

(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2005-290161
(P2005-290161A)**

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005.10.20)

(51) Int.Cl.⁷

C10M 169/04
C10M 101/04
C10M 105/32
// C10N 30:06
C10N 40:22

F 1

C10M 169/04
C10M 101/04
C10M 105/32
C10N 30:06
C10N 40:22

テーマコード(参考)

4 H 1 O 4

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 44 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2004-106112 (P2004-106112)

(22) 出願日

平成16年3月31日 (2004.3.31)

(71) 出願人

000004444
新日本石油株式会社
東京都港区西新橋1丁目3番12号

(74) 代理人

100088155
弁理士 長谷川 芳樹

(74) 代理人

100092657
弁理士 寺崎 史朗

(72) 発明者

須田 聰
神奈川県横浜市中区千鳥町8番地 新日本
石油株式会社内

(72) 発明者

横田 秀雄
神奈川県横浜市中区千鳥町8番地 新日本
石油株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】金属加工油

(57) 【要約】

【課題】 非鉄金属加工用の不水溶性油剤としての特性、及び極微量油剤供給方式の切削・研削加工用油剤としての特性に優れ、加工効率の向上及び工具の長寿命化を達成可能な金属加工油を提供すること。

【解決手段】 本発明の金属加工油は、エステル油を基油とし、水分含有量が200~20000 ppmであることを特徴とする。本発明の金属加工油によれば、非鉄金属加工用の不水溶性油剤として用いた場合には、非鉄金属(特にアルミニウム)の工具への溶着や加工抵抗の増加を十分に抑制することができ、また、極微量油剤供給方式の切削・研削加工用油剤として用いたときには、良好なオイルミストを形成することができ、加工効率の向上及び工具の長寿命化を高水準で達成することができる。

【選択図】 なし

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

エステル油を基油とし、水分含有量が 200 ~ 20000 ppm であることを特徴とする金属加工油。

【請求項 2】

非鉄金属加工に用いられることを特徴とする、請求項 1 に記載の金属加工油。

【請求項 3】

切削加工、研削加工又は転造加工に用いられることを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の金属加工油。

【請求項 4】

極微量油剤供給式金属加工に用いられることを特徴とする、請求項 1 ~ 3 のうちのいずれか一項に記載の金属加工油。 10

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は金属加工油に関する。

【背景技術】**【0002】**

切削・研削加工においては、加工に用いられるドリル、エンドミル、バイト、砥石等の工具の寿命延長や被加工物の表面粗さの向上、並びにそれによる加工能率の向上といった機械加工における生産性の向上を目的として、通常、切削・研削加工用油剤が使用されている。 20

【0003】

切削・研削加工用油剤は、界面活性剤及び潤滑成分を水に希釈して使用する水溶性切削・研削加工用油剤と、鉱物油を主成分として原液のまままで使用する不水溶性切削・研削加工用油剤との 2 種類に大別される。一般に、不水溶性切削・研削加工用油剤は潤滑性能に、水溶性切削・研削加工用油剤は冷却性能にそれぞれ優れている。

【0004】

加工能率の向上に有効な切削・研削油剤も別の側面からみると好ましくない点があり、その代表的な問題点として環境への影響が挙げられる。不水溶性、水溶性にかかわらず油剤は使用中に徐々に劣化してついには使用不能な状態になる。例えば、水溶性油剤の場合には微生物の発生によって液の安定性が低下して成分の分離が生じたり、衛生環境を著しく低下させてその使用が不可能となる。また、不水溶性油剤の場合には酸化の進行によって生じる酸性成分が金属材料を腐食させたり、粘度の著しい変化が生じてその使用が不可能となる。更に、油剤が切りくず等に付着して消費されたりして廃棄物となる。 30

【0005】

このような場合には劣化した油剤を廃棄して新しい油剤が使用される。このときに廃棄物として排出される油剤は環境に影響を及ぼさないように様々な処理が必要になる。例えば、作業能率の向上を優先させて開発されてきた切削・研削油剤には、焼却処理時に有毒なダイオキシンを発生させる可能性のある塩素系化合物が多く用いられているが、これらの化合物の除去処理などが必要になる。このため、塩素系化合物を含まない切削・研削油剤も開発されているが、たとえかかる有害な成分を含まない切削・研削油剤であっても廃棄物の大量排出にともなう環境への影響という問題がある。また、水溶性油剤の場合には環境水域を汚染する可能性があるため、高いコストをかけて高度な処理を施す必要がある。 40

【0006】

このように、加工効率の向上と環境負荷の低減との両立が困難な例として、自動車部品や家電部品として用いられる非鉄金属製部品の製造分野が挙げられる。より具体的には、アルミニウム又はアルミニウム合金などの非鉄金属製部品を加工する際には、従来、水溶 50

性油剤を使用するのが一般的であるが、非鉄金属を加工した後の廃液には金属が溶解していることが多い、廃液処理に多大なコストを要するという問題がある。また、水溶性油剤を用いる場合は、最適なpHの加工液を使用しないと腐敗や部品表面の腐食を生じてしまうため、その使用に際しては厳密且つ頻繁な管理が必要となる。

【0007】

そこで、非鉄金属加工の分野では、上記の問題点を解決するために、ドライ加工や不水溶性加工油剤の適用が検討されている。

【0008】

また、その一方で、新規な加工方法として、極微量油剤供給方式切削・研削加工方法の開発が進められている。この方法は、通常の切削・研削加工における油剤の使用量に比べて $1/100000 \sim 1/1000000$ 程度の極微量の油剤を圧縮流体（例えば圧縮空気）と共に加工物に供給しながら切削・研削を行うものである。このシステムでは、圧縮空気による冷却効果が得られ、また極微量の油剤を用いるために廃棄物量を低減することができ、従って廃棄物の大量排出に伴う環境への影響も改善することができる。したがってこの方法は、非鉄金属の加工方法としてだけでなく、鉄系金属の加工方法としても期待されている。

【0009】

極微量油剤供給方式の場合、油剤の供給量が極微量であっても良好な表面の加工物を得ることができ、また工具等の摩耗も少なく、切削・研削を効率よく行えることが望ましく、従って切削・研削加工油剤にはより高い性能が要求される。また、廃棄物処理や作業環境の点から、生分解性に優れた油剤であることが望ましい。

【0010】

また、極微量油剤供給方式の場合、良好なオイルミストを生じさせることが非常に重要である。オイルミストの状態が悪いと、配管詰まりが起こって加工点に到達するオイル量が不十分となり、加工効率の低下や工具寿命の低下が起りやすくなる。その一方で、オイルが過剰にミスト化されやすいと、吐出されたオイルミストが飛散し、作業環境を汚染することになる。また、この場合も、オイルミストが飛散することによりオイル量の損失が生じるため、加工点に到達するオイル量が不十分となり、加工効率の低下や工具寿命の低下が起りやすくなる。

【0011】

更に、極微量油剤供給方式では、油剤はオイルミスト化されて供給されるので、安定性の悪い油剤を使用した場合、工作機械内部、ワーク、工具、ミストコレクター内等に付着してべたつき現象の原因となり、取り扱い性において支障を来し、作業能率が低下する。そのため、極微量油剤供給方式に用いる油剤の開発では、油剤はべたつきにくいことが望ましい。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

しかし、ドライ加工を行った場合、非鉄金属（特にアルミニウム）の工具への溶着や加工抵抗の増加により工具の損傷に至ることが多く、十分な加工効率及び工具寿命を達成できていない。また、不水溶性切削油を用いた場合は、火災の懸念や添加剤による腐食や偏食の問題があり、全面的に水溶性切削油に代わることは難しい。

【0013】

一方、極微量油剤供給方式を利用する切削・研削加工の場合も、従来の切削・研削加工用油剤をそのまま極微量油剤供給方式に用いても、上記の要求性能の全てをバランスよく満たすことは非常に困難である。また、極微量油剤供給方式を利用する場合であっても、被加工材が非鉄金属である場合には、非鉄金属の溶着や加工抵抗の増加による工具の損傷を防ぐことは必ずしも容易ではない。

【0014】

本発明は、このような実状に鑑みなされたものであり、非鉄金属加工用の不水溶性油剤

10

20

30

40

50

としての特性、及び極微量油剤供給方式の切削・研削加工用油剤としての特性に優れ、加工効率の向上及び工具の長寿命化を達成可能な金属加工油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】

【0015】

そこで本発明者らは、上記目的を達成するために、先ず、添加剤としての水の特性に着目した。すなわち、水は極性を有し且つ十分な反応性を有することから、水を金属加工油に含有させることにより加工効率及び工具寿命の向上が期待でき、更には環境に対する負荷の低減の点でも有利であると本発明者らは考えた。そして、更に検討を重ねた結果、エステル油を基油とし、水分含有量が特定条件を満たす金属加工油により上記課題が解決されることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0016】

すなわち、本発明の金属加工油は、エステル油を基油とし、水分含有量が200～20000 ppmであることを特徴とする。

【0017】

このように、エステル油を基油とする金属加工油において、水分含有量を200～20000 ppmとすることにより、非鉄金属加工用の不水溶性油剤として用いた場合には、非鉄金属（特にアルミニウム）の工具への溶着や加工抵抗の増加を十分に抑制することができ、加工効率の向上及び工具の長寿命化が達成可能となる。また、本発明の金属加工油は、上記構成を有するために、極微量油剤供給方式の切削・研削加工用油剤として用いたときには、良好なオイルミストを形成することができ、加工効率の向上及び工具の長寿命化が高水準で達成可能となる。更に、本発明の金属加工油は、鉛油等に比べて生分解性の高いエステル油と、環境に対する影響がない水とを含有するものであるため、環境に対する負荷の低減の点でも有用である。

【0018】

なお、本発明による上述の効果は、水分含有量を上記範囲内とすることで、分離水の生成やエステル油の加水分解などの現象を十分に抑制しつつ、添加剤としての水の優れた特性を有效地に利用することができるという本発明者らの知見に基づくものである。このことは、エステル油を用いる場合にはエステル油の加水分解の抑制等の点から水分含有量をできるだけ少なくするという従来の技術常識からみて、予想外の効果と言える。

【0019】

本発明の金属加工油は、非鉄金属加工に好適に用いられる。また、本発明の金属加工油は、切削加工、研削加工又は転造加工に好適に用いられ、更には極微量油剤供給式金属加工に好適に用いられる。

【0020】

ここで、極微量油剤供給式金属加工とは、通常の金属加工における油剤の使用量に比して1/100000～1/100000程度の極微量の油剤を圧縮流体と共に切削・研削箇所に供給しながら行う金属加工をいう。より具体的には、極微量油剤供給方式とは、通常最大でも1ミリリットル/分以下の微量の油剤を圧縮流体（例えば圧縮空気）と共に加工部位（例えば切削・研削部位）に向けて供給する方式をいう。なお、圧縮空気以外に窒素、アルゴン、ヘリウム、二酸化炭素、水などの圧縮流体を単独で用いたり、あるいはこれらの流体を混合して用いることも可能である。

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、非鉄金属加工用の不水溶性油剤としての特性、並びに極微量油剤供給方式の切削・研削加工用油剤としての特性に優れ、加工効率の向上及び工具の長寿命化を達成可能な金属加工油が提供される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、本発明の好適な一実施形態について詳細に説明する。

【0023】

10

20

30

40

50

本発明の金属加工油は、(A)エステル油を基油とし、水分含有量が200～2000ppmのものである。

【0024】

(A)エステル油は、天然物（通常は動植物などの天然油脂に含まれるもの）であっても合成物であってもよい。本発明では、得られる潤滑油の安定性やエステル成分の均一性などの点からは、合成エステルであることが好ましい。また、環境に対する影響の点からは、天然エステルであることが好ましい。

【0025】

(A)エステル油を構成するアルコールとしては1価アルコールでも多価アルコールでもよく、また、(A)エステル油を構成する酸としては一塩基酸でも多塩基酸であってもよい。
10

【0026】

1価アルコールとしては、通常炭素数1～24、好ましくは1～12、より好ましくは1～8のものが用いられ、このようなアルコールとしては直鎖のものでも分岐のものでもよく、また飽和のものであっても不飽和のものであってもよい。炭素数1～24のアルコールとしては、具体的には例えば、メタノール、エタノール、直鎖状又は分岐状のプロパノール、直鎖状又は分岐状のブタノール、直鎖状又は分岐状のペントノール、直鎖状又は分岐状のヘキサノール、直鎖状又は分岐状のヘプタノール、直鎖状又は分岐状のオクタノール、直鎖状又は分岐状のノナノール、直鎖状又は分岐状のデカノール、直鎖状又は分岐状のウンデカノール、直鎖状又は分岐状のドデカノール、直鎖状又は分岐状のトリデカノール、直鎖状又は分岐状のテトラデカノール、直鎖状又は分岐状のペンタデカノール、直鎖状又は分岐状のヘキサデカノール、直鎖状又は分岐状のヘプタデカノール、直鎖状又は分岐状のオクタデカノール、直鎖状又は分岐状のノナデカノール、直鎖状又は分岐状のイコサノール、直鎖状又は分岐状のヘンイコサノール、直鎖状又は分岐状のトリコサノール、直鎖状又は分岐状のテトラコサノール及びこれらの混合物等が挙げられる。
20

【0027】

多価アルコールとしては、通常2～10価、好ましくは2～6価のものが用いられる。2～10の多価アルコールとしては、具体的には例えば、エチレングリコール、ジエチレングリコール、ポリエチレングリコール（エチレングリコールの3～15量体）、プロピレングリコール、ジプロピレングリコール、ポリプロピレングリコール（プロピレングリコールの3～15量体）、1,3-プロパンジオール、1,2-プロパンジオール、1,3-ブタンジオール、1,4-ブタンジオール、2-メチル-1,2-プロパンジオール、2-メチル-1,3-プロパンジオール、1,2-ペンタンジオール、1,3-ペンタンジオール、1,4-ペンタンジオール、1,5-ペンタンジオール、ネオペンチルグリコール等の2価アルコール；グリセリン、ポリグリセリン（グリセリンの2～8量体、例えばジグリセリン、トリグリセリン、テトラグリセリン等）、トリメチロールアルカン（トリメチロールエタン、トリメチロールプロパン、トリメチロールブタン等）及びこれらの2～8量体、ペンタエリスリトール及びこれらの2～4量体、1,2,4-ブタントリオール、1,3,5-ペンタントリオール、1,2,6-ヘキサントリオール、1,2,3,4-ブタンテトロール、ソルビトール、ソルビタン、ソルビトールグリセリン縮合物、アドニトール、アラビトール、キシリトール、マンニトール等の多価アルコール；キシロース、アラビノース、リボース、ラムノース、グルコース、フルクトース、ガラクトース、マンノース、ソルボース、セロビオース、マルトース、イソマルトース、トレハロース、スクロース等の糖類、及びこれらの混合物等が挙げられる。
30
40

【0028】

これらの多価アルコールの中でも、エチレングリコール、ジエチレングリコール、ポリエチレングリコール（エチレングリコールの3～10量体）、プロピレングリコール、ジプロピレングリコール、ポリプロピレングリコール（プロピレングリコールの3～10量体）、1,3-プロパンジオール、2-メチル-1,2-プロパンジオール、2-メチル-1,3-プロパンジオール、ネオペンチルグリコール、グリセリン、ジグリセリン、ト
50

リグリセリン、トリメチロールアルカン(トリメチロールエタン、トリメチロールプロパン、トリメチロールブタン等)及びこれらの2~4量体、ペントエリスリトール、ジペントエリスリトール、1,2,4-ブタントリオール、1,3,5-ペントントリオール、1,2,6-ヘキサントリオール、1,2,3,4-ブタンテトロール、ソルビトール、ソルビタン、ソルビトールグリセリン縮合物、アドニトール、アラビトール、キシリトール、マンニトール等の2~6価の多価アルコール及びこれらの混合物等が好ましい。さらにより好ましくは、エチレングリコール、プロピレングリコール、ネオペンチルグリコール、グリセリン、トリメチロールエタン、トリメチロールプロパン、ペントエリスリトール、ソルビタン、及びこれらの混合物等である。これらの中でも、より高い熱・酸化安定性が得られることから、ネオペンチルグリコール、トリメチロールエタン、トリメチロールプロパン、ペントエリスリトール、及びこれらの混合物等が最も好ましい。

10

【0029】

(A) エステル油を構成するアルコールは、上述したように1価アルコールであっても多価アルコールであってもよいが、より優れた潤滑性が達成可能となる点、並びに流動点の低いものがより得やすく、冬季及び寒冷地での取り扱い性がより向上する等の点から、多価アルコールであることが好ましい。また、多価アルコールのエステル油を用いると、切削・研削加工において、加工物の仕上げ面精度の向上と工具刃先の摩耗防止効果がより大きくなる。

【0030】

また、(A) エステル油を構成する酸のうち、一塩基酸としては、通常炭素数2~24の脂肪酸が用いられ、その脂肪酸は直鎖のものでも分岐のものでもよく、また飽和のものでも不飽和のものでもよい。具体的には、例えば、酢酸、プロピオン酸、直鎖状又は分岐状のブタン酸、直鎖状又は分岐状のペンタン酸、直鎖状又は分岐状のヘキサン酸、直鎖状又は分岐状のヘプタン酸、直鎖状又は分岐状のオクタン酸、直鎖状又は分岐状のノナン酸、直鎖状又は分岐状のデカン酸、直鎖状又は分岐状のウンデカン酸、直鎖状又は分岐状のドデカン酸、直鎖状又は分岐状のトリデカン酸、直鎖状又は分岐状のテトラデカン酸、直鎖状又は分岐状のペンタデカン酸、直鎖状又は分岐状のヘキサデカン酸、直鎖状又は分岐状のヘプタデカン酸、直鎖状又は分岐状のオクタデカン酸、直鎖状又は分岐状のヒドロキシオクタデカン酸、直鎖状又は分岐状のノナデカン酸、直鎖状又は分岐状のイコサン酸、直鎖状又は分岐状のヘンイコサン酸、直鎖状又は分岐状のドコサン酸、直鎖状又は分岐状のトリコサン酸、直鎖状又は分岐状のテトラコサン酸等の飽和脂肪酸、アクリル酸、直鎖状又は分岐状のブテン酸、直鎖状又は分岐状のペンテン酸、直鎖状又は分岐状のヘキセン酸、直鎖状又は分岐状のヘプテン酸、直鎖状又は分岐状のオクテン酸、直鎖状又は分岐状のノネン酸、直鎖状又は分岐状のデセン酸、直鎖状又は分岐状のウンデセン酸、直鎖状又は分岐状のドデセン酸、直鎖状又は分岐状のトリデセン酸、直鎖状又は分岐状のテトラデセン酸、直鎖状又は分岐状のペンタデセン酸、直鎖状又は分岐状のヘキサデセン酸、直鎖状又は分岐状のヘプタデセン酸、直鎖状又は分岐状のオクタデセン酸、直鎖状又は分岐状のヒドロキシオクタデセン酸、直鎖状又は分岐状のノナデセン酸、直鎖状又は分岐状のイコセン酸、直鎖状又は分岐状のヘンイコセン酸、直鎖状又は分岐状のドコセン酸、直鎖状又は分岐状のトリコセン酸、直鎖状又は分岐状のテトラコセン酸等の不飽和脂肪酸、及びこれらの混合物等が挙げられる。これらの中でも、潤滑性及び取扱い性がより高められる点から、特に炭素数3~20の飽和脂肪酸、炭素数3~22の不飽和脂肪酸及びこれらの混合物が好ましく、炭素数4~18の飽和脂肪酸、炭素数4~18の不飽和脂肪酸及びこれらの混合物がより好ましく、炭素数4~18の不飽和脂肪酸がさらに好ましく、べたつき防止性の点からは炭素数4~18の飽和脂肪酸がさらに好ましい。

20

【0031】

多塩基酸としては炭素数2~16の二塩基酸及びトリメリット酸等が挙げられる。炭素数2~16の二塩基酸としては、直鎖のものでも分岐のものでもよく、また飽和のものでも不飽和のものでもよい。具体的には例えば、エタン二酸、プロパン二酸、直鎖状又は分岐状のブタン二酸、直鎖状又は分岐状のペンタン二酸、直鎖状又は分岐状のヘキサン二酸

30

40

50

、直鎖状又は分岐状のヘプタン二酸、直鎖状又は分岐状のオクタン二酸、直鎖状又は分岐状のノナン二酸、直鎖状又は分岐状のデカン二酸、直鎖状又は分岐状のウンデカン二酸、直鎖状又は分岐状のドデカン二酸、直鎖状又は分岐状のトリデカン二酸、直鎖状又は分岐状のテトラデカン二酸、直鎖状又は分岐状のヘプタデカン二酸、直鎖状又は分岐状のヘキサデカン二酸、直鎖状又は分岐状のヘキセン二酸、直鎖状又は分岐状のヘプテン二酸、直鎖状又は分岐状のオクテン二酸、直鎖状又は分岐状のノネン二酸、直鎖状又は分岐状のデセンニ酸、直鎖状又は分岐状のウンデセンニ酸、直鎖状又は分岐状のドデセンニ酸、直鎖状又は分岐状のトリデセンニ酸、直鎖状又は分岐状のテトラデセンニ酸、直鎖状又は分岐状のヘプタデセンニ酸、直鎖状又は分岐状のヘキサデセンニ酸及びこれらの混合物等が挙げられる。

10

【0032】

(A) エステル油を構成する酸としては、上述したように一塩基酸であっても多塩基酸であってもよいが、一塩基酸を用いると、粘度指数の向上、べたつき防止性の向上に寄与するエステルが得られやすくなるので好ましい。

【0033】

(A) エステルを形成するアルコールと酸との組み合わせは任意であって特に制限されないが、本発明で使用可能なエステル油としては、例えば下記のエステルを挙げができる。

【0034】

- (i) 一価アルコールと一塩基酸とのエステル
- (ii) 多価アルコールと一塩基酸とのエステル
- (iii) 一価アルコールと多塩基酸とのエステル
- (iv) 多価アルコールと多塩基酸とのエステル
- (v) 一価アルコール、多価アルコールとの混合物と多塩基酸との混合エステル
- (vi) 多価アルコールと一塩基酸、多塩基酸との混合物との混合エステル
- (vii) 一価アルコール、多価アルコールとの混合物と一塩基酸、多塩基酸との混合エステル。

20

【0035】

これらの中でも、より優れた潤滑性が得られる、流動点の低いものがより得やすく、冬季及び寒冷地での取り扱い性がより向上する、粘度指数の高いものがより得やすくなる点から(iii)多価アルコールと一塩基酸とのエステルであることが好ましい。

30

【0036】

また、本発明において用いられる天然物由来のエステルとしては、パーム油、パーム核油、菜種油、大豆油、サンフラワー油、並びに品種改良や遺伝子組換操作などによりグリセリドを構成する脂肪酸におけるオレイン酸の含有量が増加したハイオレイック菜種油、ハイオレイックサンフラワー油などの植物油、ラードなどの動物油などの天然油脂が挙げられる。

【0037】

これらの天然物由来のエステルの中でも、潤滑油の安定性の点から、オレイン酸の含有量が増加したハイオレイックな天然油脂が好ましく、脂肪酸とグリセリンとのトリエステル(以下、単に「トリエステル」という)であって、該脂肪酸中の40~98質量%がオレイン酸のものが特にこのましい。かかるトリエステルを用いることによって、潤滑性と熱・酸化安定性との双方を高水準でバランスよく達成することができる。また、当該トリエステルを構成する脂肪酸中のオレイン酸の含有量は、潤滑性と熱・酸化安定性との双方を高水準でバランスよく達成できる点から、好ましくは50質量%以上、より好ましくは60質量%以上、更に好ましくは70質量%以上であり、また、同様の点から好ましくは95質量%以下、より好ましくは90質量%以下である。

40

【0038】

なお、上記のトリエステルを構成する脂肪酸(以下、「構成脂肪酸」という)中のオレイン酸の割合や、後述するリノール酸等の割合は、日本油化学会制定の基準油脂分析法2

50

. 4 . 2 項「脂肪酸組成」に準拠して測定されるものである。

【0039】

また、トリエステルの構成脂肪酸のうち、オレイン酸以外の脂肪酸としては、潤滑性及び熱・酸化安定性を損なわない限り特に制限されないが、好ましくは炭素数6～24の脂肪酸である。炭素数6～24の脂肪酸としては、飽和脂肪酸でもよく、不飽和結合を1～5個有する不飽和脂肪酸でもよい。また、当該脂肪酸は直鎖状、分岐鎖状のいずれであってもよい。さらに、分子内にカルボキシル基(-COOH)以外に水酸基(-OH)を1～3個有していてもよい。このような脂肪酸としては、具体的には、カプロン酸、カプリル酸、カプリン酸、ラウリン酸、ミリスチン酸、パルミチン酸、ステアリン酸、アラキン酸、ベヘニン酸、リグノセリン酸、ラウロレン酸、ミリストレン酸、パルミトレイン酸、ガドレン酸、エルシン酸、リシノール酸、リノール酸、リノレン酸、エレオステアリン酸、リカン酸、アラキドン酸、クルバドン酸等が挙げられる。これらの脂肪酸の中でも、潤滑性と熱・酸化安定性との両立の点で、リノール酸が好ましく、トリエステルを構成する脂肪酸の1～60質量%(より好ましくは2～50質量%、更に好ましくは4～40質量%)がリノール酸であることがより好ましい。10

【0040】

更に、上記のトリエステルにおいては、潤滑性と熱・酸化安定性との両立の点で、構成脂肪酸中の0.1～30質量%(より好ましくは0.5～20質量%、更に好ましくは1～10質量%)が炭素数6～16の脂肪酸であることが好ましい。炭素数6～16の脂肪酸の割合が0.1質量%未満であると熱・酸化安定性が低下する傾向にあり、他方、30質量%を超えると潤滑性が低下する傾向にある。20

【0041】

また、上記のトリエステルの総不飽和度は0.3以下であることが好ましく、0.2以下であることがより好ましい。トリエステルの総不飽和度が0.3より大きくなると、本発明の潤滑油の熱・酸化安定性が悪くなる傾向にある。なお、本発明でいう総不飽和度とは、ポリウレタン用ポリエーテルの代わりにトリエステルを用いる以外はJIS K 1557-1970「ポリウレタン用ポリエーテル試験方法」に準じて、同様の装置・操作法により測定される総不飽和度をいう。30

【0042】

本発明にかかるトリエステルとしては、構成脂肪酸中のオレイン酸の割合等が上記の条件を満たすものであれば、合成により得られるものを用いてもよく、或いは当該トリエステルを含有する植物油等の天然油を用いてもよいが、人体に対する安全性の点から、植物油等の天然油を用いることが好ましい。かかる植物油としては、菜種油、ひまわり油、大豆油、トウモロコシ油、キャノーラ油が好ましく、中でもひまわり油、菜種油及び大豆油が特に好ましい。30

【0043】

ここで、天然の植物油の多くは総不飽和度が0.3を超えるものであるが、その精製工程で水素化等の処理により総不飽和度を小さくすることが可能である。また、遺伝子組み替え技術により総不飽和度の低い植物油を容易に製造することができる。例えば総不飽和度が0.3以下でありかつオレイン酸が70質量%以上のものとして高オレイン酸キャノーラ油等、80質量%以上のものとして高オレイン酸大豆油、高オレイン酸ひまわり油、高オレイン酸菜種油などを例示することができる。40

【0044】

本発明において、アルコール成分として多価アルコールを用いた場合に得られるエステルは、多価アルコール中の水酸基全てがエステル化された完全エステルでもよく、水酸基の一部がエステル化されず水酸基のまま残存する部分エステルでもよい。また、酸成分として多塩基酸を用いた場合に得られる有機酸エステルは、多塩基酸中のカルボキシル基全てがエステル化された完全エステルでもよく、あるいはカルボキシル基の一部がエステル化されずカルボキシル基のままで残っている部分エステルであってもよい。

【0045】

(A) エステル油の沃素価は、好ましくは0～80、より好ましくは0～60、更に好ましくは0～40、更により好ましくは0～20、最も好ましくは0～10である。また、本発明にかかるエステルの臭素価は、好ましくは0～50 g Br₂ / 100 g、より好ましくは0～30 g Br₂ / 100 g、更に好ましくは0～20 g Br₂ / 100 g、最も好ましくは0～10 g Br₂ / 100 gである。エステルの沃素価や臭素価がそれぞれ前記の範囲内であると、得られる潤滑油のべたつき防止性がより高められる傾向にある。なお、ここでいう沃素価とは、JIS K 0070「化学製品の酸価、ケン化価、エステル価、沃素価、水酸基価及び不ケン化価物の測定方法」の指示薬滴定法により測定した値をいう。また臭素価とは、JIS K 2605「化学製品 臭素価試験方法 - 電気滴定法」により測定した値をいう。

10

【0046】

また、本発明の金属加工油に更に良好な潤滑性能を付与するためには、(A) エステル油の水酸基価が0.01～300 mg KOH / gであり、ケン価が100～500 mg KOH / gであることが好ましい。本発明において更に高い潤滑性を得るためのエステルの水酸基価の上限値は、より好ましくは200 mg KOH / gであり、最も好ましくは150 mg KOH / gであり、一方その下限値は、より好ましくは0.1 mg KOH / gであり、更に好ましくは0.5 mg KOH / gであり、更に好ましくは1 mg KOH / gであり、更により好ましくは3 mg KOH / gであり、最も好ましくは5 mg KOH / gである。また、(A) エステル油のケン化価の上限値は更に好ましくは400 mg KOH / gであり、一方その下限値は更に好ましくは200 mg KOH / gである。なお、ここでいう水酸基価とは、JIS K 0070「化学製品の酸価、ケン化価、エステル価、沃素価、水酸基価及び不ケン化価物の測定方法」の指示薬滴定法により測定した値をいう。またケン化価とは、JIS K 2503「航空潤滑油試験方法」の指示薬滴定法により測定した値をいう。

20

【0047】

(A) エステル油の動粘度については特に制限はないが、40における動粘度は、好ましくは300 mm² / s以下であり、より好ましくは200 mm² / s以下であり、更に好ましくは100 mm² / s以下であり、特に好ましくは75 mm² / s以下である。また、エステルの動粘度は、好ましくは1 mm² / s以上であり、より好ましくは3 mm² / s以上であり、更に好ましくは5 mm² / s以上である。

30

【0048】

(A) エステル油の流動点および粘度指数には特に制限はないが、流動点は-10以下であることが好ましく、更に好ましくは-20以下である。粘度指数は100以上200以下であることが望ましい。

【0049】

本発明の金属加工油は、上記のエステルを基油とし、水分含有量が200～20000 ppmのものである。すなわち、本発明の金属加工油の水分含有量は、貯蔵安定性及びさび止め性の点から、20000 ppm以下であることが必要であり、好ましくは10000 ppm以下、より好ましくは5000 ppm以下である。また、溶着と加工抵抗の増加とを防止して優れた加工効率及び工具寿命を達成できる点からは、水分含有量は、200 ppm以上であることが必要であり、好ましくは300 ppm以上、より好ましくは400 ppm以上、更に好ましくは500 ppm以上である。

40

【0050】

なお、本発明でいう水分含有量とは、JIS K 2275に準拠してカールフィッシャー式電量滴定法により測定される水分含有量を意味する。

【0051】

また、本発明の金属加工油に水を添加して水分含有量を調整する場合、添加する水は硬水又は軟水のいずれであってもよく、水道水、工業用水、イオン交換水、蒸留水、アルカリイオン水などを任意に使用することができる。

【0052】

50

本発明の金属加工油は、水分含有量が200～20000 ppmの範囲内であれば、(A)エステル油からなるものであってもよく、あるいは後述する他の基油及び添加剤を更に含有してもよい。なお、本発明の金属加工油が(A)エステル油以外の成分を含有する場合、(A)エステル油の含有量は、金属加工油全量基準で、好ましくは30質量%以上、より好ましくは50質量%以上、更に好ましくは70質量%以上、特に好ましくは80質量%以上である。当該含有量が30質量未満の場合には、オイルミスト化特性が低下し、極微量油剤供給方式の切削・加工に用いた場合に溶着又は加工抵抗の増加に起因して加工効率及び工具寿命が不十分となる傾向にあり、また、生分解性が低下する傾向にある。

【0053】

本発明の金属加工油は、(A)エステル油以外の基油(以下、(B)その他の基油という)を更に含有してもよい。(B)その他の基油としては、鉱油又は合成油のいずれであってもよく、あるいはこれらの2種以上の混合物であってもよい。

【0054】

鉱油としては、例えば原油を常圧蒸留及び減圧蒸留して得られた潤滑油留分を、溶剤脱れき、溶剤抽出、水素化分解、溶剤脱ろう、接触脱ろう、水素化精製、硫酸洗浄、白土処理等の精製処理を適宜組み合わせて精製したパラフィン系鉱油又はナフテン系鉱油が挙げられる。

【0055】

また、合成油としては、具体的には、プロピレンオリゴマー、ポリブテン、ポリイソブチレン、炭素数5～20のオレフィンのオリゴマー、エチレンと炭素数5～20のオレフィンとのコオリゴマー等のポリオレフィン又はこれらの水素化物；モノアルキルベンゼン、ジアルキルベンゼン、ポリアルキルベンゼン等のアルキルベンゼン；モノアルキルナフタレン、ジアルキルナフタレン、ポリアルキルナフタレン等のアルキルナフタレン；ポリエチレングリコール、ポリプロピレングリコール、ポリオキシエチレンポリオキシプロピレングリコール、ポリエチレングリコールモノエーテル、ポリプロピレングリコールモノエーテル、ポリオキシエチレンポリオキシプロピレングリコールモノエーテル、ポリエチレングリコールジエーテル、ポリプロピレングリコールジエーテル、ポリオキシエチレンポリオキシプロピレングリコールジエーテル等のポリグリコール；モノアルキルジフェニルエーテル、ジアルキルジフェニルエーテル、モノアルキルトリフェニルエーテル、ジアルキルトリフェニルエーテル、テトラフェニルエーテル、モノアルキルテトラフェニルエーテル、ジアルキルテトラフェニルエーテル、ペンタフェニルエーテル等のフェニルエーテル；シリコーン油；バーフルオロエーテル等のフルオロエーテル、などが挙げられる。これらは1種を単独で用いてもよく、2種以上を組み合わせて用いてもよい。

【0056】

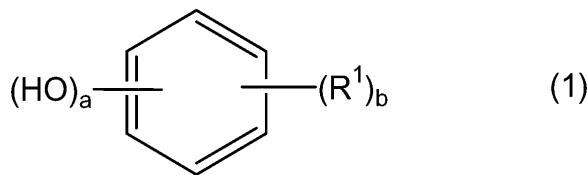
(B)その他の基油の含有量は、金属加工油全量基準で、好ましくは70質量%以下、より好ましくは50質量%以下、更に好ましくは30質量%以下、更により好ましくは20質量%以下、特に好ましくは10質量%以下である。

【0057】

また、本発明の金属加工油は、溶着と加工抵抗の増加とを防止してより優れた加工効率及び工具寿命を達成できる点から、(C)油性剤を含有することが好ましい。油性剤としては、(C-1)アルコール油性剤、(C-2)カルボン酸油性剤、(C-3)不飽和カルボン酸の硫化物、(C-4)下記一般式(1)で表される化合物、(C-5)下記一般式(2)で表される化合物、(C-6)ポリオキシアルキレン化合物、(C-7)エステル油性剤、(C-8)多価アルコールのハイドロカルビルエーテル、(C-9)アミン油性剤などを挙げることができる。

【0058】

【化1】

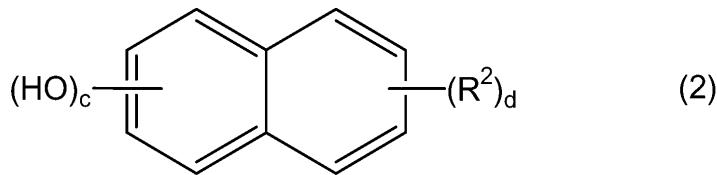


【0059】

[式(1)中、 R^1 は炭素数1～30の炭化水素基を表し、aは1～6の整数を表し、bは0～5の整数を表す。] 10

【0060】

【化2】



20

【0061】

[式(2)中、 R^2 は炭素数1～30の炭化水素基を表し、cは1～6の整数を表し、dは0～5の整数を表す。]

(C-1)アルコール油性剤は、1価アルコールでも多価アルコールでもよい。溶着と加工抵抗の増加とを防止してより優れた加工効率及び工具寿命を達成できる点から、炭素数1～40の1価アルコールが好ましく、更に好ましくは炭素数1～25のアルコールであり、最も好ましくは炭素数8～18のアルコールである。具体的には、上記基油のエステルを構成するアルコールの例を挙げることができる。これらのアルコールは直鎖状でも分岐を有していてもよく、また飽和でも不飽和でもよいが、べたつき防止性の点から飽和であることが好ましい。

30

【0062】

(C-2)カルボン酸油性剤は1塩基酸でも多塩基酸でもよい。溶着と加工抵抗の増加とを防止してより優れた加工効率及び工具寿命を達成できる点から、炭素数1～40の1価のカルボン酸が好ましく、更に好ましくは炭素数5～25のカルボン酸であり、最も好ましくは炭素数5～20のカルボン酸である。具体的には、上記基油としてのエステルを構成するカルボン酸の例を挙げることできる。これらのカルボン酸は、直鎖状でも分岐を有していてもよく、飽和でも不飽和でもよいが、べたつき防止性の点から飽和カルボン酸であることが好ましい。

【0063】

(C-3)不飽和カルボン酸の硫化物としては、例えば、上記(B)のカルボン酸のうち、不飽和のものの硫化物を挙げることができる。具体的には例えば、オレイン酸の硫化物を挙げることができる。

40

【0064】

(C-4)上記一般式(1)で表される化合物において、 R^1 で表される炭素数1～30の炭化水素基の例としては、例えば炭素数1～30の直鎖又は分岐アルキル基、炭素数5～7のシクロアルキル基、炭素数6～30のアルキルシクロアルキル基、炭素数2～30の直鎖又は分岐アルケニル基、炭素数6～10のアリール基、炭素数7～30のアルキルアリール基、及び炭素数7～30のアリールアルキル基を挙げることができる。これらの中では、炭素数1～30の直鎖又は分岐アルキル基であることが好ましく、更に好ましくは炭素数1～20の直鎖又は分岐アルキル基であり、更に好ましくは炭素数1～10の

50

直鎖又は分岐アルキル基であり、最も好ましくは炭素数1～4の直鎖又は分岐アルキル基である。炭素数1～4の直鎖又は分岐アルキル基の例としては、メチル基、エチル基、直鎖又は分岐のプロピル基及び直鎖又は分岐のブチル基を挙げることができる。

【0065】

水酸基の置換位置は任意であるが、2個以上の水酸基を有する場合には隣接する炭素原子に置換していることが好ましい。aは好ましくは1～3の整数であり、更に好ましくは2である。bは好ましくは0～3の整数であり、更に好ましくは1又は2である。一般式(1)で表される化合物の例としては、p-tert-ブチルカテコールを挙げができる。

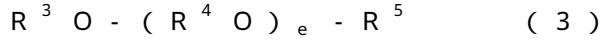
【0066】

(C-5)上記一般式(2)で表される化合物において、R²で表される炭素数1～30の炭化水素基の例としては、前記一般式(1)中のR¹で表される炭素数1～30の炭化水素基の例と同じものを挙げることができ、また好ましいものの例も同じである。水酸基の置換位置は任意であるが、2個以上の水酸基を有する場合には隣接する炭素原子に置換していることが好ましい。cは好ましくは1～3の整数であり、更に好ましくは2である。dは好ましくは0～3の整数であり、更に好ましくは1又は2である。一般式(2)で表される化合物の例としては、2,2-ジヒドロキシナフタレン、2,3-ジヒドロキシナフタレンを挙げができる。

【0067】

(C-6)ポリオキシアルキレン化合物としては、例えば下記一般式(3)又は(4)で表される化合物を挙げができる。

【0068】



[式(3)中、R³及びR⁵は各々独立に水素原子又は炭素数1～30の炭化水素基を表し、R⁴は炭素数2～4のアルキレン基を表し、eは数平均分子量が100～3500となるような整数を表す。]



[式(3)中、Aは、水酸基を3～10個有する多価アルコールの水酸基の水素原子の一部又は全てを取り除いた残基を表し、R⁶は炭素数2～4のアルキレン基を表し、R⁷は水素原子又は炭素数1～30の炭化水素基を表し、fは数平均分子量が100～3500となるような整数を表し、gはAの水酸基から取り除かれた水素原子の個数と同じ数を表す。]

上記一般式(3)中、R³及びR⁵の少なくとも一方は水素原子であることが好ましい。R³及びR⁵で表される炭素数1～30の炭化水素基としては、例えば上記一般式(1)のR¹で表される炭素数1～30の炭化水素基の例と同じものを挙げることができ、また好ましいものの例も同じである。R⁴で表される炭素数2～4のアルキレン基としては、具体的には例えば、エチレン基、プロピレン基(メチルエチレン基)、ブチレン基(エチルエチレン基)を挙げができる。eは、好ましくは数平均分子量が300～2000となるような整数であり、更好ましくは数平均分子量が500～1500となるような整数である。

【0069】

また、上記一般式(4)中、Aを構成する3～10の水酸基を有する多価アルコールの具体例としては、グリセリン、ポリグリセリン(グリセリンの2～4量体、例えば、ジグリセリン、トリグリセリン、テトラグリセリン)、トリメチロールアルカン(トリメチロールエタン、トリメチロールプロパン、トリメチロールブタン)及びこれらの2～4量体、ペントエリスリトール、ジペントエリスリトール、1,2,4-ブタントリオール、1,3,5-ペントントリオール、1,2,6-ヘキサントリオール、1,2,3,4-ブタンテトロール、ソルビトール、ソルビタン、ソルビトールグリセリン縮合物、アドニトール、アラビトール、キシリトール、マンニトール、イジリトール、タリトール、ズルシトール、アリトールなどの多価アルコール；キシロース、アラビノース、リボース、ラム

ノース、グルコース、フルクトース、ガラクトース、マンノース、ソルボース、セロビオース、マントース、イソマントース、トレハロース、及びシュクロースなどの糖類を挙げることができる。これらの中でもグリセリン、ポリグリセリン、トリメチロールアルカン、およびこれらの2~4量体、ペントエリスリトール、ジペントエリスリトール、ソルビトール、又はソルビタンが好ましい。

【0070】

R^6 で表される炭素数2~4のアルキレン基の例としては、上記一般式(3)の R^4 で表される炭素数2~4のアルキレン基の例と同じものを挙げることができる。また R^7 で表される炭素数1~30の炭化水素基の例としては、前記一般式(1)の R^1 で表される炭素数1~30の炭化水素基の例と同じものを挙げることができ、また好ましいものの例も同じである。 g 個の R^7 のうち少なくとも一つが水素原子であることが好ましく、全て水素原子であることが更に好ましい。 f は、好ましくは数平均分子量が300~2000となるような整数であり、更に好ましくは数平均分子量が500~1500となるような整数である。

【0071】

(C-7)エステル油性剤としては、これを構成するアルコールが1価アルコールでも多価アルコールでもよく、またカルボン酸は一塩基酸でも多塩基酸であってもよい。なお、ここでいうエステルは、本発明の金属加工油の必須成分であるトリエステルと区別されるものである。以下の説明では、便宜上、前者を「エステル油性剤」という。

【0072】

エステル油性剤を構成する1価アルコール及び多価アルコールの例としては、1価アルコールでも多価アルコールでもよく、また、エステル油性剤を構成する酸としては一塩基酸でも多塩基酸であってもよい。

【0073】

1価アルコールとしては、通常炭素数1~24、好ましくは1~12、より好ましくは1~8のものが用いられ、このようなアルコールとしては直鎖のものでも分岐のものでもよく、また飽和のものであっても不飽和のものであってもよい。炭素数1~24のアルコールとしては、具体的には例えば、メタノール、エタノール、直鎖状又は分岐状のプロパノール、直鎖状又は分岐状のブタノール、直鎖状又は分岐状のペントノール、直鎖状又は分岐状のヘキサノール、直鎖状又は分岐状のヘプタノール、直鎖状又は分岐状のオクタノール、直鎖状又は分岐状のノナノール、直鎖状又は分岐状のデカノール、直鎖状又は分岐状のウンデカノール、直鎖状又は分岐状のドデカノール、直鎖状又は分岐状のトリデカノール、直鎖状又は分岐状のテトラデカノール、直鎖状又は分岐状のペントデカノール、直鎖状又は分岐状のヘキサデカノール、直鎖状又は分岐状のヘプタデカノール、直鎖状又は分岐状のオクタデカノール、直鎖状又は分岐状のノナデカノール、直鎖状又は分岐状のイコサノール、直鎖状又は分岐状のヘンイコサノール、直鎖状又は分岐状のトリコサノール、直鎖状又は分岐状のテトラコサノール及びこれらの混合物等が挙げられる。

【0074】

多価アルコールとしては、通常2~10価、好ましくは2~6価のものが用いられる。2~10の多価アルコールとしては、具体的には例えば、エチレングリコール、ジエチレングリコール、ポリエチレングリコール(エチレングリコールの3~15量体)、プロピレングリコール、ジプロピレングリコール、ポリプロピレングリコール(プロピレングリコールの3~15量体)、1,3-プロパンジオール、1,2-プロパンジオール、1,3-ブタンジオール、1,4-ブタンジオール、2-メチル-1,2-プロパンジオール、2-メチル-1,3-プロパンジオール、1,2-ペンタンジオール、1,3-ペンタンジオール、1,4-ペンタンジオール、1,5-ペンタンジオール、ネオペンチルグリコール等の2価アルコール；グリセリン、ポリグリセリン(グリセリンの2~8量体、例えばジグリセリン、トリグリセリン、テトラグリセリン等)、トリメチロールアルカン(トリメチロールエタン、トリメチロールプロパン、トリメチロールブタン等)及びこれらの2~8量体、ペントエリスリトール及びこれらの2~4量体、1,2,4-ブタントリ

10

20

30

40

50

オール、1, 3, 5-ペンタントリオール、1, 2, 6-ヘキサントリオール、1, 2, 3, 4-ブタンテトロール、ソルビトール、ソルビタン、ソルビトルグリセリン縮合物、アドニトール、アラビトール、キシリトール、マンニトール等の多価アルコール；キシロース、アラビノース、リボース、ラムノース、グルコース、フルクトース、ガラクトース、マンノース、ソルボース、セロビオース、マルトース、イソマルトース、トレハロース、スクロース等の糖類、及びこれらの混合物等が挙げられる。

【0075】

これらの多価アルコールの中でも、エチレングリコール、ジエチレングリコール、ポリエチレングリコール（エチレングリコールの3～10量体）、プロピレングリコール、ジプロピレングリコール、ポリプロピレングリコール（プロピレングリコールの3～10量体）、1, 3-プロパンジオール、2-メチル-1, 2-プロパンジオール、2-メチル-1, 3-プロパンジオール、ネオペンチルグリコール、グリセリン、ジグリセリン、トリグリセリン、トリメチロールアルカン（トリメチロールエタン、トリメチロールプロパン、トリメチロールブタン等）及びこれらの2～4量体、ペンタエリスリトール、ジペンタエリスリトール、1, 2, 4-ブantantriol、1, 3, 5-ペンタントリオール、1, 2, 6-ヘキサントリオール、1, 2, 3, 4-ブタンテトロール、ソルビトール、ソルビタン、ソルビトルグリセリン縮合物、アドニトール、アラビトール、キシリトール、マンニトール等の2～6価の多価アルコール及びこれらの混合物等が好ましい。さらにより好ましくは、エチレングリコール、プロピレングリコール、ネオペンチルグリコール、グリセリン、トリメチロールエタン、トリメチロールプロパン、ペンタエリスリトール、ソルビタン、及びこれらの混合物等である。これらの中でも、より高い熱・酸化安定性が得られることから、ネオペンチルグリコール、トリメチロールエタン、トリメチロールプロパン、ペンタエリスリトール、及びこれらの混合物等が最も好ましい。

【0076】

エステル油性剤を構成するアルコールは、上述したように1価アルコールであっても多価アルコールであってもよいが、溶着と加工抵抗の増加とを防止してより優れた加工効率及び工具寿命を達成できる点、並びに流動点の低いものがより得やすく、冬季及び寒冷地での取り扱い性がより向上する等の点から、多価アルコールであることが好ましい。また、多価アルコールのエステルを用いると、切削・研削加工において、加工物の仕上げ面精度の向上と工具刃先の摩耗防止効果がより大きくなる。

【0077】

また、エステル油性剤を構成する酸のうち、一塩基酸としては、通常炭素数2～24の脂肪酸が用いられ、その脂肪酸は直鎖のものでも分岐のものでもよく、また飽和のものでも不飽和のものでもよい。具体的には、例えば、酢酸、プロピオン酸、直鎖状又は分岐状のブタン酸、直鎖状又は分岐状のペンタン酸、直鎖状又は分岐状のヘキサン酸、直鎖状又は分岐状のヘプタン酸、直鎖状又は分岐状のオクタン酸、直鎖状又は分岐状のノナン酸、直鎖状又は分岐状のデカン酸、直鎖状又は分岐状のウンデカン酸、直鎖状又は分岐状のドデカン酸、直鎖状又は分岐状のトリデカン酸、直鎖状又は分岐状のテトラデカン酸、直鎖状又は分岐状のペントデカン酸、直鎖状又は分岐状のヘキサデカン酸、直鎖状又は分岐状のヘプタデカン酸、直鎖状又は分岐状のオクタデカン酸、直鎖状又は分岐状のヒドロキシオクタデカン酸、直鎖状又は分岐状のノナデカン酸、直鎖状又は分岐状のイコサン酸、直鎖状又は分岐状のヘンイコサン酸、直鎖状又は分岐状のドコサン酸、直鎖状又は分岐状のトリコサン酸、直鎖状又は分岐状のテトラコサン酸等の飽和脂肪酸、アクリル酸、直鎖状又は分岐状のブテン酸、直鎖状又は分岐状のペンテン酸、直鎖状又は分岐状のヘキセン酸、直鎖状又は分岐状のヘプテン酸、直鎖状又は分岐状のオクテン酸、直鎖状又は分岐状のノネン酸、直鎖状又は分岐状のデセン酸、直鎖状又は分岐状のウンデセン酸、直鎖状又は分岐状のドデセン酸、直鎖状又は分岐状のトリデセン酸、直鎖状又は分岐状のテトラデセン酸、直鎖状又は分岐状のペントデセン酸、直鎖状又は分岐状のヘキサデセン酸、直鎖状又は分岐状のヘプタデセン酸、直鎖状又は分岐状のオクタデセン酸、直鎖状又は分岐状のヒドロキシオクタデセン酸、直鎖状又は分岐状のノナデセン酸、直鎖状又は分岐状のイコ

10

20

30

40

50

セン酸、直鎖状又は分岐状のヘンイコセン酸、直鎖状又は分岐状のドコセン酸、直鎖状又は分岐状のトリコセン酸、直鎖状又は分岐状のテトラコセン酸等の不飽和脂肪酸、及びこれらの混合物等が挙げられる。これらの中でも、溶着と加工抵抗の増加とを防止して優れた加工効率及び工具寿命を達成できる点、並びに取扱性の点から、特に炭素数3～20の飽和脂肪酸、炭素数3～22の不飽和脂肪酸及びこれらの混合物が好ましく、炭素数4～18の飽和脂肪酸、炭素数4～18の不飽和脂肪酸及びこれらの混合物がより好ましく、炭素数4～18の不飽和脂肪酸がさらに好ましく、べたつき防止性の点からは炭素数4～18の飽和脂肪酸がさらに好ましい。

【0078】

多塩基酸としては炭素数2～16の二塩基酸及びトリメリット酸等が挙げられる。炭素数2～16の二塩基酸としては、直鎖のものでも分岐のものでもよく、また飽和のものでも不飽和のものでもよい。具体的には例えば、エタン二酸、プロパン二酸、直鎖状又は分岐状のブタン二酸、直鎖状又は分岐状のペンタン二酸、直鎖状又は分岐状のヘキサン二酸、直鎖状又は分岐状のヘプタン二酸、直鎖状又は分岐状のオクタン二酸、直鎖状又は分岐状のノナン二酸、直鎖状又は分岐状のデカン二酸、直鎖状又は分岐状のウンデカン二酸、直鎖状又は分岐状のドデカン二酸、直鎖状又は分岐状のトリデカン二酸、直鎖状又は分岐状のテトラデカン二酸、直鎖状又は分岐状のヘプタデカン二酸、直鎖状又は分岐状のヘキセカン二酸、直鎖状又は分岐状のヘブテン二酸、直鎖状又は分岐状のオクテン二酸、直鎖状又は分岐状のノネン二酸、直鎖状又は分岐状のデセンニ酸、直鎖状又は分岐状のウンデセンニ酸、直鎖状又は分岐状のドデセンニ酸、直鎖状又は分岐状のトリデセンニ酸、直鎖状又は分岐状のテトラデセンニ酸、直鎖状又は分岐状のヘプタデセンニ酸、直鎖状又は分岐状のヘキサデセンニ酸及びこれらの混合物等が挙げられる。

【0079】

エステル油性剤におけるアルコールと酸との組み合わせは任意であって特に制限されないが、本発明で使用可能なエステル油性剤としては、例えば下記のエステルを挙げることができる。

【0080】

- (C - 7 - 1) 一価アルコールと一塩基酸とのエステル
- (C - 7 - 2) 多価アルコールと一塩基酸とのエステル
- (C - 7 - 3) 一価アルコールと多塩基酸とのエステル
- (C - 7 - 4) 多価アルコールと多塩基酸とのエステル
- (C - 7 - 5) 一価アルコール、多価アルコールとの混合物と多塩基酸との混合エステル
- (C - 7 - 6) 多価アルコールと一塩基酸、多塩基酸との混合物との混合エステル
- (G - 7 - 7) 一価アルコール、多価アルコールとの混合物と一塩基酸、多塩基酸との混合エステル。

【0081】

なお、アルコール成分として多価アルコールを用いた場合、多価アルコール中の水酸基全てがエステル化された完全エステルでもよく、あるいは水酸基の一部がエステル化されず水酸基のままで残っている部分エステルでもよい。また、カルボン酸成分として多塩基酸を用いた場合、多塩基酸中のカルボキシル基全てがエステル化された完全エステルでもよく、あるいはカルボキシル基の一部がエステル化されずカルボキシル基のままで残っている部分エステルであってもよい。

【0082】

エステル油性剤の合計炭素数には特に制限はないが、溶着と加工抵抗の増加とを防止してより優れた加工効率及び工具寿命を達成できる点から、合計炭素数が7以上のエステルが好ましく、9以上のエステルが更に好ましく、11以上のエステルが最も好ましい。また、ステインや腐食の発生を増大させない点、並びに有機材料との適合性の点から、合計炭素数が60以下のエステルが好ましく、45以下のエステルがより好ましく、26以下

10

20

30

40

50

のエステルが更に好ましく、24以下のエステルが一層好ましく、22以下のエステルが最も好ましい。

【0083】

(C-8) 多価アルコールのハイドロカルビルエーテルを構成する多価アルコールとしては、通常2～10価、好ましくは2～6価のものが用いられる。2～10の多価アルコールとしては、具体的には例えば、エチレングリコール、ジエチレングリコール、ポリエチレングリコール(エチレングリコールの3～15量体)、プロピレングリコール、ジプロピレングリコール、ポリプロピレングリコール(プロピレングリコールの3～15量体)、1,3-ブタンジオール、1,2-ブタンジオール、1,3-ブタンジオール、1,4-ブタンジオール、2-メチル-1,2-ブタンジオール、2-メチル-1,3-ブタンジオール、1,2-ペンタンジオール、1,3-ペンタンジオール、1,4-ペンタンジオール、1,5-ペンタンジオール、ネオペンチルグリコール等の2価アルコール；グリセリン、ポリグリセリン(グリセリンの2～8量体、例えばジグリセリン、トリグリセリン、テトラグリセリン等)、トリメチロールアルカン(トリメチロールエタン、トリメチロールプロパン、トリメチロールブタン等)及びこれらの2～8量体、ペンタエリスリトール及びこれらの2～4量体、1,2,4-ブタントリオール、1,3,5-ペンタントリオール、1,2,6-ヘキサントリオール、1,2,3,4-ブタンテトロール、ソルビトール、ソルビタン、ソルビトールグリセリン縮合物、アドニトール、アラビトール、キシリトール、マンニトール等の多価アルコール；キシロース、アラビノース、リボース、ラムノース、グルコース、フルクトース、ガラクトース、マンノース、ソルボース、セロビオース、マルトース、イソマルトース、トレハロース、スクロース等の糖類、及びこれらの混合物等が挙げられる。
10

【0084】

これらの多価アルコールの中でも、エチレングリコール、ジエチレングリコール、ポリエチレングリコール(エチレングリコールの3～10量体)、プロピレングリコール、ジプロピレングリコール、ポリプロピレングリコール(プロピレングリコールの3～10量体)、1,3-ブタンジオール、2-メチル-1,2-ブタンジオール、2-メチル-1,3-ブタンジオール、ネオペンチルグリコール、グリセリン、ジグリセリン、トリグリセリン、トリメチロールアルカン(トリメチロールエタン、トリメチロールプロパン、トリメチロールブタン等)及びこれらの2～4量体、ペンタエリスリトール、ジペンタエリスリトール、1,2,4-ブタントリオール、1,3,5-ペンタントリオール、1,2,6-ヘキサントリオール、1,2,3,4-ブタンテトロール、ソルビトール、ソルビタン、ソルビトールグリセリン縮合物、アドニトール、アラビトール、キシリトール、マンニトール等の2～6価の多価アルコール及びこれらの混合物等が好ましい。さらにより好ましくは、エチレングリコール、プロピレングリコール、ネオペンチルグリコール、グリセリン、トリメチロールエタン、トリメチロールプロパン、ペンタエリスリトール、ソルビタン、及びこれらの混合物等である。これらの中でも、溶着と加工抵抗の増加とを防止してより優れた加工効率及び工具寿命を達成できる点から、グリセリンが最も好ましい。
30

【0085】

(C-8) 多価アルコールのハイドロカルビルエーテルとしては、上記多価アルコールの水酸基の一部又は全部をハイドロカルビルエーテル化したものが使用できる。溶着と加工抵抗の増加とを防止してより優れた加工効率及び工具寿命を達成できる点からは、多価アルコールの水酸基の一部をハイドロカルビルエーテル化したもの(部分エーテル化物)が好ましい。ここでいうハイドロカルビル基とは、炭素数1～24のアルキル基、炭素数2～24のアルケニル基、炭素数5～7のシクロアルキル基、炭素数6～11のアルキルシクロアルキル基、炭素数6～10のアリール基、炭素数7～18のアルキルアリール基、炭素数7～18のアリールアルキル基等の炭素数1～24の炭化水素基を表す。
40

【0086】

炭素数1～24のアルキル基としては、メチル基、エチル基、n-プロピル基、イソブ

50

ロピル基、n-ブチル基、イソブチル基、sec-ブチル基、tert-ブチル基、直鎖又は分枝のペンチル基、直鎖又は分枝のヘキシル基、直鎖又は分枝のヘプチル基、直鎖又は分枝のオクチル基、直鎖又は分枝のノニル基、直鎖又は分枝のデシル基、直鎖又は分枝のウンデシル基、直鎖又は分枝のドデシル基、直鎖又は分枝のトリデシル基、直鎖又は分枝のテトラデシル基、直鎖又は分枝のペンタデシル基、直鎖又は分枝のヘキサデシル基、直鎖又は分枝のヘプタデシル基、直鎖又は分枝のオクタデシル基、直鎖又は分枝のノナデシル基、直鎖又は分枝のイコシル基、直鎖又は分枝のヘンイコシル基、直鎖又は分枝のドコシル基、直鎖又は分枝のトリコシル基、直鎖又は分枝のテトラコシル基等が挙げられる。

【0087】

10

炭素数2～24のアルケニル基としては、ビニル基、直鎖又は分枝のプロペニル基、直鎖又は分枝のブテニル基、直鎖又は分枝のペンテニル基、直鎖又は分枝のヘキセニル基、直鎖又は分枝のヘプテニル基、直鎖又は分枝のオクテニル基、直鎖又は分枝のノネニル基、直鎖又は分枝のデセニル基、直鎖又は分枝のウンデセニル基、直鎖又は分枝のドデセニル基、直鎖又は分枝のトリデセニル基、直鎖又は分枝のテトラデセニル基、直鎖又は分枝のペンタデセニル基、直鎖又は分枝のヘキサデセニル基、直鎖又は分枝のヘプタデセニル基、直鎖又は分枝のオクタデセニル基、直鎖又は分枝のノナデセニル基、直鎖又は分枝のイコセニル基、直鎖又は分枝のヘンイコセニル基、直鎖又は分枝のドコセニル基、直鎖又は分枝のトリコセニル基、直鎖又は分枝のテトラコセニル基等が挙げられる。

【0088】

20

炭素数5～7のシクロアルキル基としては、シクリペンチル基、シクロヘキシル基、シクロヘプチル基等が挙げられる。炭素数6～11のアルキルシクロアルキル基としては、メチルシクロペンチル基、ジメチルシクロペンチル基(全ての構造異性体を含む。)、メチルエチルシクロペンチル基(全ての構造異性体を含む。)、ジエチルシクロペンチル基(全ての構造異性体を含む。)、メチルシクロヘキシル基、ジメチルシクロヘキシル基(全ての構造異性体を含む。)、メチルエチルシクロヘキシル基(全ての構造異性体を含む。)、ジエチルシクロヘキシル基(全ての構造異性体を含む。)、メチルシクロヘプチル基、ジメチルシクロヘプチル基(全ての構造異性体を含む。)、メチルエチルシクロヘプチル基(全ての構造異性体を含む。)、ジエチルシクロヘプチル基(全ての構造異性体を含む。)等が挙げられる。

30

【0089】

炭素数6～10のアリール基としては、フェニル基、ナフチル基等が挙げられる。炭素数7～18のアルキルアリール基としては、トリル基(全ての構造異性体を含む。)、キシリル基(全ての構造異性体を含む。)、エチルフェニル基(全ての構造異性体を含む。)、直鎖又は分枝のプロピルフェニル基(全ての構造異性体を含む。)、直鎖又は分枝のブチルフェニル基(全ての構造異性体を含む。)、直鎖又は分枝のペンチルフェニル基(全ての構造異性体を含む。)、直鎖又は分枝のヘキシルフェニル基(全ての構造異性体を含む。)、直鎖又は分枝のヘプチルフェニル基(全ての構造異性体を含む。)、直鎖又は分枝のオクチルフェニル基(全ての構造異性体を含む。)、直鎖又は分枝のノニルフェニル基(全ての構造異性体を含む。)、直鎖又は分枝のデシルフェニル基(全ての構造異性体を含む。)、直鎖又は分枝のウンデシルフェニル基(全ての構造異性体を含む。)、直鎖又は分枝のドデシルフェニル基(全ての構造異性体を含む。)等が挙げられる。

40

【0090】

炭素数7～12のアリールアルキル基としては、ベンジル基、フェニルエチル基、フェニルプロピル基(プロピル基の異性体を含む。)フェニルブチル基(ブチル基の異性体を含む。)、フェニルペンチル基(ペンチル基の異性体を含む。)、フェニルヘキシル基(ヘキシル基の異性体を含む。)等が挙げられる。

【0091】

これらの中では、溶着と加工抵抗の増加とを防止してより優れた加工効率及び工具寿命を達成できる点から、炭素数2～18の直鎖又は分枝のアルキル基、炭素数2～18の直

50

鎖又は分枝のアルケニル基が好ましく、炭素数3～12の直鎖又は分枝のアルキル基、オレイル基(オレイルアルコールから水酸基を除いた残基)がより好ましい。

【0092】

(C-9)アミン油性剤としては、モノアミンが好ましく使用される。モノアミンの炭素数は、好ましくは6～24であり、より好ましくは12～24である。ここでいう炭素数とはモノアミンに含まれる総炭素数の意味であり、モノアミンが2個以上の炭化水素基を有する場合にはその合計炭素数を表す。

【0093】

本発明で用いられるモノアミンとしては、第1級モノアミン、第2級モノアミン、第3級モノアミンの何れもが使用可能であるが、溶着と加工抵抗の増加とを防止してより優れた加工効率及び工具寿命を達成できる点から、第1級モノアミンが好ましい。

【0094】

モノアミンの窒素原子に結合する炭化水素基としては、アルキル基、アルケニル基、シクロアルキル基、アルキルシクロアルキル基、アリール基、アルキルアリール基、アリールアルキル基等の何れもが使用可能であるが、溶着と加工抵抗の増加とを防止してより優れた加工効率及び工具寿命を達成できる点から、アルキル基又はアルケニル基であることが好ましい。アルキル基、アルケニル基としては、直鎖状のものであっても分岐鎖状のものであっても良いが、溶着と加工抵抗の増加とを防止してより優れた加工効率及び工具寿命を達成できる点から、直鎖状のものが好ましい。

【0095】

本発明で用いられるモノアミンの好ましいものとしては、具体的には例えば、ヘキシリルアミン(全ての異性体を含む)、ヘプチルアミン(全ての異性体を含む)、オクチルアミン(全ての異性体を含む)、ノニルアミン(全ての異性体を含む)、デシルアミン(全ての異性体を含む)、ウンデシルアミン(全ての異性体を含む)、ドデシルアミン(全ての異性体を含む)、トリデシルアミン(全ての異性体を含む)、テトラデシルアミン(全ての異性体を含む)、ペンタデシルアミン(全ての異性体を含む)、ヘキサデシルアミン(全ての異性体を含む)、ヘプタデシルアミン(全ての異性体を含む)、オクタデシルアミン(全ての異性体を含む)、ノナデシルアミン(全ての異性体を含む)、イコシルアミン(全ての異性体を含む)、ヘンイコシルアミン(全ての異性体を含む)、ドコシルアミン(全ての異性体を含む)、トリコシルアミン(全ての異性体を含む)、テトラコシルアミン(全ての異性体を含む)、オクタデセニルアミン(全ての異性体を含む)(オレイルアミン等を含む)及びこれらの2種以上の混合物などが挙げられる。これらの中でも、溶着と加工抵抗の増加とを防止してより優れた加工効率及び工具寿命を達成できる点から、炭素数12～24の第1級モノアミンが好ましく、炭素数14～20の第1級モノアミンがより好ましく、炭素数16～18の第1級モノアミンがさらに好ましい。

【0096】

本発明においては、上記油性剤(C-1)～(C-9)の中から選ばれる1種のみを用いてもよく、また2種以上の混合物を用いてもよい。これらの中でも、溶着と加工抵抗の増加とを防止してより優れた加工効率及び工具寿命を達成できる点から、(C-2)カルボン酸油性剤及び(C-9)アミン油性剤から選ばれる1種または2種以上の混合物であることが好ましい。

【0097】

(C)油性剤の含有量は特に制限はないが、溶着と加工抵抗の増加とを防止してより優れた加工効率及び工具寿命を達成できる点から、金属加工油全量基準で、好ましくは0.01質量%以上、より好ましくは0.05質量%以上、更に好ましくは0.1質量%以上である。また、安定性の点から、油性剤の含有量は、金属加工油全量基準で、好ましくは15質量%以下、より好ましくは10質量%以下、更に好ましくは5質量%以下である。

【0098】

また、本発明の金属加工油は、溶着と加工抵抗の増加とを防止してより優れた加工効率及び工具寿命を達成できる点から、(D)極圧剤を更に含有することが好ましい。特に、

10

20

30

40

50

(D) 極圧剤を上記した(C)油性剤と併用すると、これらの相乗作用により、溶着と加工抵抗の増加とを防止して一層優れた加工効率及び工具寿命を達成することができる。また、本発明の金属加工油は、後述するように、工作機械の加工部以外の潤滑油として使用することが可能であるが、この場合には(C)油性剤を含有することが望ましい。

【0099】

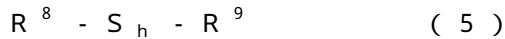
(D) 極圧剤としては、後述する(D-1)硫黄化合物及び(D-2)リン化合物が挙げられる。

【0100】

(D-1) 硫黄化合物としては、金属加工油の特性を損なわない限りにおいて特に制限されないが、ジハイドロカルビルポリサルファイド、硫化エステル、硫化鉛油、ジチオリン酸亜鉛化合物、ジチオカルバミン酸亜鉛化合物、ジチオリン酸モリブデン化合物及びジチオカルバミン酸モリブデンが好ましく用いられる。

【0101】

ジハイドロカルビルポリサルファイドとは、一般的にポリサルファイド又は硫化オレフィンと呼ばれる硫黄系化合物であり、具体的には下記一般式(5)：



[式(5)中、R⁸及びR⁹は同一でも異なっていてもよく、それぞれ炭素数3~20の直鎖状又は分枝状のアルキル基、炭素数6~20のアリール基、炭素数6~20のアルキルアリール基あるいは炭素数6~20のアリールアルキル基を表し、hは2~6、好ましくは2~5の整数を表す]

で表される化合物を意味する。上記一般式(5)中のR⁸及びR⁹としては、具体的には、n-プロピル基、イソプロピル基、n-ブチル基、イソブチル基、sec-ブチル基、tert-ブチル基、直鎖又は分枝ベンチル基、直鎖又は分枝ヘキシル基、直鎖又は分枝ヘプチル基、直鎖又は分枝オクチル基、直鎖又は分枝ノニル基、直鎖又は分枝デシル基、直鎖又は分枝ウンデシル基、直鎖又は分枝ドデシル基、直鎖又は分枝トリデシル基、直鎖又は分枝テトラデシル基、直鎖又は分枝ペントデシル基、直鎖又は分枝ヘキサデシル基、直鎖又は分枝ヘプタデシル基、直鎖又は分枝オクタデシル基、直鎖又は分枝ノナデシル基、直鎖又は分枝イコシル基などの直鎖状又は分枝状のアルキル基；フェニル基、ナフチル基などのアリール基；トリル基（全ての構造異性体を含む）、エチルフェニル基（全ての構造異性体を含む）、直鎖又は分枝プロピルフェニル基（全ての構造異性体を含む）、直鎖又は分枝ブチルフェニル基（全ての構造異性体を含む）、直鎖又は分枝ベンチルフェニル基（全ての構造異性体を含む）、直鎖又は分枝ヘキシルフェニル基（全ての構造異性体を含む）、直鎖又は分枝ヘプチルフェニル基（全ての構造異性体を含む）、直鎖又は分枝オクチルフェニル基（全ての構造異性体を含む）、直鎖又は分枝ノニルフェニル基（全ての構造異性体を含む）、直鎖又は分枝ウンデシルフェニル基（全ての構造異性体を含む）、直鎖又は分枝ドデシルフェニル基（全ての構造異性体を含む）、キシリル基（全ての構造異性体を含む）、エチルメチルフェニル基（全ての構造異性体を含む）、ジエチルフェニル基（全ての構造異性体を含む）、ジ（直鎖又は分枝）プロピルフェニル基（全ての構造異性体を含む）、ジ（直鎖又は分枝）ブチルフェニル基（全ての構造異性体を含む）、メチルナフチル基（全ての構造異性体を含む）、エチルナフチル基（全ての構造異性体を含む）、直鎖又は分枝プロピルナフチル基（全ての構造異性体を含む）、直鎖又は分枝ブチルナフチル基（全ての構造異性体を含む）、ジメチルナフチル基（全ての構造異性体を含む）、エチルメチルナフチル基（全ての構造異性体を含む）、ジエチルナフチル基（全ての構造異性体を含む）、ジ（直鎖又は分枝）ブチルナフチル基（全ての構造異性体を含む）などのアルキルアリール基；ベンジル基、フェニルエチル基（全ての異性体を含む）、フェニルプロピル基（全ての異性体を含む）などのアリールアルキル基；などを挙げることができる。これらの中でも、一般式(5)中のR⁸及びR⁹としては、プロピレン、1-ブテン又はイソブチレンから誘導された炭素数3~18のアルキル基、又は炭素数6~8のアリール基、アルキルアリール基ある

10

20

30

40

50

いはアリールアルキル基であることが好ましく、これらの基としては例えば、イソプロピル基、プロピレン2量体から誘導される分枝状ヘキシル基（全ての分枝状異性体を含む）、プロピレン3量体から誘導される分枝状ノニル基（全ての分枝状異性体を含む）、プロピレン4量体から誘導される分枝状ドデシル基（全ての分枝状異性体を含む）、プロピレン5量体から誘導される分枝状ペントデシル基（全ての分枝状異性体を含む）、プロピレン6量体から誘導される分枝状オクタデシル基（全ての分枝状異性体を含む）、*s e c -* プチル基、*t e r t -* プチル基、1-ブテン2量体から誘導される分枝状オクチル基（全ての分枝状異性体を含む）、イソブチレン2量体から誘導される分枝状オクチル基（全ての分枝状異性体を含む）、1-ブテン3量体から誘導される分枝状ドデシル基（全ての分枝状異性体を含む）、イソブチレン3量体から誘導される分枝状ドデシル基（全ての分枝状異性体を含む）、1-ブテン4量体から誘導される分枝状ヘキサデシル基（全ての分枝状異性体を含む）、イソブチレン4量体から誘導される分枝状ヘキサデシル基（全ての分枝状異性体を含む）などのアルキル基；フェニル基、トリル基（全ての構造異性体を含む）、エチルフェニル基（全ての構造異性体を含む）、キシリル基（全ての構造異性体を含む）などのアルキルアリール基；ベンジル基、フェニルエチル基（全ての異性体を含む）などのアリールアルキル基が挙げられる。

【0102】

さらに、上記一般式(5)中のR⁸及びR⁹としては、溶着と加工抵抗の増加とを防止してより優れた加工効率及び工具寿命を達成できる点から、別個に、エチレン又はプロピレンから誘導された炭素数3～18の分枝状アルキル基であることがより好ましく、エチレン又はプロピレンから誘導された炭素数6～15の分枝状アルキル基であることが特に好みしい。

【0103】

硫化エステルとしては、具体的には例えば、牛脂、豚脂、魚脂、菜種油、大豆油などの動植物油脂；不飽和脂肪酸（オレイン酸、リノール酸又は上記の動植物油脂から抽出された脂肪酸類などを含む）と各種アルコールとを反応させて得られる不飽和脂肪酸エステル；及びこれらの混合物などを任意の方法で硫化することにより得られるものが挙げられる。

【0104】

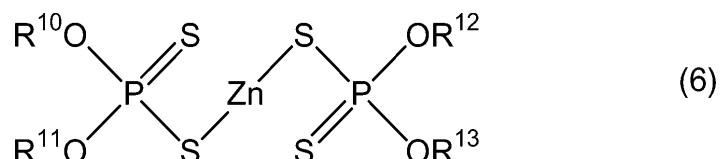
硫化鉱油とは、鉱油に単体硫黄を溶解させたものをいう。ここで、本発明にかかる硫化鉱油に用いられる鉱油としては特に制限されないが、具体的には、原油に常圧蒸留及び減圧蒸留を施して得られる潤滑油留分、溶剤脱れき、溶剤抽出、水素化分解、溶剤脱ろう、接触脱ろう、水素化精製、硫酸洗浄、白土処理などの精製処理を適宜組み合わせて精製したパラフィン系鉱油、ナフテン系鉱油などが挙げられる。また、単体硫黄としては、塊状、粉末状、溶融液体状等いずれの形態のものを用いてもよいが、粉末状又は溶融液体状の単体硫黄を用いると基油への溶解を効率よく行うことができる所以好ましい。なお、溶融液体状の単体硫黄は液体同士を混合するので溶解作業を非常に短時間で行うことができるという利点を有しているが、単体硫黄の融点以上で取り扱わねばならず、加熱設備などの特別な装置を必要としたり、高温雰囲気下での取り扱いとなるため危険を伴うなど取り扱いが必ずしも容易ではない。これに対して、粉末状の単体硫黄は、安価で取り扱いが容易であり、しかも溶解に要する時間が十分に短いので特に好みしい。また、本発明にかかる硫化鉱油における硫黄含有量に特に制限はないが、通常、硫化鉱油全量を基準として好みしくは0.05～1.0質量%であり、より好みしくは0.1～0.5質量%である。

【0105】

ジチオリン酸亜鉛化合物、ジチオカルバミン酸亜鉛化合物、ジチオリン酸モリブデン化合物及びジチオカルバミン酸モリブデン化合物とは、それぞれ下記一般式(6)～(9)：

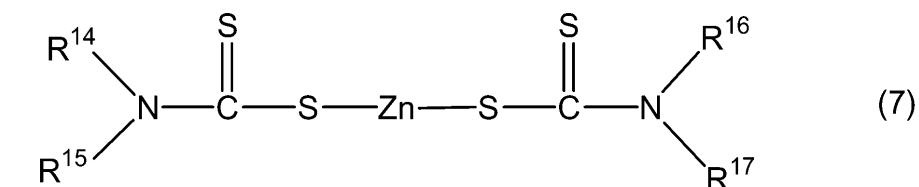
【0106】

【化3】



【0 1 0 7】

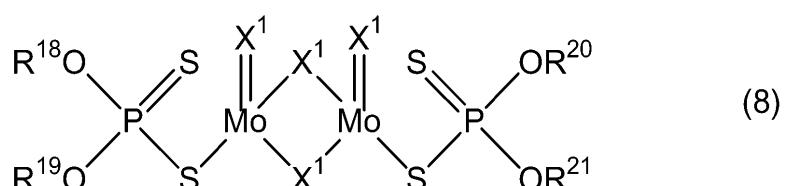
【化4】



10

【0 1 0 8】

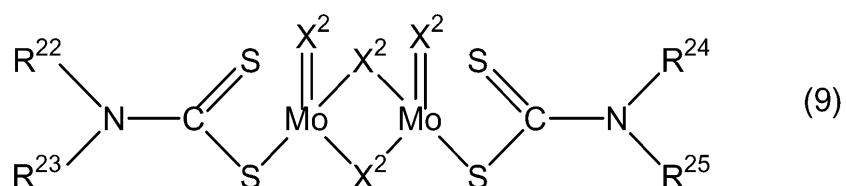
【化5】



20

【0 1 0 9】

【化6】



30

【0 1 1 0】

[式(6)～(9)中、 R^{10} 、 R^{11} 、 R^{12} 、 R^{13} 、 R^{14} 、 R^{15} 、 R^{16} 、 R^{17} 、 R^{18} 、 R^{19} 、 R^{20} 、 R^{21} 、 R^{22} 、 R^{23} 及び R^{24} は同一でも異なるっていてもよく、それぞれ炭素数1以上の炭化水素基を表し、 X^1 及び X^2 はそれぞれ酸素原子又は硫黄原子を表す]

40

で表される化合物を意味する。

【0 1 1 1】

ここで、 R^{10} 、 R^{11} 、 R^{12} 、 R^{13} 、 R^{14} 、 R^{15} 、 R^{16} 、 R^{17} 、 R^{18} 、 R^{19} 、 R^{20} 、 R^{21} 、 R^{22} 、 R^{23} 及び R^{24} で表される炭化水素基の具体例を例示すれば、メチル基、エチル基、プロピル基（すべての分枝異性体を含む）、ブチル基（すべての分枝異性体を含む）、ペンチル基（すべての分枝異性体を含む）、ヘキシル基（すべての分枝異性体を含む）、ヘプチル基（すべての分枝異性体を含む）、オクチル基（すべての分枝異性体を含む）、ノニル基（すべての分枝異性体を含む）、デシル基（すべての分枝異性対を含む）、ウンデシル基（すべての分枝異性対を含む）、ドデシル基（すべての分枝異性対を含む）、トリデシル基（すべての分枝異性対を含む）、テ

50

トラデシル基(すべての分枝異性対を含む)、ペンタデシル基(すべての分枝異性対を含む)、ヘキサデシル基(すべての分枝異性対を含む)、ヘプタデシル基(すべての分枝異性対を含む)、ノナデシル基(すべての分枝異性対を含む)、イコシル基(すべての分枝異性対を含む)、ヘンイコシル基(すべての分枝異性対を含む)、ドコシル基(すべての分枝異性対を含む)、トリコシル基(すべての分枝異性対を含む)、テトラコシル基(すべての分枝異性対を含む)などのアルキル基；シクロペンチル基、シクロヘキシル基、シクロヘプチル基などのシクロアルキル基；メチルシクロペンチル基(すべての置換異性体を含む)、エチルシクロベンチル基(すべての置換異性体を含む)、ジメチルシクロベンチル基(すべての置換異性体を含む)、プロピルシクロベンチル基(すべての分枝異性体、置換異性体を含む)、メチルエチルシクロベンチル基(すべての置換異性体を含む)、トリメチルシクロベンチル基(すべての置換異性体を含む)、ブチルシクロベンチル基(すべての分枝異性体、置換異性体を含む)、メチルプロピルシクロベンチル基(すべての分枝異性体、置換異性体を含む)、ジエチルシクロベンチル基(すべての置換異性体を含む)、ジメチルエチルシクロベンチル基(すべての置換異性体を含む)、メチルシクロヘキシル基(すべての置換異性体を含む)、エチルシクロヘキシル基(すべての置換異性体を含む)、ジメチルシクロヘキシル基(すべての置換異性体を含む)、プロピルシクロヘキシル基(すべての分枝異性体、置換異性体を含む)、メチルエチルシクロヘキシル基(すべての置換異性体を含む)、トリメチルシクロヘキシル基(すべての置換異性体を含む)、ブチルシクロヘキシル基(すべての分枝異性体、置換異性体を含む)、メチルプロピルシクロヘキシル基(すべての分枝異性体、置換異性体を含む)、ジエチルシクロヘキシル基(すべての置換異性体を含む)、ジメチルエチルシクロヘキシル基(すべての置換異性体を含む)、メチルシクロヘプチル基(すべての置換異性体を含む)、エチルシクロヘプチル基(すべての置換異性体を含む)、ジメチルシクロヘプチル基(すべての置換異性体を含む)、プロピルシクロヘプチル基(すべての分枝異性体、置換異性体を含む)、メチルエチルシクロヘプチル基(すべての置換異性体を含む)、置換異性体を含む)、トリメチルシクロヘプチル基(すべての置換異性体を含む)、ブチルシクロヘプチル基(すべての分枝異性体、置換異性体を含む)、メチルプロピルシクロヘプチル基(すべての分枝異性体、置換異性体を含む)、ジエチルシクロヘプチル基(すべての置換異性体を含む)、ジメチルエチルシクロヘプチル基(すべての置換異性体を含む)、ブチルシクロヘプチル基(すべての分枝異性体、置換異性体を含む)、ジメチルシクロヘプチル基(すべての置換異性体を含む)などのアルキルシクロアルキル基；フェニル基、ナフチル基などのアリール基；トリル基(すべての置換異性体を含む)、キシリル基(すべての置換異性体を含む)、エチルフェニル基(すべての置換異性体を含む)、プロピルフェニル基(すべての分枝異性体、置換異性体を含む)、メチルエチルフェニル基(すべての置換異性体を含む)、トリメチルフェニル基(すべての置換異性体を含む)、ブチルフェニル基(すべての分枝異性体、置換異性体を含む)、メチルプロピルフェニル基(すべての分枝異性体、置換異性体を含む)、ジエチルフェニル基(すべての置換異性体を含む)、ジメチルエチルフェニル基(すべての置換異性体を含む)、ペンチルフェニル基(すべての分枝異性体、置換異性体を含む)、ヘキシルフェニル基(すべての分枝異性体、置換異性体を含む)、ヘプチルフェニル基(すべての分枝異性体、置換異性体を含む)、オクチルフェニル基(すべての分枝異性体、置換異性体を含む)、ノニルフェニル基(すべての分枝異性体、置換異性体を含む)、デシルフェニル基(すべての分枝異性体、置換異性体を含む)、ウンデシルフェニル基(すべての分枝異性体、置換異性体を含む)、ドデシルフェニル基(すべての分枝異性体、置換異性体を含む)、トリデシルフェニル基(すべての分枝異性体、置換異性体を含む)、テトラデシルフェニル基(すべての分枝異性体、置換異性体を含む)、ペンタデシルフェニル基(すべての分枝異性体、置換異性体を含む)、ヘキサデシルフェニル基(すべての分枝異性体、置換異性体を含む)、ヘプタデシルフェニル基(すべての分枝異性体、置換異性体を含む)、オクタデシルフェニル基(すべての分枝異性体、置換異性体を含む)などのアルキルアリール基；ベンジル基、フェネチル基、フェニルプロピル基(すべての分枝異性体を含む)、フェニルブチル基(すべての分枝異性体を含む)などのアリールアルキル基などが挙げられる。

10

20

30

40

50

【0112】

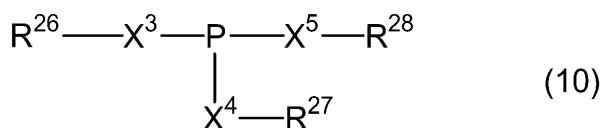
本発明においては、上記硫黄化合物の中でも、ジハイドロカルビルポリサルファイド及び硫化エステルからなる群より選ばれる少なくとも1種を用いると、溶着の防止及び加工抵抗の増加の防止に起因する加工効率及び工具寿命の向上効果が一層高水準で得られるので好ましい。

【0113】

また、(D-2)リン化合物としては、具体的には例えば、リン酸エステル、酸性リン酸エステル、酸性リン酸エステルのアミン塩、塩素化リン酸エステル、亜リン酸エステル及びフォスフォロチオネート、下記一般式(10)又は(11)で表されるリン化合物の金属塩等が挙げられる。これらのリン化合物は、リン酸、亜リン酸又はチオリン酸とアルカノール、ポリエーテル型アルコールとのエステルあるいはその誘導体が挙げられる。10

【0114】

【化7】



10

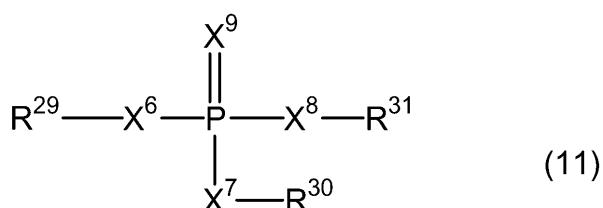
20

【0115】

[式(10)中、 X^3 、 X^4 及び X^5 は同一でも異なっていてもよく、それぞれ酸素原子又は硫黄原子を表し、 X^3 、 X^4 又は X^5 の少なくとも2つは酸素原子であり、 R^{26} 、 R^{27} 、及び R^{28} は同一でも異なっていてもよく、それぞれ水素原子又は炭素数1~30の炭化水素基を表す]

【0116】

【化8】



30

【0117】

[式(11)中、 X^6 、 X^7 、 X^8 及び X^9 は同一でも異なっていてもよく、それぞれ酸素原子又は硫黄原子を表し、 X^6 、 X^7 、 X^8 又は X^9 の少なくとも3つは酸素原子であり、 R^{29} 、 R^{30} 及び R^{31} は同一でも異なっていてもよく、それぞれ水素原子又は炭素数1~30の炭化水素基を表す。]

より具体的には、リン酸エステルとしては、トリブチルホスフェート、トリベンチルホスフェート、トリヘキシルホスフェート、トリヘプチルホスフェート、トリオクチルホスフェート、トリノニルホスフェート、トリデシルホスフェート、トリウンデシルホスフェート、トリドデシルホスフェート、トリトリデシルホスフェート、トリテトラデシルホスフェート、トリペンタデシルホスフェート、トリヘキサデシルホスフェート、トリヘプタデシルホスフェート、トリオクタデシルホスフェート、トリオレイルホスフェート、トリフェニルホスフェート、トリクレジルホスフェート、トリキシレニルホスフェート、クレジルジフェニルホスフェート、キシレニルジフェニルホスフェート等；40

酸性リン酸エステルとしては、モノブチルアシッドホスフェート、モノベンチルアシッドホスフェート、モノヘキシルアシッドホスフェート、モノヘプチルアシッドホスフェート、モノオクチルアシッドホスフェート、モノノニルアシッドホスフェート、モノデシル

40

50

アシッドホスフェート、モノウンデシリアルアシッドホスフェート、モノドデシリアルアシッドホスフェート、モノトリデシリアルアシッドホスフェート、モノテトラデシリアルアシッドホスフェート、モノペンタデシリアルアシッドホスフェート、モノヘキサデシリアルアシッドホスフェート、モノヘプタデシリアルアシッドホスフェート、モノオクタデシリアルアシッドホスフェート、モノオレイルアシッドホスフェート、ジブチルアシッドホスフェート、ジベンチルアシッドホスフェート、ジヘキシルアシッドホスフェート、ジヘプチルアシッドホスフェート、ジオクチルアシッドホスフェート、ジノニルアシッドホスフェート、ジデシリルアシッドホスフェート、ジウンデシリルアシッドホスフェート、ジドデシリルアシッドホスフェート、ジトリデシリルアシッドホスフェート、ジテトラデシリルアシッドホスフェート、ジベンタデシリルアシッドホスフェート、ジヘキサデシリルアシッドホスフェート、ジヘプタデシリルアシッドホスフェート等；

酸性リン酸エステルのアミン塩としては、前記酸性リン酸エステルのメチルアミン、エチルアミン、プロピルアミン、ブチルアミン、ペンチルアミン、ヘキシルアミン、ヘプチルアミン、オクチルアミン、ジメチルアミン、ジエチルアミン、ジブロピルアミン、ジブチルアミン、ジベンチルアミン、ジヘキシルアミン、ジヘプチルアミン、ジオクチルアミン、トリメチルアミン、トリエチルアミン、トリブロピルアミン、トリブチルアミン、トリペンチルアミン、トリヘキシルアミン、トリヘプチルアミン、トリオクチルアミン等のアミンとの塩等；

塩素化リン酸エステルとしては、トリス・ジクロロプロピルホスフェート、トリス・クロロエチルホスフェート、トリス・クロロフェニルホスフェート、ポリオキシアルキレン・ビス[ジ(クロロアルキル)]ホスフェート等；

亜リン酸エステルとしては、ジブチルホスファイト、ジベンチルホスファイト、ジヘキシルホスファイト、ジヘプチルホスファイト、ジオクチルホスファイト、ジノニルホスファイト、ジデシリルホスファイト、ジウンデシリルホスファイト、ジドデシリルホスファイト、ジオレイルホスファイト、ジフェニルホスファイト、ジクレジルホスファイト、トリブチルホスファイト、トリベンチルホスファイト、トリヘキシルホスファイト、トリヘプチルホスファイト、トリオクチルホスファイト、トリノニルホスファイト、トリデシリルホスファイト、トリウンデシリルホスファイト、トリドデシリルホスファイト、トリオレイルホスファイト、トリフェニルホスファイト、トリクレジルホスファイト等；

フォスフォロチオネートとしては、トリブチルフォスフォロチオネート、トリベンチルフォスフォロチオネート、トリヘキシルフォスフォロチオネート、トリヘプチルフォスフォロチオネート、トリオクチルフォスフォロチオネート、トリノニルフォスフォロチオネート、トリデシリルフォスフォロチオネート、トリウンデシリルフォスフォロチオネート、トリドデシリルフォスフォロチオネート、トリトリデシリルフォスフォロチオネート、トリテトラデシリルフォスフォロチオネート、トリベンタデシリルフォスフォロチオネート、トリヘキサデシリルフォスフォロチオネート、トリヘプタデシリルフォスフォロチオネート、トリオクタデシリルフォスフォロチオネート、トリオレイルフォスフォロチオネート、トリフェニルフォスフォロチオネート、トリクレジルフォスフォロチオネート、トリキシレニルフォスフォロチオネート、クレジルジフェニルフォスフォロチオネート、キシレニルジフェニルフォスフォロチオネート、トリス(*n*-プロピルフェニル)フォスフォロチオネート、トリス(イソプロピルフェニル)フォスフォロチオネート、トリス(*n*-ブチルフェニル)フォスフォロチオネート、トリス(イソブチルフェニル)フォスフォロチオネート、トリス(*s*-ブチルフェニル)フォスフォロチオネート、トリス(*t*-ブチルフェニル)フォスフォロチオネート等

が挙げられる。

【0118】

また、上記一般式(10)又は(11)で表されるリン化合物の金属塩に関し、式中のR²⁶～R³¹で表される炭素数1～30の炭化水素基としては、具体的には、アルキル基、シクロアルキル基、アルケニル基、アルキルシクロアルキル基、アリール基、アルキ

10

20

30

40

50

ルアリール基、アリールアルキル基等が挙げられる。

【0119】

上記アルキル基としては、例えばメチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基、ヘプチル基、オクチル基、ノニル基、デシル基、ウンデシル基、ドデシル基、トリデシル基、テトラデシル基、ペントадешил基、ヘキサデシル基、ヘプタデシル基、オクタデシル基等のアルキル基（これらアルキル基は直鎖状でも分枝状でもよい）が挙げられる。

【0120】

上記シクロアルキル基としては、例えば、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、シクロヘプチル基等の炭素数5～7のシクロアルキル基を挙げることができる。また上記アルキルシクロアルキル基としては、例えば、メチルシクロペンチル基、ジメチルシクロペンチル基、メチルエチルシクロペンチル基、ジエチルシクロペンチル基、メチルシクロヘキシル基、ジメチルシクロヘキシル基、メチルエチルシクロヘキシル基、ジエチルシクロヘキシル基、メチルシクロヘプチル基、ジメチルシクロヘプチル基、メチルエチルシクロヘプチル基、ジエチルシクロヘプチル基等の炭素数6～11のアルキルシクロアルキル基（アルキル基のシクロアルキル基への置換位置も任意である）が挙げられる。

【0121】

上記アルケニル基としては、例えば、ブテニル基、ペンテニル基、ヘキセニル基、ヘプテニル基、オクテニル基、ノネニル基、デセニル基、ウンデセニル基、ドセニル基、トリデセニル基、テトラデセニル基、ペントадецил基、ヘキサデセニル基、ヘプタデセニル基、オクタデセニル基等のアルケニル基（これらアルケニル基は直鎖状でも分枝状でもよく、また二重結合の位置も任意である）が挙げられる。

【0122】

上記アリール基としては、例えば、フェニル基、ナフチル基等のアリール基を挙げることができる。また上記アルキルアリール基としては、例えば、トリル基、キシリル基、エチルフェニル基、プロピルフェニル基、ブチルフェニル基、ペンチルフェニル基、ヘキシルフェニル基、ヘプチルフェニル基、オクチルフェニル基、ノニルフェニル基、デシルフェニル基、ウンデシルフェニル基、ドデシルフェニル基等の炭素数7～18のアルキルアリール基（アルキル基は直鎖状でも分枝状でもよく、またアリール基への置換位置も任意である）が挙げられる。

【0123】

上記アリールアルキル基としては、例えばベンジル基、フェニルエチル基、フェニルブロピル基、フェニルブチル基、フェニルペンチル基、フェニルヘキシル基等の炭素数7～12のアリールアルキル基（これらアルキル基は直鎖状でも分枝状でもよい）が挙げられる。

【0124】

$R^{2\ 6} \sim R^{3\ 1}$ で表される炭素数1～30の炭化水素基は、炭素数1～30のアルキル基又は炭素数6～24のアリール基であることが好ましく、更に好ましくは炭素数3～18のアルキル基、更に好ましくは炭素数4～12のアルキル基である。

【0125】

$R^{2\ 6}$ 、 $R^{2\ 7}$ 及び $R^{2\ 8}$ は同一でも異なっていてもよく、それぞれ水素原子又は上記炭化水素基を表すが、 $R^{2\ 6}$ 、 $R^{2\ 7}$ 及び $R^{2\ 8}$ のうち、1～3個が上記炭化水素基であることが好ましく、1～2個が上記炭化水素基であることがより好ましく、2個が上記炭化水素基であることがさらに好ましい。

【0126】

また、 $R^{2\ 9}$ 、 $R^{3\ 0}$ 及び $R^{3\ 1}$ は同一でも異なっていてもよく、それぞれ水素原子又は上記炭化水素基を表すが、 $R^{2\ 9}$ 、 $R^{3\ 0}$ 及び $R^{3\ 1}$ のうち、1～3個が上記炭化水素基であることが好ましく、1～2個が上記炭化水素基であることがより好ましく、2個が上記炭化水素基であることがさらに好ましい。

【0127】

10

20

30

40

50

一般式(10)で表されるリン化合物において、 $X^3 \sim X^5$ のうちの少なくとも2つは酸素原子であることが必要であるが、 $X^3 \sim X^5$ の全てが酸素原子であることが好ましい。

【0128】

また、一般式(11)で表されるリン化合物において、 $X^6 \sim X^9$ のうちの少なくとも3つは酸素原子であることが必要であるが、 $X^6 \sim X^9$ の全てが酸素原子であることが好ましい。

【0129】

一般式(10)で表されるリン化合物としては、例えば、亜リン酸、モノチオ亜リン酸；上記炭素数1～30の炭化水素基を1つ有する亜リン酸モノエステル、モノチオ亜リン酸モノエステル；上記炭素数1～30の炭化水素基を2つ有する亜リン酸ジエステル、モノチオ亜リン酸ジエステル；上記炭素数1～30の炭化水素基を3つ有する亜リン酸トリエステル、モノチオ亜リン酸トリエステル；及びこれらの混合物が挙げられる。これらの中でも、亜リン酸モノエステル、亜リン酸ジエステルが好ましく、亜リン酸ジエステルがより好ましい。

【0130】

また、一般式(11)で表されるリン化合物としては、例えば、リン酸、モノチオリン酸；上記炭素数1～30の炭化水素基を1つ有するリン酸モノエステル、モノチオリン酸モノエステル；上記炭素数1～30の炭化水素基を2つ有するリン酸ジエステル、モノチオリン酸ジエステル；上記炭素数1～30の炭化水素基を3つ有するリン酸トリエステル、モノチオリン酸トリエステル；及びこれらの混合物が挙げられる。これらの中でも、リン酸モノエステル、リン酸ジエステルが好ましく、リン酸ジエステルがより好ましい。

【0131】

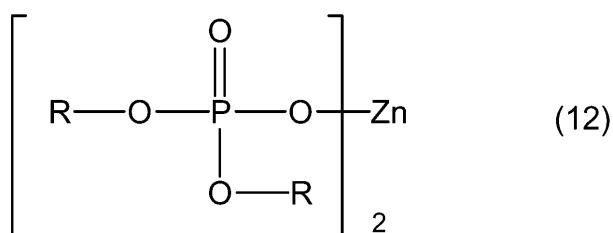
一般式(10)又は(11)で表されるリン化合物の金属塩としては、当該リン化合物の酸性水素の一部又は全部を金属塩基で中和した塩が挙げられる。かかる金属塩基としては、金属酸化物、金属水酸化物、金属炭酸塩、金属塩化物等が挙げられ、その金属としては、具体的には、リチウム、ナトリウム、カリウム、セシウム等のアルカリ金属、カルシウム、マグネシウム、バリウム等のアルカリ土類金属、亜鉛、銅、鉄、鉛、ニッケル、銀、マンガン等の重金属等が挙げられる。これらの中ではカルシウム、マグネシウム等のアルカリ土類金属及び亜鉛が好ましい。

【0132】

上記リン化合物の金属塩は、金属の価数やリン化合物のOH基あるいはSH基の数に応じその構造が異なり、従ってその構造については何ら限定されないが、例えば、酸化亜鉛1molとリン酸ジエステル(OH基が1つ)2molを反応させた場合、下記式(12)で表される構造の化合物が主成分として得られると考えられるが、ポリマー化した分子も存在していると考えられる。

【0133】

【化9】



【0134】

また、例えば、酸化亜鉛1molとリン酸モノエステル(OH基が2つ)1molとを反応させた場合、下記式(13)で表される構造の化合物が主成分として得られると考えられるが、ポリマー化した分子も存在していると考えられる。

10

20

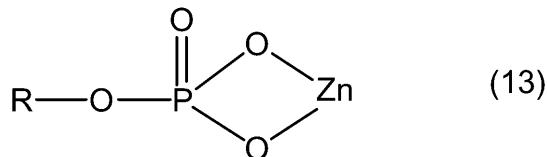
30

40

50

【0135】

【化10】



【0136】

10

また、これらの2種以上の混合物も使用できる。

【0137】

20

本発明においては、上記リン化合物の中でも、溶着と加工抵抗の増加とを防止してより優れた加工効率及び工具寿命を達成できる点から、リン酸エステル、酸性リン酸エステル、及び酸性リン酸エステルのアミン塩が好ましい。

【0138】

30

また、本発明の金属加工油は、後述するように、金属加工以外の用途に適用可能であるが、本発明の金属加工油を工作機械の摺動面用油として使用する場合には、酸性リン酸エステル、酸性リン酸エステルのアミン塩を含有することが好ましい。また、本発明の金属加工油を油圧作動油として使用する場合には、リン酸エステルが好ましい。さらに、摺動面用油と油圧作動油との兼用油として用いる場合には、酸性リン酸エステル及び酸性リン酸エステルのアミン塩から選ばれる少なくとも1種と、リン酸エステルと、を組み合わせて用いることが好ましい。

【0139】

本発明の金属加工油は、(D-1)硫黄化合物又は(D-2)リン化合物の一方のみを含有するものであってもよく、双方を含有するものであってもよい。溶着と加工抵抗の増加とを防止してより優れた加工効率及び工具寿命を達成できる点からは、(D-1)リン化合物、あるいは(D-1)硫黄化合物と(D-2)リン化合物との双方を含有することが好ましく、(D-1)硫黄化合物と(D-2)リン化合物との双方を含有することがより好ましい。

【0140】

30

(D)極圧剤の含有量は任意であるが、溶着と加工抵抗の増加とを防止してより優れた加工効率及び工具寿命を達成できる点から、金属加工油全量基準で、0.005質量%以上であることが好ましく、0.01質量%以上であることがより好ましく、0.05質量%以上であることがさらにより好ましい。また、異常摩耗の防止の点から、極圧剤の含有量は、金属加工油全量基準で、1.5質量%以下であることが好ましく、1.0質量%以下であることがより好ましく、7質量%以下であることがさらにより好ましい。

【0141】

40

本発明においては、上述の(C)油性剤又は(D)極圧剤の一方のみを用いてもよいが、溶着と加工抵抗の増加とを防止して一層高い加工効率及び工具寿命の向上効果を達成できる点から、(C)油性剤と(D)極圧剤とを併用することが好ましい。

【0142】

50

また、本発明の金属加工油においては、溶着と加工抵抗の増加とを防止してより優れた加工効率及び工具寿命を達成できる点から、(E)有機酸塩を含有することが好ましい。有機酸塩としては、スルフォネート、フェネート、サリシレート、並びにこれらの混合物が好ましく用いられる。これらの有機酸塩の陽性成分としては、ナトリウム、カリウムなどのアルカリ金属；マグネシウム、カルシウム、バリウムなどのアルカリ土類金属；アンモニア、炭素数1~3のアルキル基を有するアルキルアミン（モノメチルアミン、ジメチルアミン、トリメチルアミン、モノエチルアミン、ジエチルアミン、トリエチルアミン、モノプロピルアミン、ジプロピルアミン、トリプロピルアミンなど）、炭素数1~3のア

ルカノール基を有するアルカノールアミン（モノメタノールアミン、ジメタノールアミン、トリメタノールアミン、モノエタノールアミン、ジエタノールアミン、トリエタノールアミン、モノプロパノールアミン、ジプロパノールアミン、トリプロパノールアミンなど）などのアミン、亜鉛などが挙げられるが、これらの中でもアルカリ金属又はアルカリ土類金属が好ましく、カルシウムが特に好ましい。有機酸塩の陽性成分がアルカリ金属又はアルカリ土類金属であると、より高い潤滑性が得られる傾向にある。

【0143】

スルフォネートは、任意の方法によって製造されたものが使用可能である。例えば、分子量100～1500、好ましくは200～700のアルキル芳香族化合物をスルフォン化することによって得られるアルキル芳香族スルфон酸のアルカリ金属塩、アルカリ土類金属塩、アミン塩及びこれらの混合物などが使用できる。ここでいうアルキル芳香族スルфон酸としては、一般に鉱油の潤滑油留分のアルキル芳香族化合物をスルфон化したものや、ホワイトオイル製造時に副生する、いわゆるマホガニー酸などの石油スルфон酸や、洗剤の原料となるアルキルベンゼン製造プラントから副生したり、ポリオレフィンをベンゼンにアルキル化することにより得られる直鎖状又は分枝状のアルキル基を有するアルキルベンゼンをスルфон化したもの、あるいはジノニルナフタレンなどのアルキルナフタレンをスルфон化したものなどの合成スルфон酸などが挙げられる。また、上記のアルキル芳香族スルfon酸と、アルカリ金属の塩基（アルカリ金属の酸化物や水酸化物など）、アルカリ土類金属の塩基（アルカリ土類金属の酸化物や水酸化物など）又は上述したアミン（アンモニア、アルキルアミンやアルカノールアミンなど）とを反応させて得られるいわゆる中性（正塩）スルフォネート；中性（正塩）スルフォネートと、過剰のアルカリ金属の塩基、アルカリ土類金属の塩基又はアミンを水の存在下で加熱することにより得られるいわゆる塩基性スルフォネート；炭酸ガスの存在下で中性（正塩）スルフォネートをアルカリ金属の塩基、アルカリ土類金属の塩基又はアミンと反応させることにより得られるいわゆる炭酸塩過塩基性（超塩基性）スルフォネート；中性（正塩）スルフォネートをアルカリ金属の塩基、アルカリ土類金属の塩基又はアミンならびにホウ酸又は無水ホウ酸などのホウ酸化合物と反応させたり、又は炭酸塩過塩基性（超塩基性）スルフォネートとホウ酸又は無水ホウ酸などのホウ酸化合物を反応させることによって製造されるいわゆるホウ酸塩過塩基性（超塩基性）スルフォネート；及びこれらの混合物などが挙げられる。

【0144】

また、フェネートとしては、具体的には、元素硫黄の存在下又は不存在下で、炭素数4～20のアルキル基を1～2個有するアルキルフェノールと、アルカリ金属の塩基（アルカリ金属の酸化物や水酸化物など）、アルカリ土類金属の塩基（アルカリ土類金属の酸化物や水酸化物など）又は上述したアミン（アンモニア、アルキルアミンやアルカノールアミンなど）とを反応させることにより得られる中性フェネート；中性フェネートと過剰のアルカリ金属の塩基、アルカリ土類金属の塩基又はアミンを水の存在下で加熱することにより得られる、いわゆる塩基性フェネート；炭酸ガスの存在下で中性フェネートをアルカリ金属の塩基、アルカリ土類金属の塩基又はアミンと反応させることにより得られる、いわゆる炭酸塩過塩基性（超塩基性）フェネート；中性フェネートをアルカリ金属の塩基、アルカリ土類金属の塩基又はアミンならびにホウ酸又は無水ホウ酸などのホウ酸化合物と反応させたり、又は炭酸塩過塩基性（超塩基性）フェネートとホウ酸又は無水ホウ酸などのホウ酸化合物を反応させることによって製造される、いわゆるホウ酸塩過塩基性（超塩基性）フェネート；及びこれらの混合物などが挙げられる。

【0145】

さらに、サリシレートとしては、具体的には、元素硫黄の存在下又は不存在下で、炭素数4～20のアルキル基を1～2個有するアルキルサリチル酸と、アルカリ金属の塩基（アルカリ金属の酸化物や水酸化物など）、アルカリ土類金属の塩基（アルカリ土類金属の酸化物や水酸化物など）又は上述したアミン（アンモニア、アルキルアミンやアルカノールアミンなど）とを反応させることにより得られる中性サリシレート；中性サリシレート

10

20

30

40

50

と、過剰のアルカリ金属の塩基、アルカリ土類金属の塩基又はアミンを水の存在下で加熱することにより得られるいわゆる塩基性サリシレート；炭酸ガスの存在下で中性サリシレートをアルカリ金属の塩基、アルカリ土類金属の塩基又はアミンと反応させることにより得られるいわゆる炭酸塩過塩基性（超塩基性）サリシレート；中性サリシレートをアルカリ金属の塩基、アルカリ土類金属の塩基又はアミンならびにホウ酸又は無水ホウ酸などのホウ酸化合物と反応させたり、又は炭酸塩過塩基性（超塩基性）金属サリシレートとホウ酸又は無水ホウ酸などのホウ酸化合物を反応させることによって製造されるいわゆるホウ酸塩過塩基性（超塩基性）サリシレート；及びこれらの混合物などが挙げられる。

【0146】

(E) 有機酸塩の塩基価は、好ましくは50～500mg KOH / g であり、より好ましくは100～450mg KOH / g である。有機酸塩の塩基価が100mg KOH / g 未満の場合は有機酸塩の添加による潤滑性向上効果が不十分となる傾向にあり、他方、塩基価が500mg KOH / g を超える有機酸塩は、通常、製造が非常に難しく入手が困難であるため、それぞれ好ましくない。なお、ここでいう塩基価とは、JIS K 2501「石油製品及び潤滑油 - 中和価試験方法」の7.に準拠して測定される過塩素酸法による塩基価 [mg KOH / g] をいう。

【0147】

また、(E) 有機酸塩の含有量は、金属加工油全量基準で、好ましくは0.1～30質量% であり、より好ましくは0.5～25質量% であり、さらに好ましくは1～20質量% である。(E) 有機酸塩の含有量が前記下限値未満の場合、その添加による溶着と加工抵抗の増加との防止に起因する加工効率及び工具寿命の向上効果が不十分となる傾向にあり、他方、前記上限値を超えると金属加工油の安定性が低下して析出物が生じやすくなる傾向にある。

【0148】

本発明においては、(E) 有機酸塩を単独で用いてもよく、あるいは有機酸塩と他の添加剤とを組み合わせて用いてもよい。溶着と加工抵抗の増加とを防止してより優れた加工効率及び工具寿命を達成できる点からは、有機酸塩を上記の極圧剤と組み合わせて用いることが好ましく、硫黄化合物、リン化合物及び有機酸塩の3種を組み合わせて用いることが特に好ましい。

【0149】

また、本発明の金属加工油は(F) 酸化防止剤を更に含有していることが好ましい。酸化防止剤の添加により、構成成分の変質によるべたつきを防止することができ、また、熱・酸化安定性を向上させることができる。

【0150】

(F) 酸化防止剤としては、フェノール系酸化防止剤、アミン系酸化防止剤、ジチオリン酸亜鉛系酸化防止剤、その他食品添加剤として使用されているものなどが挙げられる。

【0151】

フェノール系酸化防止剤としては、潤滑油の酸化防止剤として用いられる任意のフェノール系化合物が使用可能であり、特に制限されるものでないが、例えば下記の一般式(14)及び一般式(15)で表される化合物の中から選ばれる1種又は2種以上のアルキルフェノール化合物が好ましいものとして挙げられる。

【0152】

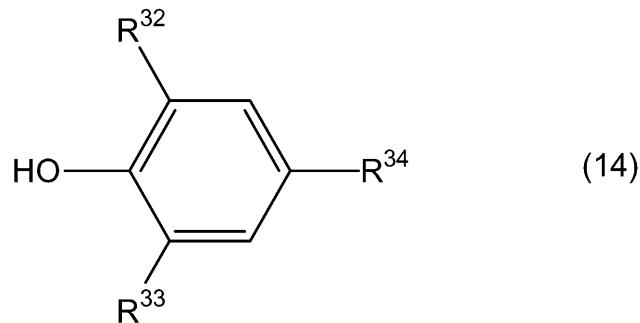
10

20

30

40

【化11】



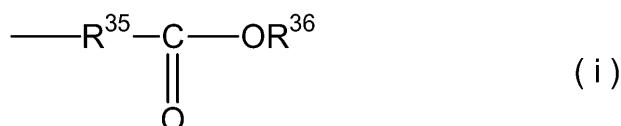
10

【0153】

[式(14)中、R³²は炭素数1～4のアルキル基を示し、R³³は水素原子又は炭素数1～4のアルキル基を示し、R³⁴は水素原子、炭素数1～4のアルキル基、下記一般式(i)又は(ii)：]

【0154】

【化12】



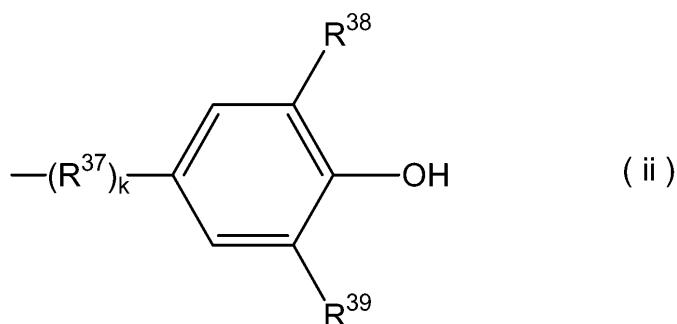
20

【0155】

(一般式(i)中、R³⁵は炭素数1～6のアルキレン基を示し、R³⁶は炭素数1～24のアルキル基又はアルケニル基を示す。)

【0156】

【化13】



30

【0157】

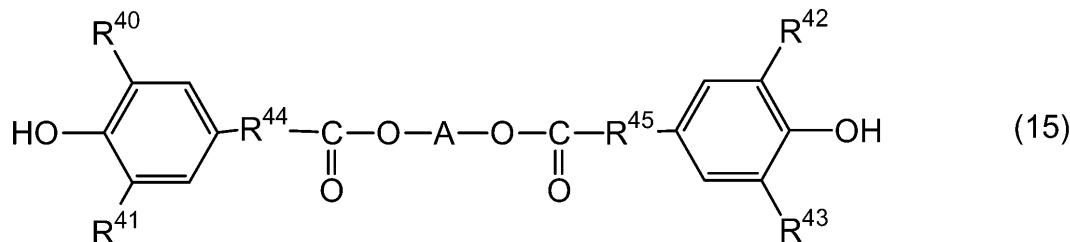
(一般式(ii)中、R³⁷は炭素数1～6のアルキレン基を示し、R³⁸は炭素数1～4のアルキル基を示し、R³⁹は水素原子又は炭素数1～4のアルキル基を示し、kは0又は1を示す。)

で表される基を示す。]

【0158】

40

【化14】



【0159】

10

[一般式(15)中、 R^{40} 及び R^{42} は同一でも異なっていてもよく、それぞれ炭素数1~4のアルキル基を示し、 R^{41} 及び R^{43} は同一でも異なっていてもよく、それぞれ水素原子又は炭素数1~4のアルキル基を示し、 R^{44} 及び R^{45} は同一でも異なっていてもよく、それぞれ炭素数1~6のアルキレン基を示し、Aは炭素数1~18のアルキレン基又は下記の一般式(iiii)]:



(一般式(iiii)中、 R^{46} 及び R^{47} は同一でも異なっていてもよく、それぞれ炭素数1~6のアルキレン基を示す)

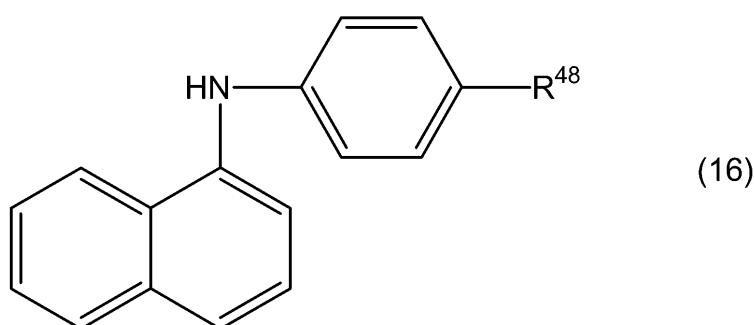
で表される基を示す。]

20

本発明に使用されるアミン系酸化防止剤としては、潤滑油の酸化防止剤として用いられる任意のアミン系化合物が使用可能であり、特に限定されるものではないが、例えば、下記の一般式(16)で表されるフェニル-*n*-ナフチルアミン又はN-p-アルキルフェニル-*n*-ナフチルアミン、並びに下記一般式(17)で表されるp,p'-ジアルキルジフェニルアミンの中から選ばれる1種又は2種以上の芳香族アミンが好ましいものとして挙げられる。

【0160】

【化15】



30

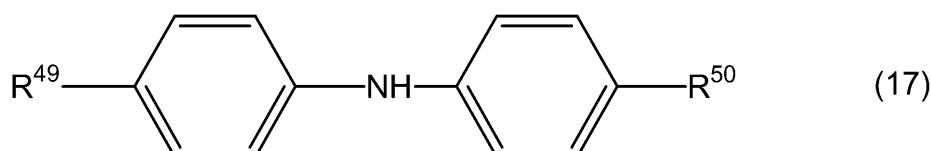
【0161】

[式(16)中、 R^{48} は水素原子又はアルキル基を示す。]

【0162】

【化16】

40



【0163】

[式(17)中、 R^{49} 及び R^{50} は同一でも異なっていてもよく、それぞれアルキル基を示す。]

50

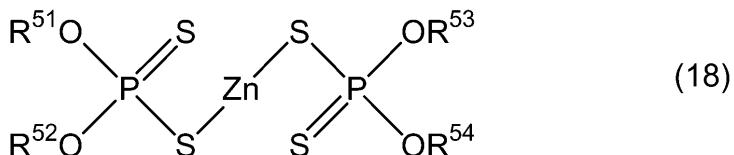
アミン系酸化防止剤の具体例としては、4-ブチル-4'-オクチルジフェニルアミン、フェニル-4'-ナフチルアミン、オクチルフェニル-4'-ナフチルアミン、ドデシルフェニル-4'-ナフチルアミン及びこれらの混合物などが挙げられる。

【0164】

本発明に使用されるジチオリン酸亜鉛系酸化防止剤としては、具体的には、下記一般式(14)で表されるジチオリン酸亜鉛などが挙げられる。

【0165】

【化17】



10

【0166】

[式(14)中、R⁵¹、R⁵²、R⁵³及びR⁵⁴は同一でも異なっていてもよく、それぞれ炭化水素基を示す。]

また、食品添加剤として使用されている酸化防止剤も使用可能であり、上述したフェノール系酸化防止剤と一部重複するが、例えば、例えは、2,6-ジ-tert-ブチル-p-クレゾール(DBPC)、4,4'-メチレンビス(2,6-ジ-tert-ブチルフェノール)、4,4'-ビス(6-tert-ブチル-o-クレゾール)、アスコルビン酸(ビタミンC)、アスコルビン酸の脂肪酸エステル、トコフェロール(ビタミンE)、3,5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシアニソール、2-tert-ブチル-4-ヒドロキシアニソール、3-tert-ブチル-4-ヒドロキシアニソール、1,2-ジハイドロ-6-エトキシ-2,2,4-トリメチルキノリン(エトキシキン)、2-(1,1-ジメチル)-1,4-ベンゼンジオール(TBHQ)、2,4,5-トリヒドロキシブチロフェノン(THBP)を挙げることができる。

【0167】

これらの酸化防止剤の中でも、フェノール系酸化防止剤、アミン系酸化防止剤、並びに上記食品添加剤として使用されているものが好ましい。さらに、生分解性を重視する場合には、上記食品添加剤として使用されているものがより好ましく、中でもアスコルビン酸(ビタミンC)、アスコルビン酸の脂肪酸エステル、トコフェロール(ビタミンE)、2,6-ジ-tert-ブチル-p-クレゾール(DBPC)、3,5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシアニソール、2-tert-ブチル-4-ヒドロキシアニソール、3-tert-ブチル-4-ヒドロキシアニソール、1,2-ジハイドロ-6-エトキシ-2,2,4-トリメチルキノリン(エトキシキン)、2-(1,1-ジメチル)-1,4-ベンゼンジオール(TBHQ)、又は2,4,5-トリヒドロキシブチロフェノン(THBP)が好ましく、アスコルビン酸(ビタミンC)、アスコルビン酸の脂肪酸エステル、トコフェロール(ビタミンE)、2,6-ジ-tert-ブチル-p-クレゾール(DBPC)、又は3,5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシアニソールがより好ましい。

【0168】

(F)酸化防止剤の含有量は特に制限はないが、良好な熱・酸化安定性を維持させるためにその含有量は、金属加工油全量基準で0.01質量%以上が好ましく、更に好ましくは0.05質量%以上、最も好ましくは0.1質量%以上である。一方それ以上添加しても効果の向上が期待できないことからその含有量は10質量%以下であることが好ましく、更に好ましくは5質量%以下であり、最も好ましくは3質量%以下である。

【0169】

また、本発明の金属加工油には、上記した以外の従来公知の添加剤を含有することができる。かかる添加剤としては、例えは、上記したリン化合物、硫黄化合物以外の極圧剤(

20

30

40

50

塩素系極圧剤を含む) ; ジエチレングリコールモノアルキルエーテル等の潤滑剤; アクリルポリマー、パラフィンワックス、マイクロワックス、スラックワックス、ポリオレフィンワックス等の造膜剤; 脂肪酸アミン塩等の水置換剤; グラファイト、フッ化黒鉛、二硫化モリブデン、窒化ホウ素、ポリエチレン粉末等の固体潤滑剤; アミン、アルカノールアミン、アミド、カルボン酸、カルボン酸塩、スルホン酸塩、リン酸、リン酸塩、多価アルコールの部分エステル等の腐食防止剤; ベンゾトリアゾール、チアジアゾール等の金属不活性化剤; メチルシリコーン、フルオロシリコーン、ポリアクリレート等の消泡剤; アルケニルコハク酸イミド、ベンジルアミン、ポリアルケニルアミンアミノアミド等の無灰分散剤; 等が挙げられる。これらの公知の添加剤を併用する場合の含有量は特に制限されないが、これらの公知の添加剤の合計含有量が金属加工油全量基準で0.1~10質量%となるような量で添加するのが一般的である。

10

【0170】

なお、本発明の金属加工油は、上述のように塩素系極圧剤などの塩素系添加剤を含有してもよいが、安全性の向上及び環境に対する負荷の低減の点からは、塩素系添加剤を含有しないことが好ましい。また、塩素濃度は、金属加工油全量基準で、1000質量ppm以下であることが好ましく、500質量ppm以下であることがより好ましく、200質量ppm以下であることが更に好ましく、100質量ppm以下であることが特に好ましい。

20

【0171】

本発明の金属加工油の動粘度は特に制限されないが、加工部位への供給容易性の点から、40における動粘度は $200\text{ mm}^2/\text{s}$ 以下であることが好ましく、更に好ましくは $100\text{ mm}^2/\text{s}$ であり、更に好ましくは $75\text{ mm}^2/\text{s}$ であり、最も好ましくは $50\text{ mm}^2/\text{s}$ である。一方、その下限値は、 $1\text{ mm}^2/\text{s}$ であることが好ましく、更に好ましくは $3\text{ mm}^2/\text{s}$ であり、最も好ましくは $5\text{ mm}^2/\text{s}$ である。

【0172】

上記構成を有する本発明の金属加工油は、加工効率、工具寿命などの加工性能、更には取扱性に優れるものであるため、金属加工分野の広範な用途において好適に使用することができる。ここでいう金属加工とは、切削・研削加工に限定されず、広く金属加工全般を意味する。

30

【0173】

また、本発明の金属加工油は、通常給油方式による金属加工に適用することができるが、より顕著な効果を発揮することから、極微量油剤供給方式(MQL)の加工用油剤として用いることが好ましい。

【0174】

金属加工の種類としては、具体的には、切削加工、研削加工、転造加工、鍛造加工、プレス加工、引き抜き加工、圧延加工等が挙げられる。これらの中でも、本発明の金属加工油は切削加工、研削加工、転造加工などの用途に非常に有用である。

【0175】

また、本発明の金属加工油が適用される被加工材の材質は特に制限されないが、本発明の金属加工油は、非鉄金属の加工用油剤として好適であり、特に、アルミニウム又はアルミニウム合金の加工用油剤として非常に優れたものである。

40

【0176】

さらに、本発明の金属加工油は、摺動面用油剤、軸受部分用油剤、油圧機器用油剤などの工作機械の加工部位以外の潤滑油剤として用いることが可能なものであり、従って工作機械の省スペース化、省エネルギー化を可能とする点で非常に有用である。

【0177】

なお、本発明でいう摺動面用油剤とは、切削・研削加工に用いられる工作機械が備える構成部材のうち、当接する2平面の摺動運動の案内機構に用いられる潤滑油剤をいう。例えば、ベッド上を移動可能なテーブル上に被加工部材を配置し、テーブルを移動させて切削・研削加工用工具へ向けて被加工部材を搬送する工作機械においては、テーブルとベッ

50

ドとの間の摺動面が摺動面用油剤により潤滑される。また、ベッド上を移動可能な台上に切削・研削加工用工具を固定し、その台を移動させて工具を被加工部材に向けて移動させる工作機械においては、台とベッドとの間の摺動面が摺動面用油剤により潤滑される。

【0178】

このような摺動面用油には、摺動面での摩擦係数が小さいことやスティックスリップ防止性が高いなどの摩擦特性が求められる。工作機械の加工テーブルなどの摺動面においてスティックスリップが発生すると、その摩擦振動がそのまま被加工部材に転写され、その結果加工精度が低下したり、あるいはその振動から工具寿命が低下するなどの問題が生じる。本発明の金属組成物は、摺動面用油剤として用いた場合にこれらの現象を十分に防止することが可能なものであるが、摩擦特性の点からはリン化合物を更に含有することが好ましい。10

【0179】

また、軸受部分の潤滑には、油剤軸受潤滑とミスト軸受潤滑等の潤滑方法があるが、本発明の油剤組成物はこのどちらにも使用可能である。

【0180】

油剤軸受潤滑とは、潤滑油を液体のまま軸受部に供給して当該部分の円滑な摺動を図る潤滑方式を意味し、潤滑油による軸受部の冷却等も期待できる。このような軸受潤滑用の潤滑油剤としては、より高温部で使用されることから熱劣化が起きにくい、つまり耐熱性に優れていることが要求されるが、本発明の金属加工油はこのような油剤軸受潤滑にも用いることができるものである。20

【0181】

ミスト軸受潤滑とは、潤滑油をミスト発生装置により霧状にし、空気等の期待でその霧状の油を軸受部に供給して当該部分の円滑な摺動を図る潤滑方式を意味し、軸受部等の高温部では、空気等による冷却効果を期待できることから、近年の工作機械ではこの潤滑方式を採用している例が多い。このようなミスト潤滑用の潤滑油剤としては、より高温部で使用されることから熱劣化が起きにくい、つまり耐熱性に優れていることが要求されるが、本発明の油剤組成物はこのようなミスト軸受潤滑にも用いることができるものである。20

【0182】

油圧機器は、油圧にて機械の動作、制御を行うものであり、機械類の動作を司る油圧制御部分では潤滑、シール、冷却効果を期待される油圧作動油が使用される。油圧作動油は、潤滑油をポンプで高圧に圧縮し、油圧を発生させ、機器を動かすため、潤滑油に高い潤滑性と高い酸化安定性、熱安定性が求められが、本発明の油剤組成物はこのような油圧作動油にも用いることができるものである。本発明の金属加工油を油圧作動油兼用油として使用する場合には、その潤滑性をさらに向上させるために、リン化合物を更に含有することが好ましい。30

【0183】

ここで、本発明の金属加工油を用いた切削・研削加工方法の一例について説明する。

【0184】

図1は極微量油剤供給式切削・研削加工方法において好適に用いられる工作機械の一例を示す説明図である。図1に示す工作機械は、ベッド1上を矢印の方向に移動可能なテーブル2、並びに支持手段10に支持されており矢印の方向に回転可能な工具11を備えている。また、給油タンク12には本発明の油剤が収容されており、テーブル2上に配置された被加工部材3を切削・研削加工する際には、圧縮空気導入部18から送られる圧縮空気と共に、ミスト状の本発明の油剤が加工油剤供給部13から加工部位に向けて供給される。また、給油タンク12に収容された本発明の油剤は、摺動面用油剤供給部14からベッド1とテーブル2との間の摺動面16に供給されると共に、軸受用油剤供給部15から支持手段10と工具11との間の軸受け部に供給されて、摺動面16及び軸受け部17の潤滑が行われる。40

【0185】

このように、本発明の極微量油剤供給式切削・研削加工方法においては、同一のエステ

ルを含有する油剤を用いて、切削研削加工部位、工作機械の摺動面、あるいは更に軸受部における潤滑を行うことによって、極微量油剤供給式切削・研削加工における加工性の向上、作業効率の向上が達成される。

【0186】

また、本発明の極微量油剤供給式切削・研削加工方法においては、図1に示すように、切削研削加工用油剤、摺動面用油剤、あるいは更に軸受用油剤としてそれ同一の油剤を用いること、各油剤を供給するための給油タンク等を別個に設ける必要がなくなり、工作機械の省スペース化、省エネルギー化を達成することが可能となるので好ましい。

【0187】

なお、図1には示していないが、本発明においては、給油タンク12に収容される本発明の油剤を、工作機械が備える油圧機器に供給して、本発明の油剤を油圧作動油として用いることもできる。10

【実施例】

【0188】

以下、実施例及び比較例に基づき本発明を更に具体的に説明するが、本発明は以下の実施例に何ら限定されるものではない。

【0189】

[実施例1～15、比較例1～6]

実施例1～15及び比較例1～6においては、それぞれ以下に示す基油及び添加剤を用い、また、水分含有量を調整して、表1～6に示す組成及び水分含有量を有する金属加工油を調製した。なお、表1～6には、基油及び添加剤の含有量と水分含有量との合計が100質量%となるように金属加工油の組成を示した。また、表1～6には得られた金属加工油組成物の40における動粘度を併せて示した。更に、基油A3については、その脂肪酸組成及び総不飽和度を表7に示した。20

【0190】

(基油)

A1：トリメチロールプロパンとオレイン酸とのトリエステルと、ネオペンチルグリコールとオレイン酸とのジエステルとの混合エステル(40における動粘度：32mm²/s)

A2：イソデシルアルコールとアジピン酸とのジエステル(40における動粘度：14mm²/s)30

A3：高オレイン酸菜種油(40における動粘度：39mm²/s)

(添加剤)

C1：オレイルアルコール

C2：オレイルアミン

C3：オレイン酸

C4：グリセリンモノオレート

D1：トリクレジルホスフェート

D2：硫化エステル。

【0191】

次に、実施例1～15及び比較例1～6の各金属加工油組成物について以下の評価試験を行った。40

【0192】

(タッピング試験)

極微量油剤供給方式(MQL)又は通常給油方式によりタッピング試験を行った。

【0193】

MQLによる試験の場合は、各金属加工油組成物及び比較標準油(DIDA：アジピン酸ジイソデシル、水分含有量：50ppm)を交互に用いて、以下に示す条件でタッピング試験を行い、それぞれの場合のタッピングエネルギーを測定した。

【0194】

50

20

40

50

タッピング条件

工具：ナットタップM 8 (P = 1 . 2 5 m m)

下穴径： 7 . 2 m m

ワーク：A C 8 A (t = 1 0 m m)

切削速度： 9 . 0 m /分

油剤供給方式

金属加工油組成物：圧縮空気 0 . 2 M P a、油剤組成物 2 5 m l / h の条件で吹き付け

D I D A : 圧縮空気を用いることなく、直接加工部位に 4 . 3 m L / 分の条件で吹き付け

タッピングエネルギー効率 (%) = (D I D A を用いた場合のタッピングエネルギー) / (油剤組成物を用いた場合のタッピングエネルギー)

また、通常給油方式による試験の場合は、各金属加工油組成物及び比較標準油 (D I D A : アジピン酸ジイソデシル、水分含有量 : 5 0 p p m) を交互に用いて、以下に示す条件でタッピング試験を行い、それぞれの場合のタッピングエネルギーを測定した。

【 0 1 9 5 】

タッピング条件

工具：ナットタップM 8 (P = 1 . 2 5 m m)

下穴径： 7 . 2 m m

ワーク：A C 8 A (t = 1 0 m m)

切削速度： 9 . 0 m /分

20

油剤供給方式

金属加工油組成物及びD I D A : 圧縮空気を用いることなく、直接加工部位に 4 . 3 m L / 分の条件で吹き付け

次に、M Q L 及び通常給油方式のそれについて、タッピングエネルギーの測定値を用いて、下記式に従いタッピングエネルギー効率 (%) を算出した。得られた結果を表 1 ~ 6 に示す。表中、タッピングエネルギー効率の値が高い程、潤滑性が高いことを意味する。

【 0 1 9 6 】

タッピングエネルギー効率 (%) = (D I D A を用いた場合のタッピングエネルギー) / (油剤組成物を用いた場合のタッピングエネルギー)

30

(耐摩耗性評価試験)

各金属加工油組成物について、高速四球試験法により、回転数 1 8 0 0 r p m 、荷重 3 9 2 N で 3 0 m i n の摩耗試験を行い、摩耗痕径を測定して油剤の耐摩耗性を評価した。得られた結果を表 1 ~ 6 に示す。

【 0 1 9 7 】

(貯蔵安定性試験)

各金属加工油組成物を室温で 2 週間放置し、分離水の有無を目視にて観察した。得られた結果を表 1 ~ 6 に示す。

【 0 1 9 8 】

40

【表1】

		実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4
組成 [質量%]	A1	99.965	99.900	99.700	-
	A2	-	-	-	99.700
	A3	-	-	-	-
	C1	-	-	-	-
	C2	-	-	-	-
	C3	-	-	-	-
	C4	-	-	-	-
	D1	-	-	-	-
	D2	-	-	-	-
水分含有量 [ppm]		350	1000	3000	3000
40°Cにおける動粘度 [mm ² /s]		20	36	20	14
加工特性 (タッピングエネルギー効率 [%])	MQL	93	95	97	100
	通常給油	115	121	124	122
耐摩耗性 (摩耗痕径 [μm])		0.70	0.70	0.69	0.70
貯蔵安定性 (分離水の有無)		なし	なし	なし	なし

10

20

【0199】

【表2】

		実施例5	実施例6	実施例7	実施例8
組成 [質量%]	A1	-	94.700	94.700	94.700
	A2	-	-	-	-
	A3	99.700	-	-	-
	C1	-	5.000	-	-
	C2	-	-	5.000	-
	C3	-	-	-	5.000
	C4	-	-	-	-
	D1	-	-	-	-
	D2	-	-	-	-
水分含有量 [ppm]		3000	3000	3000	3000
40°Cにおける動粘度 [mm ² /s]		14	20	20	20
加工特性 (タッピングエネルギー効率 [%])	MQL	96	109	108	109
	通常給油	124	129	129	130
耐摩耗性 (摩耗痕径 [μm])		0.72	0.67	0.68	0.67
貯蔵安定性 (分離水の有無)		なし	なし	なし	なし

10

20

【0200】

【表3】

		実施例 9	実施例 10	実施例 11	実施例 12
組成 [質量%]	A1	94.700	94.700	89.700	84.700
	A2	-	-	-	-
	A3	-	-	-	-
	C1	-	-	-	-
	C2	-	-	-	-
	C3	-	-	-	-
	C4	5.000	-	-	-
	D1	-	5.000	-	5.000
	D2	-	-	10.000	10.000
水分含有量 [ppm]		3000	3000	3000	3000
40°Cにおける動粘度 [mm ² /s]		20	20	21	21
加工特性 (タッピングエネルギー効率 [%])	MQL	112	110	108	113
	通常給油	131	127	127	129
耐摩耗性 (摩耗痕径 [μm])		0.68	0.54	0.56	0.52
貯蔵安定性 (分離水の有無)		なし	なし	なし	なし

【0201】

10

20

【表4】

		実施例 13	実施例 14	実施例 15
組成 [質量%]	A1	89.700	84.700	81.700
	A2	-	-	-
	A3	-	-	-
	C1	-	-	-
	C2	-	-	-
	C3	-	-	-
	C4	5.000	5.000	5.000
	D1	5.000	-	3.000
	D2	-	10	10
水分含有量 [ppm]		3000	3000	3000
40°Cにおける動粘度 [mm ² /s]		21	22	23
加工特性 (タッピングエネルギー効率 [%])	MQL	116	113	119
	通常給油	135	133	138
耐摩耗性 (摩耗痕径 [μm])		0.52	0.54	0.51
貯蔵安定性 (分離水の有無)		なし	なし	なし

【0 2 0 2】

10

20

30

【表5】

		比較例 1	比較例 2	比較例 3
組成 [質量%]	A1	99.995	-	-
	A2	-	99.995	-
	A3	-	-	99.995
	C1	-	-	-
	C2	-	-	-
	C3	-	-	-
	C4	-	-	-
	D1	-	-	-
	D2	-	-	-
水分含有量 [ppm]		50	50	50
40°Cにおける動粘度 [mm ² /s]		46	46	46
加工特性 (タッピングエネルギー効率 [%])	MQL	80	82	78
	通常給油	100	100	103
耐摩耗性 (摩耗痕径 [μm])		0.71	0.73	0.73
貯蔵安定性 (分離水の有無)		なし	なし	なし

10

20

【0203】

【表6】

		比較例4	比較例5	比較例6
組成 [質量%]	A1	97.000	-	-
	A2	-	97.000	-
	A3	-	-	97.000
	C1	-	-	-
	C2	-	-	-
	C3	-	-	-
	C4	-	-	-
	D1	-	-	-
	D2	-	-	-
水分含有量 [ppm]		30000	30000	30000
40°Cにおける動粘度 [mm ² /s]		46	46	46
加工特性 (タッピングエネルギー効率 [%])	MQL	98	99	98
	通常給油	129	125	127
耐摩耗性 (摩耗痕径 [μm])		0.71	0.70	0.71
貯蔵安定性 (分離水の有無)		あり	あり	あり

【0204】

【表7】

		基油A3 (高オレイン酸菜種油)
脂肪酸組成 [質量%]	オレイン酸	64
	リノール酸	20
	パルミチン酸	5
	ステアリン酸	2
	その他の脂肪酸	9
炭素数6~16の脂肪酸の含有量 [質量%]		9
総不飽和度		0.26

【図面の簡単な説明】

【0205】

【図1】極微量油剤供給式切削・研削加工方法において好適に用いられる工作機械の一例 50

10

20

30

40

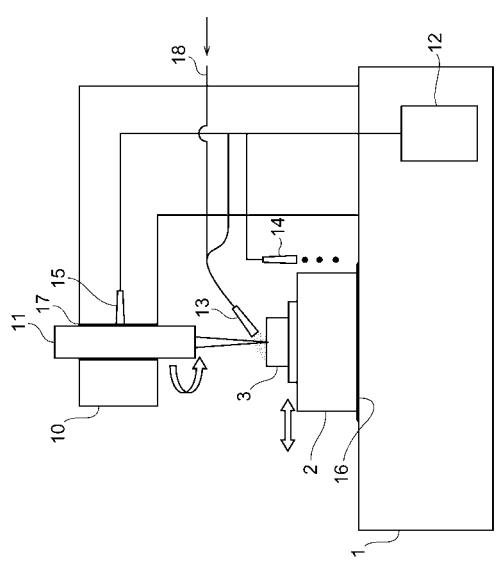
を示す説明図である。

【符号の説明】

【0206】

1 ... ベッド、2 ... テーブル、3 ... 被加工部材、11 ... 工具、12 ... 給油タンク、13 ... 加工油剤供給部、14 ... 摺動面用油剤供給部、15 ... 軸受用油剤供給部、16 ... 摺動面、17 ... 軸受部、18 ... 圧縮空気導入部。

【図1】



フロントページの続き(51)Int.Cl.⁷C 1 0 N 40:24
C 1 0 N 50:00

F I

C 1 0 N 40:24
C 1 0 N 50:00

テーマコード(参考)

Z

(72)発明者 井比 政則

新潟県新潟市竜が島2丁目1番1号 新日本石油加工株式会社内

F ターム(参考) 4H104 BB31A DA06A LA03 PA22 PA23 PA33 QA30