

明 細 書

発明の名称：

水溶性金属加工油剤、金属加工液、及び金属加工方法

技術分野

[0001] 本発明は、金属を切削又は研削する金属加工に用いられる水溶性金属加工油剤、金属加工液、及び金属加工方法に関する。

背景技術

[0002] 切削加工や研削加工などの金属加工分野では、加工効率の向上、被加工材と被加工材を加工する工具との摩擦抑制、工具の寿命延長効果、切り屑の除去などを目的として金属加工油剤が使用される。金属加工油剤には、鉱物油、動植物油、合成油などの油分を主成分したものと、油分に界面活性を持つ化合物を配合して水溶性を付与したものとが含まれる。資源の有効活用や火災の防止などの理由から、近年では、水溶性を付与したもの（水溶性金属加工油剤という）が用いられるようになってきている。

[0003] 水溶性金属加工油剤に求められる消泡性や耐腐敗性能を満足し、加工効率を向上させる目的で、例えば、リシノール酸重合物のアミン塩などを配合することが提案されている（特許文献1参照）。また、加工効率を高める目的で、金属加工油剤に、従来、塩素化パラフィンが配合されることがあったが、人体に有害なダイオキシンが発生するおそれが指摘され、近年では、塩素化パラフィンに代わって硫黄やリンなどの化合物を配合することが提案されている（特許文献2参照）。また、さらなる加工性能の向上を期待して、金属加工油剤にリシノール酸縮合脂肪酸、エステル化合物、及びアミンなどの化合物を配合することが提案されている（特許文献3参照）。

[0004] しかし、特許文献1、3のように、リシノール酸重合物のアミン塩と鉱物油を配合して得られる金属加工油剤であっても、チタン合金、ニッケル合金、コバルト合金などのように、加工困難性が高い難加工材を切削加工する場合には、加工の際に発生する加工熱が工具に蓄積することによって、工具へ

の負荷が高くなり、工具の寿命が短くなるなどの問題があった。

また、生産性を高める目的で切削速度を高くした場合には、さらに高い加工熱が発生するため、工具への負荷が一層高まるため、特許文献3のように、リシノール酸縮合脂肪酸とエステル化合物とを組み合わせ使用した場合であっても、十分な加工性能が得られない場合があった。また、特許文献2では、硫黄やリンなどの化合物を配合することから、環境への負担が懸念される。

上述のように、難加工材の加工分野では、効率よく切削加工を行うためには、金属加工油剤のさらなる改良が求められていた。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開昭57－159891号公報

特許文献2：特開昭60－141795号公報

特許文献3：特開2011－111593号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] そこで、本発明は、難加工材に対して、優れた加工性を発揮でき、工具の寿命を延ばすことが可能な水溶性金属加工油剤、金属加工液、及び金属加工方法の提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明者らは、鋭意研究を重ねた結果、水溶性金属加工油剤において、潤滑性に寄与する潤滑成分として、特性温度が特定の条件を満たすエステル化合物と、特定の縮合脂肪酸とを選択することにより、上記課題が解決されることを見出した。本発明は、かかる知見に基づいて完成したものである。

すなわち本発明は、

[1] 下記のA成分、B成分、C成分及びD成分を含む水溶性金属加工油剤であって、

該A成分がJ I S K 2 2 4 2に基づいて測定される特性温度が5 7 0℃以上を満たすエステル化合物であり、該水溶性金属加工油剤の全量に対して1 0 質量%以上含まれ、

該B成分がヒドロキシカルボン酸を脱水縮合させることにより得られる縮合脂肪酸（1）、及び該縮合脂肪酸（1）のアルコール性水酸基と1 価のカルボン酸とを脱水縮合させることにより得られる縮合脂肪酸（2）のうち少なくともいずれか1種の縮合脂肪酸であり、かつJ I S K 2 2 4 2に基づいて測定される特性温度が6 5 0℃以上を満たし、さらに該水溶性金属加工油剤の全量に対して7 . 5 質量%以上含まれ、

該C成分がカルボン酸であり、該水溶性金属加工油剤の全量に対して2 質量%以上含まれ、

該D成分が塩基性化合物であり、少なくとも前記B成分と前記C成分との和の酸価を中和する中和当量分含まれる

ことを特徴とする水溶性金属加工油剤、

[2] 前記溶性金属加工油剤が水で希釈された金属加工液、

[3] 前記水溶性金属加工油剤を用いて、金属からなる被加工材を加工する金属加工方法、

[4] 前記金属加工液を用いて、金属からなる被加工材を加工する金属加工方法、

に関する。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、難加工材に対して、優れた加工性を発揮でき、工具の寿命を延ばすことが可能な水溶性金属加工油剤、金属加工液、及び金属加工方法を提供することができる。

発明を実施するための形態

[0009] 以下に、本発明を詳細に説明する。

[水溶性金属加工油剤]

本発明の実施形態に係る水溶性金属加工油剤は、下記のA成分、B成分、

C成分及びD成分を含む水溶性金属加工油剤である。該A成分は、J I S K 2 2 4 2に基づいて測定される特性温度が5 7 0℃以上を満たすエステル化合物であり、該水溶性金属加工油剤の全量に対して1 0質量%以上含まれる。該B成分は、ヒドロキシカルボン酸を脱水縮合させることにより得られる縮合脂肪酸（1）、及び該縮合脂肪酸（1）のアルコール性水酸基と1価のカルボン酸とを脱水縮合させることにより得られる縮合脂肪酸（2）のうち少なくともいずれか1種の縮合脂肪酸であり、かつJ I S K 2 2 4 2に基づいて測定される特性温度が6 5 0℃以上を満たし、さらに該水溶性金属加工油剤の全量に対して7. 5質量%以上含まれる。該C成分は、カルボン酸であり、該水溶性金属加工油剤の全量に対して2質量%以上含まれる。該D成分は、塩基性化合物であり、少なくとも前記B成分と前記C成分との和の酸価を中和する中和当量分含まれる。

なお、本発明の実施形態において、水溶性金属加工油剤とは、金属加工の際、水に希釈して使用する水溶性が付与された切削油剤を意味する。水溶性金属加工油剤と表記した場合には、水に希釈する前の原液組成物を示す。

J I S K 2 2 4 2（熱処理油冷却性試験（A法））では、銀棒試験片の冷却過程を、蒸気膜段階、沸騰段階、対流段階と規定している。特性温度とは、蒸気膜段階から沸騰段階に移行する温度である。

具体的に、蒸気膜段階では、加熱された試験片の表面温度が高く、気化した油剤の蒸気層で試験片が覆われた状態である。すなわち、この蒸気膜段階では、油剤は、試験片と液体の状態では直接接触できない。このことは、特性温度以上において、油剤は、試験片に対して液体として作用することができず、試験片に潤滑性を付与することも困難であることを意味する。

沸騰段階は、蒸気膜が破断した後、油剤が試験片に接触し、核沸騰が起こる状態である。すなわち、沸騰段階では、油剤が試験片に液体として直接接触できる。このことは、特性温度以下において、油剤は、試験片に対して液体として作用することができ、試験片に潤滑性を付与することが可能であることを意味する。

[0010] <A成分>

A成分は、エステル化合物であって、JIS K2242に基づいて測定される特性温度が570℃以上である。A成分の特性温度が570℃未満であると、潤滑に寄与する油分が気化し易く、十分な摩耗低減効果が得られないため、工具の寿命が短くなる。特性温度は、好ましくは、600℃以上であり、より好ましくは、650℃以上である。特性温度の上限に制限はないが、800℃以下であることが好ましい。

エステル化合物を構成するカルボン酸としては、カプロン酸、エナン酸、カプリル酸、2-エチルヘキサン酸、ペラルゴン酸、イソノナン酸、カプリン酸、ネオデカン酸、ラウリン酸、ミリスチン酸、パルミチン酸、ステアリン酸、アラキジン酸、ベヘン酸、リグノセリン酸、ウンデシレン酸、オレイン酸、エライジン酸、エルカ酸、ネルボン酸、リノール酸、γ-リノレン酸、アラキドン酸、α-リノレン酸、ステアリドン酸、エイコサペンタエン酸、ドコサヘキサエン酸、アジピン酸、スベリン酸、セバシン酸、アゼライン酸、ドデカン二酸、クエン酸などが挙げられる。

また、エステル化合物を構成するアルコールとしては、ペンタエリスリトール、ネオペンチルグリコール、トリメチロールプロパンなどが挙げられる。

エステル化合物としては、多価アルコールを原料とするポリオールエステルを用いることが好ましく、ペンタエリスリトールとカルボン酸とのエステル化合物であることが好ましい。

また、A成分は、水溶性金属加工油剤の全量に対して10質量%以上含まれることが好ましく、15質量%以上含まれることが好ましい。10質量%以上であれば、工具の寿命を延長する効果が十分に得られる。

[0011] <B成分>

また、A成分は、水溶性金属加工油剤の全量に対して10質量%以上含まれることが好ましく、15質量%以上含まれることが好ましい。10質量%以上であれば、工具の寿命を延長する効果が十分に得られる。

B成分は、ヒドロキシカルボン酸を脱水縮合させることにより得られる縮合脂肪酸（１）、及び縮合脂肪酸（１）のアルコール性水酸基と１価のカルボン酸とを脱水縮合させることにより得られる縮合脂肪酸（２）のうち少なくともいずれか１種の縮合脂肪酸であり、かつＪＩＳ Ｋ ２ ２ ４ ２に基づいて測定されるＢ成分の特性温度が６５０℃以上である。

B成分の特性温度が６５０℃未満であると、B成分が気化し易く、十分な摩耗低減効果が得られないため、工具の寿命が短くなる。上記観点から、B成分の特性温度は、好ましくは、６７０℃以上であり、より好ましくは、６９０℃以上である。

[0012] 上述した、ＪＩＳ Ｋ ２ ２ ４ ２に基づいて測定される特性温度が６５０℃以上であるB成分の製造に用いられるヒドロキシカルボン酸の一例としては、リシノール酸が挙げられる。リシノール酸（１２－ヒドロキシオクタデカ－９－エノン酸）を脱水重縮合することにより得られる。リシノール酸を、例えば、不活性雰囲気下２００℃程度に加熱すると脱水重縮合が始まり、重縮合脂肪酸が得られる。

リシノール酸の重縮合度は、反応時間によって調整される。反応時間が長くなれば、酸価及び水酸基価が低下し、重縮合度の高い脂肪酸が得られる。重縮合度の高いものほど高い特性温度の重縮合脂肪酸を得ることができる。

[0013] 縮合脂肪酸（２）は、ヒドロキシカルボン酸の脱水重縮合体にさらに１価のカルボン酸を加えて脱水重縮合を行うことにより得られる。反応の進行は水酸基価の低下によって確認される。この反応によりさらに高い特性温度の重縮合脂肪酸を得ることができる。

この反応に用いられる１価のカルボン酸としては、飽和カルボン酸でも不飽和カルボン酸でもよいが、炭素数の小さいカルボン酸が未反応物として残留した場合、不快臭や金属腐食の原因となるおそれがあることから炭素数４以上のカルボン酸が好ましい。飽和カルボン酸としては、カプロン酸、エナント酸、カプリル酸、２－エチルヘキサン酸、ペラルゴン酸、イソノナン酸、カプリン酸、ネオデカン酸、ラウリン酸、ミリスチン酸、パルミチン酸、

ステアリン酸、アラキジン酸、ベヘン酸及びリグノセリン酸などが挙げられる。不飽和カルボン酸としては、ウンデシレン酸、オレイン酸、エライジン酸、エルカ酸、ネルボン酸、リノール酸、 γ -リノレン酸、アラキドン酸、 α -リノレン酸、ステアリドン酸、エイコサペンタエン酸、及びドコサヘキサエン酸などが挙げられる。

[0014] B成分の酸価は、60 mg KOH/g以下であることが好ましく、40 mg KOH/g以下であることがより好ましい。B成分の酸価が60 mg KOH/gを上回る場合、所定の特性温度が得られず、十分な加工性能が得られない場合がある。

B成分の水酸基価は、50 mg KOH/g以下であることが好ましく、35 mg KOH/g以下であることがより好ましい。B成分の水酸基価が50 mg KOH/gを上回ると所定の特性温度が得られず、十分な加工性能が得られない場合がある。

また、B成分は、水溶性金属加工油剤の全量に対して7.5質量%以上含まれることが好ましく、10質量%以上であることがより好ましい。7.5質量%以上であれば、摩耗低減効果や工具の寿命を延長する効果が十分に得られる。

なお、酸価は、JIS K2501に基づいて測定される値であり、水酸基価は、JIS K0070に基づいて測定される値であり、けん化価は、JIS K2503に基づいて測定される値である。

[0015] <C成分>

水溶性金属加工油剤には、C成分として、カルボン酸が含まれることが好ましい。C成分として使用可能なカルボン酸としては、不飽和カルボン酸、飽和カルボン酸であってよく、直鎖状構造又は環状構造を有していてもよい。C成分は、総炭素数4～30の1価カルボン酸、2価カルボン酸、又は多価カルボン酸であることが好ましい。

C成分として用いることのできる1価のカルボン酸としては、B成分を製造する際に用いられた1価のカルボン酸を適用することができる。

また、2価のカルボン酸としては、例えば、アジピン酸、スベリン酸、セバシン酸、アゼライン酸、ドデカン二酸などが挙げられる。多価カルボン酸としては、例えば、クエン酸などが挙げられる。

C成分としてのカルボン酸は、水溶性金属加工油剤の全量に対して2質量%以上含まれ、5質量%以上含まれることが好ましく、8質量%以上含まれることがより好ましい。B成分の配合量が2質量%未満であると、水溶性金属加工油剤の安定性や希釈した際の安定性が十分に得られない場合がある。

[0016] <D成分>

水溶性金属加工油剤は、D成分として、アミン化合物又はアルカリ金属化合物を含むことが好ましい。D成分は、水溶性金属加工油剤の安定性の観点から、少なくとも、B成分とC成分との和の酸価を中和する中和当量分含まれることが好ましい。D成分の配合量の上限は、水溶性金属加工油剤を水で10体積%に希釈した際のpHが11になる値である。中和当量を下回ると、水溶性金属加工油剤の安定性が低下する。また希釈した液のpHが11を上回ると、金属加工に従事する者の手あれなどが発生する場合がある。

D成分として用いることのできるアミン化合物としては、第1アミン、第2アミン及び第3アミンのいずれであってもよく、さらにアルカノールアミンであってもよい。

第1アミンの例としては、モノエタノールアミン、モノプロパノールアミン、モノイソプロパノールアミン、2-アミノ-1-ブタノール、2-アミノ-2-メチルプロパノール、ブチルアミン、ペンチルアミン、ヘキシルアミン、シクロヘキシルアミン、オクチルアミン、ラウリルアミン、ステアシルアミン、オレイルアミン、ベンジルアミンなどを挙げることができる。

第2アミンの例としては、ジエチルアミン、ジイソプロピルアミン、ジブチルアミン、ジペンチルアミン、ジヘキシルアミン、ジシクロヘキシルアミン、ジオクチルアミン、ジラウリルアミン、ジステアシルアミン、ジオレイルアミン、ジベンジルアミン、ジエタノールアミン、ピペラジン、ジイソプロパノールアミン、ステアシルエタノールアミン、デシルエタノールアミン

、ヘキシルプロパノールアミン、ベンジルエタノールアミン、フェニルエタノールアミン、及びトリルプロパノールアミンなどを挙げることができる。

第3アミンの例としては、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、トリシクロヘキシルアミン、トリオクチルアミン、トリラウリルアミン、トリステアリルアミン、トリオレイルアミン、トリベンジルアミン、メチルジシクロヘキシルアミン、ジオレイルエタノールアミン、ジラウリルプロパノールアミン、ジオクチルエタノールアミン、ジブチルエタノールアミン、ジエチルエタノールアミン、ジメチルエタノールアミン、ジヘキシルプロパノールアミン、ジブチルプロパノールアミン、オレイルジエタノールアミン、ステアリルジブチルプロパノールアミン、ラウリルジエタノールアミン、オクチルジブチルプロパノールアミン、ブチルジエタノールアミン、メチルジエタノールアミン、シクロヘキシルジエタノールアミン、ベンジルジエタノールアミン、フェニルジエタノールアミン、トリルジブチルプロパノールアミン、キシリルジエタノールアミン、トリエタノールアミン、トリプロパノールアミン、トリイソプロパノールアミンなどを挙げることができる。

これらのアミン化合物は、C成分であるカルボン酸とアミン塩を構成する。水溶性金属加工油剤にアミン化合物が含まれることにより、水溶性金属加工油剤の安定性が確保でき、水溶性を向上させることができる。乳化安定性、防錆性、耐腐敗性の観点から、アミン化合物として、アルカノールアミン及びアルキルアミンのいずれか一方か、又は両方を用いることが好ましい。

なお、塩基価（塩酸法）は、J I S K 2 5 0 1に基づいて測定される値である。

[0017] <水>

水溶性金属加工油剤（原液組成物）には、所定量の水が含まれていてもよい。水の量は、水溶性付与の観点から、水溶性金属加工油剤の全量に対して0～50質量%であることが好ましく、より好ましくは、3～45質量%、さらに好ましくは、6～40質量%である。

[0018] <その他の配合剤>

水溶性金属加工油剤には、本発明の目的を阻害しない範囲でさらに他の成分を配合することができる。例えば、界面活性剤、潤滑性向上剤、金属不活性化剤、消泡剤、殺菌剤及び酸化防止剤などを配合することができる。

界面活性剤としては、アニオン性界面活性剤、カチオン性界面活性剤、非イオン性界面活性剤、及び両性界面活性剤などが挙げられる。アニオン性界面活性剤としては、アルキルベンゼンスルホン酸塩、アルファオレフィンスルホン酸塩などがある。カチオン性界面活性剤としては、アルキルトリメチルアンモニウム塩、ジアルキルジメチルアンモニウム塩、アルキルジメチルベンジルアンモニウム塩などの四級アンモニウム塩などがある。非イオン性界面活性剤としては、ポリオキシエチレンアルキルエーテル、ポリオキシエチレンアルキルフェニルエーテルなどのエーテルや、ソルビタン脂肪酸エステル、ポリオキシエチレンソルビタン脂肪酸エステル、ポリオキシエチレン脂肪酸エステルなどのエステル、脂肪酸アルカノールアミドのようなアミドが挙げられる。両性界面活性剤としては、ベタイン系としてアルキルベタインなどが挙げられる。

潤滑性向上剤としては、有機酸が挙げられる。有機酸としては、例えば、カプリル酸、ペラルゴン酸、イソノナン酸、カプリン酸、ラウリン酸、ステアリン酸、オレイン酸、安息香酸、p-tert-ブチル安息香酸、アジピン酸、スベリン酸、セバシン酸、アゼライン酸、ドデカン二酸などが挙げられる。

金属不活性化剤としては、例えば、ベンゾトリアゾール、イミダゾリン、ピリミジン誘導体、及びチアジアゾールなどが挙げられる。

酸化防止剤としては、アルキル化ジフェニルアミン、フェニル- α -ナフチルアミン、アルキル化フェニル- α -ナフチルアミンなどのアミン系酸化防止剤、2,6-ジ-tert-ブチルフェノール、4,4'-メチレンビス(2,6-ジ-tert-ブチルフェノール)、イソオクチル-3-(3,5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシフェニル)プロピオネート、n-オクタデシル-3-(3,5-ジ-tert-ブチル-4-ヒドロキシフェニル)プロピオネート

などのフェノール系酸化防止剤、ジラウリルー 3、3' -チオジプロピオネイトなどの硫黄系酸化防止剤、ホスファイトなどのリン系酸化防止剤、さらにモリブデン系酸化防止剤が挙げられる。

殺菌剤としては、例えば、トリアジン系防腐剤、アルキルベンゾイミダゾール系防腐剤などが挙げられる。

消泡剤としては、メチルシリコン油、フルオロシリコン油、ポリアクリレートなどを挙げるができる。

[0019] [金属加工液]

本発明における金属加工液は、水溶性金属加工油剤（原液組成物）を水に希釈することにより得られる。ここでの水は、蒸留水、イオン交換水、水道水などのいずれでもよく、特に限定されない。本発明における水溶性金属加工油剤を希釈して用いる濃度としては、3 体積%以上 20 体積%以下であることが好ましい。より好ましくは 5 体積%以上であり、さらに好ましくは 10 体積%以上である。希釈濃度が 3 体積%を下回ると十分な加工性能が得られないおそれがある。一方、20 体積%を上回ると、希釈液の安定性が損なわれる可能性がある。

[0020] [金属加工方法]

本発明に係る金属加工方法は、水溶性金属加工油剤（原液組成物）、又は水溶性金属加工油剤が水で希釈された金属加工液を用いて、金属からなる被加工材を加工する金属加工方法である。金属加工の種類としては、切削加工、研削加工、打抜き加工、研磨、絞り加工、抽伸加工、圧延加工などの各種の金属加工分野に好適に利用することができる。本発明の金属加工剤は、潤滑性に優れるため、いわゆる難加工材の加工に適する。

被加工材としての金属には、単一の金属元素からなる純金属と、複数の金属元素或いは金属元素と非金属元素からなる金属様のものを含む。難加工材は、チタン、チタン合金、ニッケル合金、ニオブ合金、タンタル合金、モリブデン合金、タングステン合金、ステンレス鋼、及び高マンガン鋼を含む群から選ばれる少なくとも 1 種である。

本発明に係る金属加工方法によれば、塩素、硫黄、或いはリンを含有する化合物を配合しなくとも、難加工材をエンドミル加工などの断続切削加工する際に好適に用いることができる。

実施例

[0021] 以下に、実施例を挙げて本発明をさらに詳しく説明するが、本発明は下記の実施例に限定されない。下記に示す評価方法に従って、実施例及び比較例に係る水溶性金属加工油剤の特性を評価した。

[評価方法]

<原液安定性評価>

原液安定性は、水で希釈されていない水溶性金属加工油剤（原液組成物）を用いて評価した。得られた実施例及び比較例の水溶性金属加工油剤を25℃で24時間静置し、分離の有無を観察した。分離しなかったものを「良」、分離したものを「否」と表す。

<切削性能評価>

切削性能は、工具の寿命により評価した。立型マシニングセンターを用いて、以下に示す条件でエンドミル加工を行った。工具寿命は、加工開始から工具の逃げ面摩擦が0.2mmを超過したとき、或いは加工開始から工具の損傷が生じたときのいずれか短い方の期間で表した。水溶性金属加工油剤（原液組成物）を水で希釈して10体積%の金属加工液を調製し、切削性能の評価では、この金属加工液を使用した。

使用設備 : 立型マシニングセンターNV5000α1/A40 森精機製作所製

被削材 : Ti-6AL-4V、φ150×30mm、形状・円板

インサート : XOMX090308TR-ME06、F40M (S30種) SECO TOOLS製

カッター : Helical Micro Turbo R217.69-2020.3-016-09.2 SECO TOOLS製

ホルダ : HSK63AミーリングチャックCT20A NTツール

製

切削速度 : 80 m/min、55 m/min
切り込み : ap (工具軸方向) : 2 mm、ae (工具径方向) : 16 mm

送り : 0.1 mm/tooth

給油方法 : 外部給油、3.7 L/min

希釈濃度 : 10 体積% (水による希釈)

[0022] [A成分]

A成分として用いた各エステル化合物の仕様を下記に示す。

<エステル1 (A1成分)>

・ペンタエリスリトールテトラオレート

特性温度 : 704℃、動粘度 (40℃) : 65 mm²/s

特性温度は、JIS K2242 熱処理油冷却性試験 (A法) により測

定された温度である。動粘度は、JIS K2283に基づいて測定された

値である。

<エステル2 (A2成分)>

・トリメチロールプロパントリオレート

特性温度 : 679℃、動粘度 (40℃) : 49 mm²/s

<エステル3 (A3成分)>

・トリメチロールプロパジソステアレート

特性温度 : 643℃、動粘度 (40℃) : 107 mm²/s

<エステル4 (A4成分)>

・ペンタエリスリトールオクタレート

特性温度 : 558℃、動粘度 (40℃) : 34 mm²/s

<エステル5 (A5成分)>

・トリメチロールプロパントリエステル (トリメチロールプロパント炭素

数8~10のカルボン酸とのエステル)

特性温度 : 534℃、動粘度 (40℃) : 19 mm²/s

[0023] [B成分]

<縮合脂肪酸1 (B1成分)>

リシノール酸を窒素気流下、200℃で加熱脱水縮合し、縮合脂肪酸1を得た。縮合脂肪酸1は、特性温度：712℃、酸価：34 mg KOH/g、水酸基価：28 mg KOH/g、けん化価：198 mg KOH/gであった。

酸価は、JIS K2501に基づいて測定された値であり、水酸基価は、JIS K0070に基づいて測定された値であり、けん化価は、JIS K2503に基づいて測定された値である。

[0024] <縮合脂肪酸2 (B2成分)>

リシノール酸を窒素気流下、200℃で加熱脱水縮合し、縮合脂肪酸2を得た。縮合脂肪酸2は、特性温度：680℃、酸価：53 mg KOH/g、水酸基価：42 mg KOH/g、けん化価：196 mg KOH/gであった。

[0025] <縮合脂肪酸3 (B3成分)>

リシノール酸を窒素気流下200℃で加熱脱水縮合し、さらにオレイン酸を加え加熱脱水縮合し、縮合脂肪酸3を得た。縮合脂肪酸3は、特性温度：666℃、酸価：55 mg KOH/g、水酸基価：9 mg KOH/g、けん化価：201 mg KOH/gであった。

[0026] <縮合脂肪酸4 (B4成分)>

リシノール酸を窒素気流下200℃で加熱脱水縮合し、さらにオレイン酸を加え加熱脱水縮合し、縮合脂肪酸4を得た。縮合脂肪酸4は、特性温度：628℃、酸価：85 mg KOH/g、水酸基価：15 mg KOH/g、けん化価：195 mg KOH/gであった。

[0027] [C成分]

<カルボン酸1 (C1成分)>

オレイン酸、酸価：198 mg KOH/g

<カルボン酸2 (C2成分)>

ネオデカン酸、酸価：321 mg KOH/g

<カルボン酸3 (C3成分)>

セバシン酸、酸価：554 mg KOH/g

[0028] [D成分]

<アミン1 (D1成分)>

モノイソプロパノールアミン、塩基価：747 mg KOH/g

<アミン2 (D2成分)>

メチルジシクロヘキシルアミン、塩基価：284 mg KOH/g

塩基価（塩酸法）は、JIS K2501に基づいて測定された値である

。

[0029] [実施例及び比較例]

上述した各成分を第1表に示す配合処方に従って配合することにより、水溶性金属加工油剤を調整した。得られた実施例1～9、比較例1～6の水溶性金属加工油剤を上述した評価方法に基づいて評価した。結果を第1表に示す。

[0030]

[表1]

第1表

			記号	特性温度 (℃)	酸価 (mgKOH/g)	水酸基価 (mgKOH/g)	塩基価 (mgKOH/g)	実施例										比較例									
								1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6					
配合内容(質量部)	水溶性金属加工油剤	A	エステル1	A1	705	-	-	20.0	20.0	54.0	-	-	-	15.0	20.0	-	-	-	20.0	-	-	-	-	-	-	-	-
			エステル2	A2	679	-	-	-	-	-	-	20.0	-	-	-	-	-	20.0	-	-	-	-	20.0	-	-	-	-
			エステル3	A3	643	-	-	-	-	-	-	-	-	20.0	20.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			エステル4	A4	558	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.0	-	-	-	20.0	20.0	-
			エステル5	A5	534	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.0	-	-	-	-	-
	B	縮合脂肪酸1	B1	712	34	28	-	15.0	15.0	10.0	15.0	15.0	15.0	-	-	-	-	-	-	15.0	15.0	-	-	-	-	-	
		縮合脂肪酸2	B2	680	53	42	-	-	-	-	-	-	-	25.0	-	17.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		縮合脂肪酸3	B3	666	55	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		縮合脂肪酸4	B4	628	85	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		C	カルボン酸1	C1	-	198	-	-	3.0	3.0	7.0	3.0	3.0	3.0	10.0	3.0	4.0	3.0	3.0	8.0	6.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
カルボン酸2	C2		-	321	-	-	6.5	6.5	-	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5		
カルボン酸3	C3		-	554	-	-	3.5	3.5	3.0	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5		
アミン1	D1		-	-	-	747	11.0	11.0	5.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0		
アミン2	D2		-	-	-	284	6.5	6.5	9.0	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5		
ベンゾトリアゾール																											
ポリオキシエチレンモノアルキルエーテル																											
ポリオキシエチレンソルビタンモノオレート																											
水																											
酸価(B成分+C成分)				31.5 31.5 8.0 31.5 31.5 31.5 19.5 31.5 28.5 31.5 31.5 21.5 26.5 31.5 21.5 21.5																							
塩基価(D成分)				51 51 34 51 51 51 73 54 57 51 51 73 67 67 73																							
試験条件	切削速度	55(m/min)		-																							
		80(m/min)		○																							
評価結果		原液安定性		良																							
		工具寿命(min)		24.3 >50.0 28.4 20.3 16.2 >50.0 18.3 16.2 16.2 10.2 10.2 10.2 6.1 6.1 47																							

[0031] [評価結果]

第1表に示すように、本発明の水溶性金属加工油剤は、被削材として難加工材であるTi-6Al-4Vを加工した際、比較例の水溶性金属加工油剤よりも工具寿命を長く維持できることが判る。一方、特性温度が所定の温度未満であるものが配合された水溶性金属加工油剤や特性温度が所定の温度以上であっても所定量配合されていない水溶性金属加工油剤では、原液安定性は、所望の条件を満たすが、工具寿命が所望の条件を満たさないことが判る。また、C成分、D成分が所定の配合比率で配合されない場合は、原液安定性を確保できないことが判る。

比較例6の水溶性金属加工油剤は、切削速度が55m/minの場合には、47min程度の工具寿命を有するが、加工速度が80m/min（1.5倍程度）に高めると、工具寿命は著しく低下する。

これに対して、低速切削の場合の実施例2，6では、比較例6と同等以上の性能を有するとともに、80m/minにおいても、所望の工具寿命を満足することができる。このように、エステル化合物をJIS K2242の特性温度に基づいて選択するとともに、特定の縮合脂肪酸とを選択することにより、難加工材を従来よりも高速の断続切削する金属加工において、大幅な工具寿命延長が図れることが判った。

請求の範囲

- [請求項1] 下記のA成分、B成分、C成分及びD成分を含む水溶性金属加工油剤であって、
- 該A成分がJ I S K 2 2 4 2に基づいて測定される特性温度が57 0℃以上を満たすエステル化合物であり、該水溶性金属加工油剤の全量に対して1 0質量%以上含まれ、
- 該B成分がヒドロキシカルボン酸を脱水縮合させることにより得られる縮合脂肪酸（1）、及び該縮合脂肪酸（1）のアルコール性水酸基と1価のカルボン酸とを脱水縮合させることにより得られる縮合脂肪酸（2）のうち少なくともいずれか1種の縮合脂肪酸であり、かつJ I S K 2 2 4 2に基づいて測定される特性温度が6 5 0℃以上を満たし、さらに該水溶性金属加工油剤の全量に対して7 . 5質量%以上含まれ、
- 該C成分がカルボン酸であり、該水溶性金属加工油剤の全量に対して2質量%以上含まれ、
- 該D成分が塩基性化合物であり、少なくとも前記B成分と前記C成分との和の酸価を中和する中和当量分含まれる
- ことを特徴とする水溶性金属加工油剤。
- [請求項2] 前記A成分の前記特性温度が6 5 0℃以上を満たす請求項1に記載の水溶性金属加工油剤。
- [請求項3] 前記A成分がポリオールエステルである請求項1又は2に記載の水溶性金属加工油剤。
- [請求項4] 前記ポリオールエステルがペンタエリスリトールとカルボン酸とのエステルである請求項3に記載の水溶性金属加工油剤。
- [請求項5] 前記B成分の酸価が6 0 m g K O H / g 以下、及び水酸基価が5 0 m g K O H / g 以下である請求項1～4のいずれかに記載の水溶性金属加工油剤。
- [請求項6] 前記D成分がアミン化合物又はアルカリ金属化合物である請求項1

～ 5 のいずれかに記載の水溶性金属加工油剤。

[請求項7] 前記アミン化合物がアルカノールアミン及びアルキルアミンの少なくともいずれか一方である請求項 6 に記載の水溶性金属加工油剤。

[請求項8] さらに、水を含む請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載の水溶性金属加工油剤。

[請求項9] 請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載の水溶性金属加工油剤が水で希釈された金属加工液。

[請求項10] 請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載の水溶性金属加工油剤を用いて、金属からなる被加工材を加工する金属加工方法。

[請求項11] 請求項 9 に記載の金属加工液を用いて、金属からなる被加工材を加工する金属加工方法。

[請求項12] 前記被加工材が、チタン、チタン合金、ニッケル合金、ニオブ合金、タンタル合金、モリブデン合金、タングステン合金、ステンレス鋼、及び高マンガン鋼難加工材を含む群から選ばれる少なくとも 1 種である請求項 10 又は 11 に記載の金属加工方法。

[請求項13] 金属加工方法が、断続切削である請求項 10 ～ 12 のいずれかに記載の金属加工方法。