3~20倍程度、より好ましくは5~10倍程度に希釈されて投入される。工作機械を構成するステンレス等の金属部材は、錆防止等の観点から表面仕上げをして不動態被膜を形成しており、大量に放出される加工液が酸

性化すると不動態被膜を溶解する可能性があるため、(i)アルカリ剤や加水と相まって好ましくは $\text{pH} \geq 7.0 + 0.2 = 7.2$ の弱アルカリ性に調整・管理される。また、加工液が強アルカリ性になり過ぎるとワーク218がAl等の非鉄金属の場合には溶解する可能性があり、加工対象となるワークの材質が制限されることとなるため $\text{pH} < 10.5$ に調整することが好ましい。

[0044] したがって、(i)アルカリ剤の配合を調整し、好ましくは加工液を $7.2 \leq \text{pH} < 10.5$ 、汎用性を考慮すると充填時の初期状態で $\text{pH} = 8.1 \pm 0.2$ 程度になるように配合する。なお、作動液が漏出し、加工液に混入する量は加工液に比べて微量であるため、特に加工液の pH に大きく影響するものではなく、(i ii)ポリマーによる粘度を維持するために強アルカリ性の原液を用いても適度のアルカリ電解水で希釈されている環境が続けば、工作機械システムの好適な継続稼働に全く問題なかった。

[0045] (v)防食剤は、例えば、銅、亜鉛、アルミニウム等の非鉄金属に適するものが使用され、(vi)消泡剤は、シリコン系の消泡剤が使用される。両者ともに工作機械の構成材質や上記(i)～(iv)の配合に応じて所望する場合に添加される。

[0046] 以上、上記水溶性材料を含む作動液及び加工液について図1の横型NC旋盤装置10、図3の縦型NC旋盤装置200に本発明の工作機械システム例(図4～図5)に使用した場合、その稼働継続が好適であってことが検証された。

[0047] したがって、本発明の工作機械システムによれば、工作機械用の作動液及び加工液として共に鉱物油由来の油溶性材料を含まない水溶性材料としつつ二液分離することなく、加工液を再使用・循環させることができることを当業者は理解できるであろう。なお、本明細書及び図面に示す実施形態は、本発明の一例であり、特許請求の範囲の考え方や教示から他の種々の改良例、変形例が存在することは当業者に明白である。

符号の説明

[0048] 10 横型NC旋盤装置

100、200 縦型NC旋盤装置
12 架台
14 主軸 (C1軸)
16 主軸 (C2軸)
18, 118、218 ワーク
20, 120, 220 工具主軸
22 下部ベッド
24 上部ベッド
26, 126 主軸台
130, 230 回転テーブル
123, 232 工具
134 貯留タンク
134a, 234a 第一貯留タンク (排出用容器)
134b 第二貯留タンク
136, 236 加工液
138, 238 吸入流路
138a, 238a 放出口
138b, 238b 吸入口
140, 240 回収容器 (回収手段)
142 排出流路
142a 排出口
143 廃棄流路
144、244 スラッジ
146 廃棄流路
150, 250 作動液充填タンク
151, 251 摺動部
152, 252 作動液
154, 254 第一作動液供給路

1 5 6, 2 5 6 第二作動液供給路

請求の範囲

- [請求項1] 作動液と該工作機械による被加工部材の加工に用いられる加工液とが混合する環境下で稼働する工作機械を運用する工作機械システムであって、
- 該作動液と加工液との両者は、鉍物由来の油溶性材料を含まない水溶性材料が用いられ、
- 潤滑作用終了後の作動液及び加工液を混合回収する工作機械の潤滑流路下流に配設された回収手段と、
- 該回収手段と連通して作動液及び加工液を貯留させる排出用容器と、
- 該排出用容器内には底部から離間した位置に配設した流入口から油水分離なく該排出用容器内の作動液及び加工液をそのまま吸引して加工油及び／又は作動油の供給油路に戻す循環手段と、を備える工作機械システム。
- [請求項2] 前記循環手段が、前記排出用容器内からの作動液及び加工液を戻す供給油路は、加工油の供給油路であり、作動油の供給油路への連通を遮断する、ことを特徴とする請求項1に記載の工作機械システム。
- [請求項3] 被加工部材の加工として、旋盤機能、フライス加工機能、研削機能、ドリル穴孔開け機能、又は鋸切断機能を有することを特徴とする請求項1～6に記載の工作機械システム
- [請求項4] 請求項1～3のいずれか1項に記載の工作機械システムに用いる水溶性材料を含み、油溶性材料を含まない工作機械用の作動液及び加工液であって、
- 該作動液及び加工液は、防食剤を含まずpH緩衝剤が配合される、ことを特徴とする工作機械用の作動液及び加工液。