



(11) **EP 4 239 039 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
25.12.2024 Patentblatt 2024/52

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
C10M 169/04 ^(2006.01) **C10M 171/00** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22186356.6**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
C10M 171/00; C10M 169/04; C10M 2207/2805; C10M 2209/1033; C10N 2020/077; C10N 2050/10

(22) Anmeldetag: **21.07.2022**

(54) **SCHMIERSTOFFZUSAMMENSETZUNG ENTHALTEND EINE IONISCHE FLÜSSIGKEIT**
LUBRICATING COMPOSITION COMPRISING AN IONIC LIQUID
COMPOSITION LUBRIFIANTE CONTENANT UN LIQUIDE IONIQUE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

- **CHALL, Daniel**
86391 Stadtbergen (DE)
- **SCHMIDT-AMELUNXEN, Martin**
85244 Röhrmoos/Arzbach (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.09.2023 Patentblatt 2023/36

(74) Vertreter: **Kuhn, Daniela**
Freudenberg Technology
Innovation SE & Co. KG
Hoehnerweg 2-4
69469 Weinheim (DE)

(73) Patentinhaber: **Klüber Lubrication München GmbH & Co. KG**
81379 München (DE)

(72) Erfinder:

- **GRUNDEI, Stefan**
86415 Mering (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
US-A1- 2009 270 286 US-A1- 2013 053 287
US-A1- 2021 253 972

EP 4 239 039 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Schmierstoffzusammensetzung, die eine Ionische Flüssigkeit enthält, und ihre Verwendung.

[0002] Es ist bekannt, dass Ionische Flüssigkeiten als Additive in Schmierstoffen, wie Schmierfetten und Schmierölen, eingesetzt werden können. Dadurch können tribologisch relevante Eigenschaften wie Reibung, Verschleiß und elektrische Leitfähigkeit günstig beeinflusst werden. Gute Ergebnisse werden insbesondere mit Ionischen Flüssigkeiten erzielt, die CF_x enthaltende Gruppen aufweisen. Diese Gruppen sind üblicherweise in den Anionen enthalten und verbessern als Additive in Schmierstoffen deren thermische Belastbarkeit und die elektrische Leitfähigkeit. Aufgrund seiner sehr guten thermischen und hydrolytischen Beständigkeit ist das Bis(trifluormethylsulfonyl)imid (bta) ein wichtiger Vertreter dieser Anionen.

[0003] Nachteilig an CF_x enthaltenden Verbindungen ist allerdings, dass diese Gruppen nicht biologisch abbaubar und derartige Gruppen enthaltende Ionische Flüssigkeiten als Folge persistent sind.

[0004] Aus der EP3872154 (A1) ist eine Schmierstoffzusammensetzung bekannt, umfassend

- a) ein Schmiermittel, insbesondere enthaltend ein unpolares Basisöl,
- b) eine erste Ionische Flüssigkeit, die in Polyalphaolefin (PAO), insbesondere in PAO 400/40, hergestellt aus 1-Decen als Monomerkomponente, löslich ist,
- c) eine zweite Ionische Flüssigkeit, die in Polyalphaolefin (PAO), insbesondere in PAO 400/40, hergestellt aus 1-Decen als Monomerkomponente, unlöslich ist.

[0005] Als eine mögliche zweite Ionische Flüssigkeit wird unter anderem Trihexyl(tetradecyl)phosphoniumbis(fluorsulfonyl)imid genannt. Dem Fachmann ist allerdings bekannt, dass Ionische Flüssigkeiten auf Basis von Bis(fluorsulfonyl)imid (fsi) als Anion eine deutlich niedrigere thermische Beständigkeit haben als Ionische Flüssigkeiten, die CF_x enthaltende Gruppen aufweisen. Dies lässt sich vor allem damit erklären, dass im fsi Anion bindungsstarke Kohlenstoff-Fluor-Verbindungen fehlen, was sich negativ auf die Stabilität des Moleküls insgesamt auswirkt.

[0006] Nachteilig an der beschriebenen Schmierstoffzusammensetzung ist ferner, dass die Verwendung zweier verschiedener Ionischer Flüssigkeiten die Komplexität des Herstellungsprozesses und damit verbunden die Herstellungskosten erhöht, sowie, dass die Schmierstoffzusammensetzung auf unpolare Basisöle beschränkt ist. Zwar können die unpolaren Basisöle einen polaren Anteil aufweisen. Dieser beträgt jedoch stets weniger als 50 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Basisöls.

[0007] Die EP2164935B1 beschreibt die Verwendung von ausgewählten Ionischen Flüssigkeiten mit Fluor enthaltenden Anionen in Schmierstoffzusammensetzungen zur Reduktion von Alterungserscheinungen des Schmierstoffs und zur Reduktion des elektrischen Widerstands.

[0008] US 2009/270286 A1 beschreibt Schmierölzusammensetzungen auf Basis von Mischungen von ionischen Flüssigkeiten, wobei die Schmierölzusammensetzung ein Bis(fluorosulfonyl)imid Anion enthält.

[0009] US 2013/053287 A1 beschreibt synthetische Schmiermittel, die eine ionische Flüssigkeit und ein Imidazoliumphosphatestersalz enthalten. Bei der ionischen Flüssigkeit ist das Anion Bis(fluorosulfonyl)imid bevorzugt.

[0010] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Schmierstoffzusammensetzung bereitzustellen, die auf die Verwendung von bta enthaltenden Ionischen Flüssigkeiten verzichten kann und die dennoch gute tribologisch relevante Eigenschaften im Hinblick auf Reibung, Verschleiß und elektrische Leitfähigkeit aufweist. Darüber hinaus soll die Schmierstoffzusammensetzung eine ausreichende Temperaturstabilität, von vorzugsweise mindestens 180°C aufweisen sowie einen hohen Anteil an polaren Basisölen enthalten können.

[0011] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Schmierstoffzusammensetzung umfassend:

- a) 20 bis 99,5 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Schmierstoffzusammensetzung, eines Grundöls, wobei das Grundöl bei einer Raumtemperatur von 20°C eine Lösbarkeit für die Ionische Flüssigkeit Methyltrioctylammonium-bis(fluorsulfonyl)imid von mindestens 3 Gew.% aufweist und wobei das Grundöl ein Basisöl A in einem Anteil von mindestens 50 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Grundöls, aufweist, wobei das Basisöl A bei einer Raumtemperatur von 20°C eine Lösbarkeit für die Ionische Flüssigkeit Methyltrioctylammonium-bis(fluorsulfonyl)imid von mindestens 3 Gew.% aufweist,
- b) 0,5 bis 80 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Schmierstoffzusammensetzung, einer Ionischen Flüssigkeit, deren Anion Bis(fluorsulfonyl)imid ist,

wobei das Basisöl A ein Ester und/oder ein Polyglycol ist.

[0012] Erfindungsgemäß wurde gefunden, dass es mit der Schmierstoffzusammensetzung möglich ist auf die Verwendung von Ionischen Flüssigkeiten, die bta enthalten, zu verzichten und dennoch gute tribologisch relevante Eigenschaften im Hinblick auf Reibung, Verschleiß und elektrische

[0013] Leitfähigkeit zu erhalten. Darüber hinaus kann die Schmierstoffzusammensetzung einen hohen Anteil an polaren Basisölen enthalten und sie weist außerdem eine ausreichende Temperaturstabilität, von vorzugsweise mindestens 180°C auf. Die hohe Temperaturstabilität der erfindungsgemäßen Schmierstoffzusammensetzung war überraschend, da ionische Flüssigkeiten auf Basis von Bis(fluorsulfonyl)imid als Anion bekanntermaßen eine nur geringe thermische Stabilität aufweisen. Ohne sich auf einen Mechanismus festzulegen, wird vermutet, dass die überraschend hohe thermische Stabilität von Bis(fluorsulfonyl)imid als Anion im erfindungsgemäßen Schmierstoff auf eine Solubilisierung durch das Grundöl zurückzuführen ist, die einen stabilisierenden Effekt hat. Ebenfalls denkbar ist eine Stabilisierung durch Unterbinden bzw. Verzögern von autokatalytischen Effekten durch das Grundöl.

[0014] Erfindungsgemäß umfasst die Schmierstoffzusammensetzung ein Grundöl, das bei einer Raumtemperatur von 20°C eine Lösbarkeit für die ionische Flüssigkeit Methyltrioctylammonium-bis(fluorsulfonyl)imid von mindestens 3 Gew.% aufweist. Diese Lösungsfähigkeit zeigt die hohe Polarität des Grundöls. Das Grundöl enthält ferner ein Basisöl A, das ebenfalls bei einer Raumtemperatur von 20°C eine Lösbarkeit für die ionische Flüssigkeit Methyltrioctylammonium-bis(fluorsulfonyl)imid von mindestens 3 Gew.% aufweist. Die Lösbarkeit für die ionische Flüssigkeit Methyltrioctylammonium-bis(fluorsulfonyl)imid wird vorzugsweise wie im Kapitel Prüfmethode beschrieben durchgeführt.

[0015] Das Grundöl kann ein oder mehrere Basisöle A und gegebenenfalls auch von Basisöl A verschiedene Basisöle enthalten. Erfindungsgemäß bevorzugt weist aber die Schmierstoffzusammensetzung neben dem Grundöl keine weiteren Grundöle auf.

[0016] Das Grundöl weist bei einer Raumtemperatur von 20°C eine Lösbarkeit für die ionische Flüssigkeit Methyltrioctylammonium-bis(fluorsulfonyl)imid von mindestens 3 Gew.%, bevorzugt mindestens 5 Gew.%, noch bevorzugter von mindestens 10 Gew.% auf.

[0017] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist das Grundöl bei einer Raumtemperatur von 20°C eine Lösbarkeit für die ionische Flüssigkeit Methyltrioctylammonium-bis(fluorsulfonyl)imid zumindest im Bereich von 3 Gew.% bis 30 und/oder zumindest im Bereich von 5 Gew.% bis 30 Gew.%, und/oder zumindest im Bereich von 10 Gew.% bis 30 Gew.% und/oder zumindest im Bereich von 3 Gew.% bis 20 Gew.%, und/oder zumindest im Bereich von 5 Gew.% bis 20 Gew.%, und/oder zumindest im Bereich von 10 Gew.% bis 20 Gew.%, und/oder zumindest im Bereich von 3 Gew.% bis 15 Gew.% und/oder zumindest im Bereich von 5 Gew.% bis 15 Gew.% und/oder zumindest im Bereich von 10 Gew.% bis 15 Gew.%, auf.

[0018] Das Basisöl A weist bei einer Raumtemperatur von 20°C eine Lösbarkeit für die ionische Flüssigkeit Methyltrioctylammonium-bis(fluorsulfonyl)imid von mindestens 3 Gew.%, bevorzugt mindestens 5 Gew.%, noch bevorzugter von mindestens 10 Gew.% auf.

[0019] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist das Basisöl A bei einer Raumtemperatur von 20°C eine Lösbarkeit für die ionische Flüssigkeit Methyltrioctylammonium-bis(fluorsulfonyl)imid zumindest im Bereich von 3 Gew.% bis 99 und/oder zumindest im Bereich von 5 Gew.% bis 99 Gew.%, und/oder zumindest im Bereich von 10 Gew.% bis 99 Gew.% und/oder zumindest im Bereich von 3 Gew.% bis 80 Gew.%, und/oder zumindest im Bereich von 5 Gew.% bis 80 Gew.%, und/oder zumindest im Bereich von 10 Gew.% bis 80 Gew.%, und/oder zumindest im Bereich von 3 Gew.% bis 15 Gew.% und/oder zumindest im Bereich von 5 Gew.% bis 15 Gew.% und/oder zumindest im Bereich von 10 Gew.% bis 15 Gew.%, auf.

[0020] In einer bevorzugten Ausführungsform liegt das Basisöl A in einem Anteil von 50 bis 100 Gew.% und/oder in einem Anteil von mehr als 55 Gew.%, beispielsweise von 55 bis 100 Gew.%, und/oder in einem Anteil von mehr als 60 Gew.%, beispielsweise von 60 bis 100 Gew.%, noch bevorzugter in einem Anteil von mehr als 70 Gew.%, beispielsweise von 70 bis 100 Gew.%, jeweils bezogen auf das Gesamtgewicht des Grundöls vor.

[0021] Der Anteil des Grundöls, bezogen auf das Gesamtgewicht der Schmierstoffzusammensetzung, beträgt 20 Gew.% bis 99,5 Gew.%, bevorzugt 40 Gew.% bis 95%, noch bevorzugter 60 Gew.% bis 90%, noch bevorzugter 70 Gew.% bis 95% und insbesondere 75 Gew.% bis 85 Gew.%.

[0022] Der Anteil des Basisöls A bezogen auf das Gesamtgewicht der Schmierstoffzusammensetzung beträgt vorzugsweise 10 Gew.% bis 99,5 Gew.%, noch bevorzugter 35 Gew.% bis 95% Gew.%, noch bevorzugter 40 Gew.% bis 90 Gew.%, insbesondere 35 Gew.% bis 85 Gew.%.

[0023] Erfindungsgemäß ist das Basisöl A ein Ester und/oder ein Polyglycol, wobei das Polyglycol vorzugsweise ein Polyglycol ist enthaltend unsubstituierte Ethyleneinheiten als Kohlenstoffgruppe in der Wiederholeinheit. Ein besonders bevorzugtes Polyglycol ist ein Polyalkylenglycol, enthaltend unsubstituierte Ethyleneinheiten als Kohlenstoffgruppe in der Wiederholeinheit, vorzugsweise ein Polyalkylenglycol enthaltend unsubstituierte Ethyleneinheiten und methylsubstituierte Ethyleneinheiten als Kohlenstoffgruppe in der Wiederholeinheit. Ein ebenfalls bevorzugtes Polyglycol ist ein Polyalkylenglycol, enthaltend unsubstituierte Ethyleneinheiten als Kohlenstoffgruppe in der Wiederholeinheit, wobei der Gewichtsanteil der unsubstituierten Ethyleneinheiten vorzugsweise mindestens 20 Gew.% bezogen auf Gesamtgewicht des Polyglykols, beispielsweise 20 Gew.% bis 100 Gew.%, vorzugsweise mindestens 30 Gew.% bezogen auf Gesamtgewicht des Polyglykols, beispielsweise 30 Gew.% bis 100 Gew.% beträgt.

[0024] In einer bevorzugten Ausführungsform weist der Ester ein Sauerstoff/Kohlenstoff Gewichtsverhältnis von mehr als 0,1, beispielsweise von 0,1 bis 0,35 auf, bevorzugt von mehr als 0,15, beispielsweise von 0,15 bis 0,30 auf und/oder

das Polyglycol ein Sauerstoff/Kohlenstoff Gewichtsverhältnis von mehr als 0,44, beispielsweise von 0,44 bis 0,70, bevorzugt von mehr als 0,50, beispielsweise von 0,50 bis 0,68 auf.

[0025] Ein besonders bevorzugtes Polyglycol ist ausgewählt aus Homopolymeren aus Ethylenoxid als alleinigem Monomer und/oder Copolymeren mit unsubstituierten Ethylgruppen und 1-Methylethylgruppen als Kohlenstoffgruppen in der Wiederholeinheit, wobei der Gewichtsanteil der unsubstituierten Ethyleneinheiten in den Copolymeren vorzugsweise mindestens 20 Gew.% bezogen auf Gesamtgewicht des Polyglykols, beispielsweise 20 Gew.% bis 90 Gew.%, vorzugsweise mindestens 30 Gew.% bezogen auf Gesamtgewicht des Polyglykols, beispielsweise 30 Gew.% bis 90 Gew.% beträgt. Die Endgruppen des besonders bevorzugten Polyglycols sind, unabhängig voneinander bevorzugt Hydroxidgruppen und/oder C1-C20 Alkoxidgruppen, bevorzugt C1-C6 Alkoxidgruppen. Die Alkoxid- Endgruppen können zusätzlich substituiert sein. Die Endgruppen können bei der Herstellung des Polyglycols eingebracht werden, indem die monomeren Ethylenoxide, mit einem monofunktionellen Starter zur Reaktion gebracht werden. Monofunktionelle Starter sind bevorzugt Wasser und Alkohole, insbesondere Butanol. Es können auch zwei und mehrere Ketten des Polyglycols über eine Endgruppe verknüpft sein. Bevorzugt sind als verknüpfende Endgruppe Alkylgruppen. Dies kann bei der Herstellung des Polyglycols aus Ethylenoxiden mit einem nucleophilen di- oder höherfunktionellen Starter erfolgen. Beispiele für difunktionale Starter sind Dirole, insbesondere 1,2-Ethandiol.

[0026] Bevorzugte Ester sind Carbonsäureester, vorzugsweise Monoester, Diester, Triester, Tetraester, Pentaester, Polyester, bevorzugt Estolide. Insbesondere bevorzugt sind Diester, Triester, Tetraester, Pentaester, Polyester, Estolide und Gemische hiervon. Ebenfalls bevorzugte Carbonsäureester sind aromatische Ester, bevorzugt von aromatischen C8- bis C20-, vorzugsweise C8- bis C10- Di-, Tri- oder Tetracarbonsäuren mit einem oder in Mischung vorliegenden aliphatischen C7- bis C22-Alkoholen und aliphatische Ester, bevorzugt von aliphatischen C4- bis C22- Monocarbonsäuren und/oder Dicarbonsäuren mit einem einzelnen oder in Mischungen vorliegenden aliphatischen Mono-, Di-, Tri-, Tetra, Penta, Hexa-Alkohol mit einer Kohlenstoffanzahl von 3 bis 22, vorzugsweise Polyolester, wie bevorzugt Komplexester, Estolide und Gemische hiervon. Die Säure- und/oder Alkoholkomponente und/oder Hydroxycarbonsäurekomponente der Carbonsäureester weist unabhängig voneinander bevorzugt eine Anzahl an Kohlenstoffatomen von C3 bis C54 auf. Dabei weisen bevorzugte Säurekomponenten eine Anzahl an Kohlenstoffatomen von C4 bis C22 auf, bevorzugte Alkoholkomponenten eine Anzahl an Kohlenstoffatomen von C3 bis C22 und/oder bevorzugte Hydroxycarbonsäurekomponenten eine Anzahl an Kohlenstoffatomen von C14 bis C22. Bevorzugte Diester sind Diester, deren Säurekomponente weniger als 36 Kohlenstoffatome aufweist, bevorzugt 6 Kohlenstoffatome bis 20 Kohlenstoffatome, noch bevorzugter 6 Kohlenstoffatome bis 12 Kohlenstoffatome. Vorteilhaft an diesen Estern ist ihr gutes Lösevermögen für die ionische Flüssigkeit Methyltrioctylammonium-bis(fluorsulfonyl)imid.

[0027] Estolide sind oligomere aliphatische Hydroxycarbonsäuren, bevorzugt 12-Hydroxystearinsäure oder Oligomere von ungesättigten Carbonsäuren, bevorzugt Ölsäure, bei denen die endständige Carbonsäuregruppe mit einem Mono-Alkohol, Dialkohol, Trialkohol und/oder Tetraalkohol, bevorzugt verzweigten Monoalkoholen, ganz besonders bevorzugt Guerbet Alkoholen, verestert ist und bei denen eventuell vorhandene freie Hydroxidgruppen durch Reaktion mit Monocarbonsäuren oder Dicarbonsäuren verestert sein können. Besonders bevorzugt sind aliphatische Ester von Monocarbonsäuren und/oder Dicarbonsäuren mit einer Kohlenstoffanzahl von C3 bis C20, bevorzugt C6 bis C20, mit einem einzelnen oder in Mischungen vorliegenden Mono-, Di-, Tri-, Tetra, Penta und/oder Hexa-Alkohol mit einer Kohlenstoffanzahl von 3 bis 22.

[0028] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist der Ester ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus aliphatischem Ester von aliphatischen Monocarbonsäuren mit einer Kohlenstoffanzahl von C 5 bis C 22 mit einem einzelnen oder in Mischungen vorliegenden aliphatischen Tri-, Tetra, Hexa-Alkohol mit einer Kohlenstoffanzahl von C 3 bis C 10, insbesondere Trimethylolpropan, Pentaerythrit und/oder Dipentaerythrit, und/oder aliphatischem Ester von aliphatischen Dicarbonsäuren mit einer Kohlenstoffanzahl von C 6 bis C 20, mit einem einzelnen oder in Mischungen vorliegenden aliphatischen Mono- und/oder Dialkohol mit einer Kohlenstoffanzahl von 6 bis 22, Estoliden und aromatischem Ester von aromatischen Tri- und Tetracarbonsäuren mit einem oder in Mischung vorliegenden aliphatischen C7- bis C22-Alkoholen und Gemischen hiervon.

[0029] Erfindungsgemäß ebenfalls geeignete Grundöle enthalten das Basisöl A im Gemisch mit einem Basisöl B, wobei das Basisöl B bei einer Raumtemperatur von 20°C eine Lösbarkeit für die ionische Flüssigkeit Methyltrioctylammonium-bis(fluorsulfonyl)imid von weniger als 3 Gew.%, beispielsweise von 0,1 Gew.% bis 3 Gew.%, bevorzugt von weniger als 2,5 Gew.%, beispielsweise von 0,01 Gew.% bis 2,5 Gew.%, noch bevorzugter von weniger als 2 Gew.%, beispielsweise von 0,01 Gew.% bis 2 Gew.%, noch bevorzugter von weniger als 1 Gew.%, beispielsweise von 0,01 Gew.% bis 1 Gew.% aufweist.

[0030] In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Basisöl B ein Basisöl B1, das ein Sauerstoff/Kohlenstoff Gewichtsverhältnis von höchstens 0,1, beispielsweise von 0 bis 0,1 aufweist und/oder ein Basisöl B2, das einen Anteil an Halogenen und/oder Silicium von mehr als 5 Gew.%, beispielsweise 5 Gew.% bis 30 Gew.%, vorzugsweise von 10 Gew.% bis 25 Gew.% bezogen auf das Gesamtgewicht des Basisöles B2 aufweist.

[0031] Enthält das Grundöl das Basisöl A im Gemisch mit einem Basisöl B, so beträgt der Anteil des Basisöls A mehr als 50 Gew.%, beispielsweise von 50 bis 90 Gew.%, noch bevorzugter mehr als 60 Gew.%, beispielsweise von 60 bis

85 Gew.%, insbesondere mehr als 70 Gew.%, beispielsweise von 70 bis 85 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Grundöls.

[0032] Bevorzugte Basisöle B sind ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Basisölen der Gruppen I, II, II+, III, IV und aus Basisölen der Gruppe V nach der Klassifizierung des American Petroleum Institute (API) [NLGI Spokesman, N. Samman, Volume 70, Number 11, S.14ff], bevorzugt Diphenylethern, alkylierten Naphthalinen, Polyisobutylenen, Silikonölen, Polytetrahydrofuranen und Oxetan Polymeren, Polyalkylenglykolen, die, vorzugsweise ausschließlich, mit aliphatischen und/oder aromatischen Alkylgruppen substituierte Ethyleneinheiten aufweisen, wobei der Gewichtsanteil an unsubstituierten Ethyleneinheiten in den Polyalkylenglykolen weniger als 20 Gew.% bezogen auf das Gesamtgewicht des Polyalkylenglykols beträgt und Estern, bevorzugt aliphatischen Estern von aliphatischen Dicarbonsäuren, mit einer Kohlenstoffanzahl von C22 bis C40, bevorzugt C34 bis C38 mit einem einzelnen oder in Mischungen vorliegenden aliphatischen Mono- und/oder Dialkohol mit einer Kohlenstoffanzahl von 6 bis 22, aliphatischen Estern von aliphatischen Tricarbonsäuren, mit einer Kohlenstoffanzahl von C33 bis C60, bevorzugt C50 bis C58 mit einem einzelnen oder in Mischungen vorliegenden aliphatischen Mono- und/oder Dialkohol mit einer Kohlenstoffanzahl von 6 bis 22 und Gemischen hiervon. Besonders bevorzugte Basisöle sind alkylierte Diphenylether, Polyisobutylene, Polyalphaolefine und Gemische hiervon. Die Basisöle können auch aus Gemischen der vorangegangenen Basisöle zusammengesetzt sein.

[0033] Der Anteil des Basisöls B, falls vorhanden, beträgt vorzugsweise weniger als 50 Gew.%, beispielsweise 10 bis 49 Gew.%, noch bevorzugter höchstens 40 Gew.%, beispielsweise 10 Gew.% bis 40 Gew.%, insbesondere höchstens 30 Gew.%, beispielsweise 10 bis 30 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Grundöls.

[0034] Der Anteil des Basisöls B, falls vorhanden, beträgt vorzugsweise höchstens 48 Gew.%, beispielsweise 5 bis 48 Gew.%, noch bevorzugter höchstens 40 Gew.%, beispielsweise 10 Gew.% bis 40 Gew.%, insbesondere höchstens 30 Gew.%, beispielsweise 10 bis 30 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Schmierstoffzusammensetzung.

[0035] Die erfindungsgemäße Schmierstoffzusammensetzung weist bevorzugt eine kinematische Viskosität bei 40 °C von 20 mm²/sec bis 1500 mm²/sec, bevorzugt von 20 mm²/sec bis 320 mm²/sec, noch bevorzugter von 25 mm²/sec bis 220 mm²/sec, noch bevorzugter von 30 mm²/sec bis 150 mm²/sec auf. Die kinematische Viskosität wird nach ASTM D 7042, Ausgabe 2021.01 bestimmt.

[0036] Der Anteil der Ionischen Flüssigkeit, deren Anion Bis(fluorsulfonyl)imid ist, beträgt erfindungsgemäß 0,5 Gew.% bis 80 Gew.%, noch bevorzugter 2 Gew.% bis 40 Gew.%, noch bevorzugter 2 Gew.% bis 20 Gew.%, noch bevorzugter 3 Gew.% bis 15 Gew.% und insbesondere von 5 Gew.% bis 10 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Schmierstoffzusammensetzung.

[0037] In einer bevorzugten Ausführungsform enthält das Grundöl das Basisöl A und das Basisöl B in einem Gewichtsverhältnis zwischen Basisöl A und Basisöl B von mindestens 50:50, beispielsweise von 50:50 bis 60:40, besonders bevorzugt mindestens 60:40, beispielsweise von 60:40 bis 70:30, noch bevorzugter mindestens 70:30, beispielsweise von 70:30 bis 90:10, insbesondere mindestens 80:20, beispielsweise von 80:20 bis 90:10.

[0038] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform enthält das Grundöl das Basisöl A und das Basisöl B in einem Gewichtsverhältnis zwischen Basisöl A und Basisöl B von 50:50 bis 60:40 und der Anteil an Ionischer Flüssigkeit, deren Anion Bis(fluorsulfonyl)imid (fsi) ist, beträgt von 0,5 bis 10 Gew.%, bevorzugt von 3 bis 10 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Schmierstoffzusammensetzung, und/oder in einem Gewichtsverhältnis zwischen Basisöl A und Basisöl B von 60:40 bis 70:30 und der Anteil an Ionischer Flüssigkeit, deren Anion Bis(fluorsulfonyl)imid (fsi) ist, beträgt von 0,5 Gew.% bis 15 Gew.%, bevorzugt von 3 Gew.% bis 15 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Schmierstoffzusammensetzung und/oder in einem Gewichtsverhältnis zwischen Basisöl A und Basisöl B von 70:30 bis 90:10 und der Anteil an Ionischer Flüssigkeit, deren Anion Bis(fluorsulfonyl)imid (fsi) ist, beträgt 0,5 Gew.% bis 40 Gew.%, bevorzugt von 3 Gew.% bis 20 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Schmierstoffzusammensetzung und/oder in einem Gewichtsverhältnis zwischen Basisöl A und Basisöl B von 80:20 bis 90:10 und der Anteil an Ionischer Flüssigkeit, deren Anion Bis(fluorsulfonyl)imid (fsi) ist, beträgt 0,5 Gew.% bis 80 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Schmierstoffzusammensetzung.

[0039] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist die Ionische Flüssigkeit ein Kation auf, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus symmetrischen und unsymmetrischen Ammoniumionen, NR₁R₂R₃R₄⁺ und Phosphoniumionen PR₁R₂R₃R₄⁺. Die Reste R₁ bis R₄ können dabei unabhängig voneinander verzweigte oder unverzweigte, substituierte oder unsubstituierte C₁- bis C₂₄-, bevorzugt C₁- bis C₁₈-, besonders bevorzugt C₆- bis C₁₈-Alkylgruppen oder C₆- bis C₃₀- Arylgruppen sein. Bevorzugte Substituenten sind dabei Alkoxy, Carboxy, Amido, Amino, Thiocarboxy, Carbamoyl, Oxo, Thioxo und/oder Hydroxy.

[0040] Vorzugsweise sind die Reste R₁ bis R₄ so ausgewählt, dass sie in der Summe mindestens 10 Kohlenstoffatome aufweisen, vorzugsweise mindestens 20 Kohlenstoffatome, noch bevorzugter mindestens 25 Kohlenstoffatome.

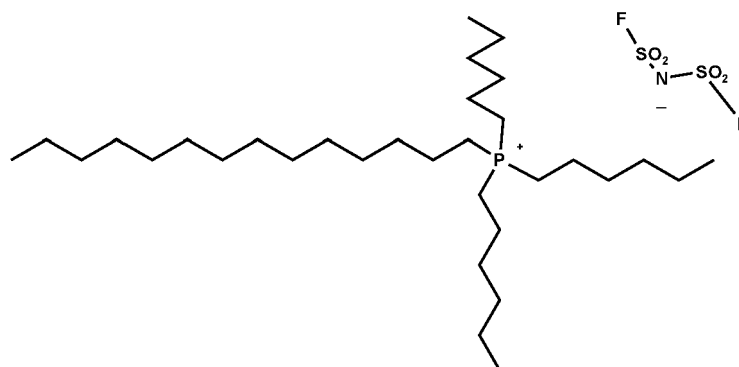
[0041] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist die Ionische Flüssigkeit ein oder mehrere Kationen auf, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus: Trihexyltetradecylphosphonium, Tributyltetradecylphosphonium, Tetraoctylphosphonium, Trioctylmethylammonium, Tributylmethylphosphonium, Tributylphosphonium. Dabei sind Trihexyltetradecylphosphonium, Tributyltetradecylphosphonium, Tetraoctylphosphonium und Trioctylmethylammonium ganz besonders bevorzugt.

[0042] Die erfindungsgemäße Schmierstoffzusammensetzung kann auch Gemische verschiedener Ionischer Flüssigkeiten aufweisen, bei denen die Anionen jeweils Bis(fluorsulfonyl)imid sind aber die Kationen verschieden. Die erfindungsgemäße Schmierstoffzusammensetzung kann auch noch weitere Ionische Flüssigkeiten aufweisen, deren Anion nicht Bis(fluorsulfonyl)imid ist. In diesem Fall beträgt der Anteil der weiteren Ionischen Flüssigkeit vorzugsweise 0,5 Gew.% bis 5 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Schmierstoffzusammensetzung.

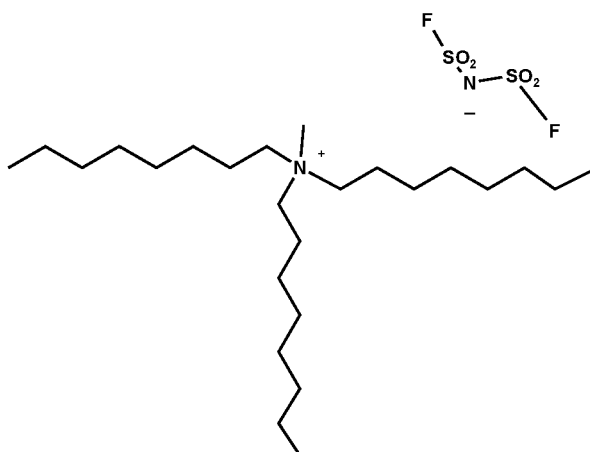
[0043] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist die Schmierstoffzusammensetzung jedoch keine Ionischen Flüssigkeiten auf, deren Anion nicht Bis(fluorsulfonyl)imid ist. Dies ist vorteilhaft, da die Verwendung mehrerer Ionischer Flüssigkeiten die Komplexität des Herstellungsprozesses und damit verbunden die Herstellungskosten erhöht. Weiter bevorzugt enthält die Schmierstoffzusammensetzung keine Ionische Flüssigkeit, die Bis(trifluormethylsulfonyl)imid (bta) als Anion enthält. Dies ist aus toxikologischen Gründen vorteilhaft. In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist die Schmierstoffzusammensetzung keine Ionischen Flüssigkeiten, deren Anion nicht Bis(fluorsulfonyl)imid ist, auf oder diese höchstens in einem Anteil von 0,5 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Schmierstoffzusammensetzung. Weiter bevorzugt enthält die Schmierstoffzusammensetzung keine Ionische Flüssigkeit, die Perfluoralkylgruppen enthält oder Ionische Flüssigkeiten, die Perfluoralkylgruppen enthalten, in einem Anteil von höchstens 0,5 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Schmierstoffzusammensetzung. Dies ist aus toxikologischen Gründen vorteilhaft.

[0044] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Ionische Flüssigkeit, deren Anion Bis(fluorsulfonyl)imid ist, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus:

P666(14) fsi, Trihexyl(tetradecyl)phosphonium bis(fluorsulfonyl)imid



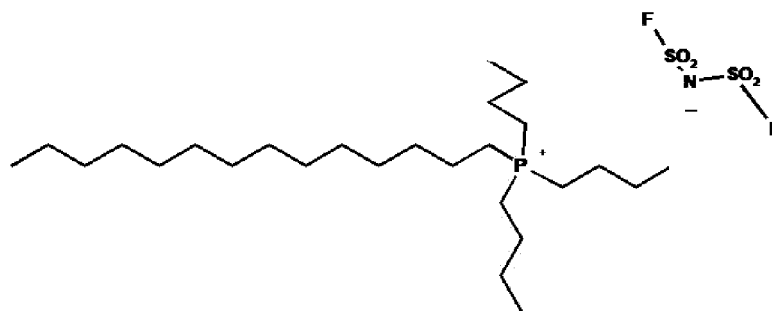
N1888 fsi, Methyltrioctylammonium-bis(fluorsulfonyl)imid



P444(14) fsi, Tributyltetradecylphosphonium-bis(fluorsulfonyl)imid

5

10

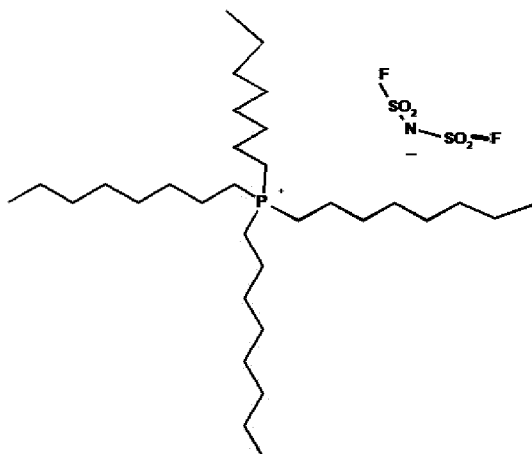


P8888 fsi, Tetraoctylphosphonium- bis(fluorsulfonyl)imid

15

20

25



30

und Gemischen hiervon.

[0045] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung enthält die Schmierstoffzusammensetzung ein Verdickungsmittel. Mithin ist die Schmierstoffzusammensetzung in einer bevorzugten Ausführungsform als Schmierfett ausgebildet.

35

[0046] Schmierfette sind eine bevorzugte Ausführungsform der Schmierstoffzusammensetzung, weil die positiven Wirkungen auf die Lebensdauer, zurückzuführen auf die Ionische Flüssigkeit fsi, in Schmierfetten besonders zum Tragen kommen, da Schmierfette üblicherweise in geringeren Mengen als Schmieröle an der Schmierstelle vorliegen.

[0047] Bevorzugt enthält die Schmierstoffzusammensetzung das Verdickungsmittel in einem Anteil von 3 bis 35 Gew.%, noch bevorzugter von 4 bis 30 Gew.%, insbesondere von 6 bis 20 Gew.%, jeweils bezogen auf das Gesamtgewicht der Schmierstoffzusammensetzung.

40

[0048] Bevorzugt liegt die Walkpenetration (in 1/10 mm) der als Schmierfett ausgebildeten Schmierstoffzusammensetzung zwischen 400 bis 200, noch bevorzugter zwischen 330 bis 220, noch bevorzugter zwischen 300 und 250. Die Walkpenetration wird dabei nach DIN ISO 2137, Ausgabe 2016.12 bestimmt.

[0049] Vorzugsweise ist das Verdickungsmittel ausgewählt aus Harnstoff, Aluminiumkomplexseifen, Metall-Einfachseifen der Elemente der 1. und 2. Hauptgruppe des Periodensystems, insbesondere Lithiumeinfachseifen, Metall-Komplexseifen der Elemente der 1. und 2. Hauptgruppe des Periodensystems, insbesondere Lithiumkomplexseifen, Bentonit, Sulfonat, Silikat, Polyimid sowie Gemischen hiervon. Unter Harnstoff versteht man Reaktionsprodukte von organischen Mono-, Di-, Tri- und höherfunktionellen Isocyanaten und/oder deren Gemischen mit aliphatischen und/oder aromatischen Mono-, Di-, Tri- oder höherfunktionellen organischen Aminen.

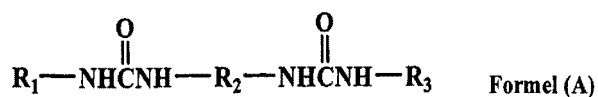
45

[0050] In einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform ist das Verdickungsmittel ein Harnstoff. Vorteilhaft an Harnstoffen ist, dass sie bei hohen Anwendungstemperaturen verwendet werden können und damit die Kombination mit der Ionischen Flüssigkeit, enthaltend fsi als Anion, zu Schmierfetten mit besonders langer Lebensdauer führt. Ein bevorzugter Harnstoff ist ein Reaktionsprodukt aus einem Diisocyanat, vorzugsweise 2,4-Diisocyanatotoluol, 2,6-Diisocyanatotoluol, 4,4'-Diisocyanatodiphenylmethan, 2,4'-Diisocyanatodiphenylmethan, 4,4'-Diisocyanatodiphenyl, 4,4'-Diisocyanato-3,3'-dimethyldiphenyl, 4,4'-Diisocyanato-3,3'-dimethylphenylmethan, die einzeln oder in Kombination verwendet werden können, mit einem Amin oder Diamin der allgemeinen Formel $(H_2N)xR$, wobei $x = 1$ oder 2 ist, und R ein Aryl-, Alkyl-, Cycloalkyl- oder Alkylenrest mit 2 bis 22 Kohlenstoffatomen ist, die einzeln oder in Kombination vorhanden sind.

55

[0051] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist das Verdickungsmittel ein Diharnstoff, der aliphatische, cycloaliphatisch/aliphatische und/oder cycloaliphatische Harnstoffe enthält.

[0052] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist das Verdickungsmittel ein durch Formel A dargestellter Diharnstoff

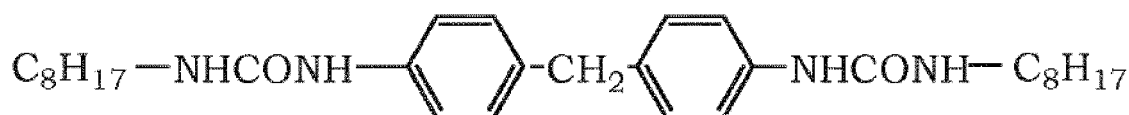


wobei R_2 ein zweiwertiger aromatischer C6-15 Kohlenwasserstoffrest ist; und R_1 und R_3 unabhängig voneinander ein C6-20 Cycloalkylrest, insbesondere Cyclohexylrest oder ein geradkettiger oder verzweigter C8-20 Alkylrest sind.

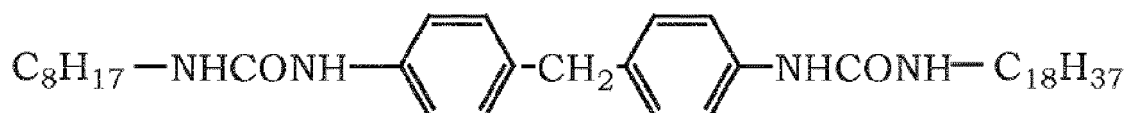
[0053] Erfindungsgemäß bevorzugt verwendbare Diharnstoffverbindungen sind beschrieben in der DE112012001102A1.

[0054] Bevorzugte Verdicker enthalten Diharnstoffverbindungen ausgewählt aus:

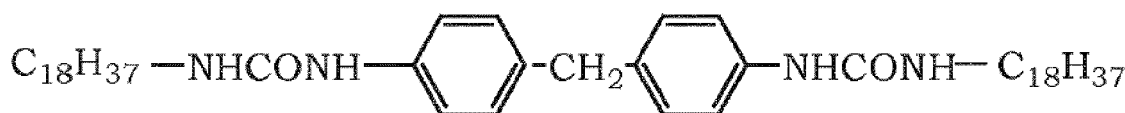
einem aliphatischen Harnstoff der Formel A:



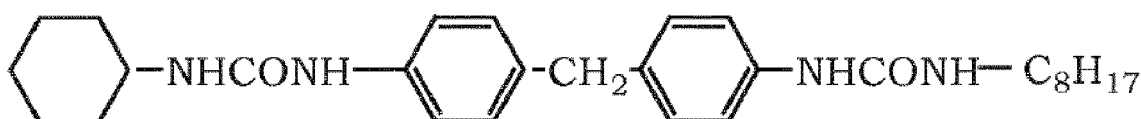
einem aliphatischen Harnstoff der Formel B:



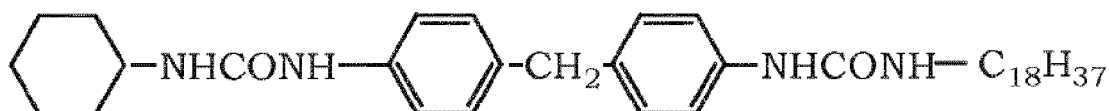
einem aliphatischen Harnstoff der Formel C:



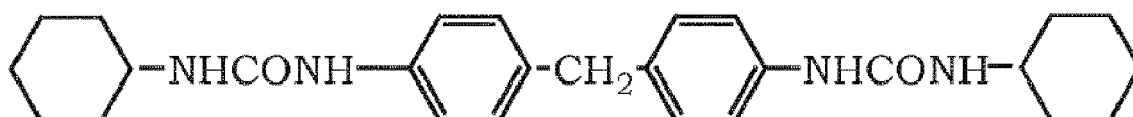
einem cycloaliphatisch/aliphatischen Harnstoff der Formel D:



einem cycloaliphatisch/aliphatischen Harnstoff der Formel E:



einem cycloaliphatischen Harnstoff der Formel F:



und Gemischen hiervon.

[0055] Bei den Harnstoffen der Formeln A - E sind die Alkylgruppen unverzweigt.

[0056] In einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform ist das Verdickungsmittel eine Lithiumkomplexseife. Vorteilhaft an Lithiumkomplexseifen ist, dass sie bei hohen Anwendungstemperaturen verwendet werden können und damit die Kombination mit der ionischen Flüssigkeit, enthaltend fsi als Anion, zu Schmierfetten mit besonders langer Lebensdauer führt. Bevorzugte Lithiumkomplexseifen sind hergestellt, ausgehend von C4-C36 Dicarbonsäuren, vorzugsweise Azelainsäure, Sebazinsäure, Korksäure, Terephthalsäure, Dodecandisäure und/oder ausgehend von höherfunktionalen Carbonsäuren mit 3 oder mehr, vorzugsweise 3 bis 4 Carbonsäuregruppen, wobei die Anzahl an Kohlenstoffgruppen 6 bis 60 betragen kann, wie bevorzugt Zitronensäure und Trimersäuren, und/oder ausgehend von Esterverbindungen, insbesondere Methylestern und/oder Triglyceriden einer oder mehrerer der vorgenannten Säuren, jeweils kombiniert mit einer oder mehreren Monocarbonsäuren, vorzugsweise kombiniert mit einer oder mehreren C4-C24 Monocarbonsäuren, vorzugsweise Stearinsäure, Hydroxystearinsäure, insbesondere 12-Hydroxystearinsäure, Palmitinsäure, Ölsäure, Salicylsäure, Esterverbindungen, insbesondere Methylestern und/oder Triglyceriden einer oder mehrerer der vorgenannten Säuren und/oder kombiniert mit Sebazinsäuremonostearylamid und/oder Terephthalsäuremonostearylamid. Unter Trimersäuren versteht man durch Trimerisation ungesättigter Fettsäuren gewonnene Tricarbonsäuren mit bevorzugt 54 Kohlenstoff-Atomen, die Alkyl-Seitenketten, Doppelbindungen und cyclische Ringsysteme enthalten.

[0057] Die Schmierstoffzusammensetzung kann auch anorganische und/oder organische Festschmierstoffe enthalten. Bevorzugte Festschmierstoffe sind ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Polytetrafluorethylen (PTFE), Molybdändisulfid, Graphit, Graphen, Bornitrid (hexagonal), Zinn(IV)-Sulfid, Zink(II)-Sulfid, Wolframdisulfid, Metallsulfid, Phosphat, vorzugsweise Calciumphosphat, Carbonat, vorzugsweise Calciumcarbonat, Metalloxid, vorzugsweise amorphes Siliziumdioxid, Silikat und Schichtsilikat, Talk, Glimmer und Gemischen hiervon. Besonders bevorzugte Festschmierstoffe sind ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Molybdändisulfid, Graphit, Graphen, Bornitrid (hexagonal), Zinn(IV)-Sulfid, Zink(II)-Sulfid, Wolframdisulfid, Metallsulfid, Phosphat, vorzugsweise Calciumphosphat, Carbonat, vorzugsweise Calciumcarbonat, Metalloxid, vorzugsweise amorphes Siliziumdioxid, Silikat und Schichtsilikat, Talk, Glimmer und Gemischen hiervon.

[0058] Sofern vorhanden beträgt der Anteil an Festschmierstoff in der erfindungsgemäßen Schmierstoffzusammensetzung vorzugsweise 0,5 Gew.% bis 23 Gew.%, noch bevorzugter 0,5 Gew.% bis 20 Gew.% und insbesondere 0,5 Gew.% bis 18 Gew.%, jeweils bezogen auf das Gesamtgewicht der Schmierstoffzusammensetzung.

[0059] Darüber hinaus kann die Schmierstoffzusammensetzung Additive, beispielsweise gegen Korrosion, Oxidation (Antioxidanten) und zum Schutz gegen Metalleinflüsse, beispielsweise Chelatverbindungen, Radikalfänger, UV-Stabilisatoren, Reaktionsschichtbildner, Viskositätsverbesserer, Pourpoint Depressants, Haftverbesserer und/oder Additive zur Reduktion der Ölabscheidung bei Fetten enthalten.

[0060] Vorzugsweise beträgt der Anteil an Additiven in der erfindungsgemäßen Schmierstoffzusammensetzung 0,5 Gew.% bis 23 Gew.%, noch bevorzugter 0,5 Gew.% bis 20 Gew.%, noch bevorzugter 1 Gew.% bis 18 Gew.% und insbesondere 1,5 Gew.% bis 12 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Schmierstoffzusammensetzung. Bevorzugt werden Additive in Form von phosphor-, schwefelhaltigen, stickstoffhaltigen und/oder sauerstoffhaltigen Verbindungen, Polymeren und/oder Gemischen davon eingesetzt. Besonders bevorzugte Additive sind aromatische Amine, Phenole, insbesondere alkylierte Phenole, Triazole wie Benzotriazole, Tolyltriazole, Ester insbesondere geschwefelte Fettsäureester, Glycerin-mono- oder di-ester, Sorbitanester, Thiadiazole, Dithiocarbamate, insbesondere Molybdändithiocarbamate, Phosphate, insbesondere Thiophosphate, oligomere Phosphate, oligomere Thiophosphate, Dithiophosphate, Zinkdialkyldithiophosphate, Molybdändithiophosphate, Aminphosphate, Trialkylphosphate, Triarylphosphate, Phosphite, Metallsalze, Carbonsäuren, Polymere, insbesondere Polymethacrylate, Olefinopolymere und/oder Gemische davon.

[0061] Ganz bevorzugte Additive sind aromatische Amine, alkylierte Phenole, Thiadiazole, Dithiocarbamate, Triarylphosphate, Aminphosphate, Benzotriazole und/oder deren Gemische.

[0062] Ganz besonders bevorzugte Additive sind aromatische Amine, da überraschend gefunden wurde, dass bei ihrer Verwendung eine besonders starke Verzögerung des Oxidationsbeginns durch die ionische Flüssigkeit erreicht werden kann.

[0063] Erfindungsgemäß bevorzugte aromatische Amine sind styrolisiertes Diphenylamin, Phenyl-alpha-naphthylamin, Phenyl-beta-naphthylamin, octyliertes und/oder butyliertes Diphenylamin, insbesondere p,p'-Diocetyl-diphenylamin, nonyliertes Diphenylamin. Mithin weist die Schmierstoffzusammensetzung in einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung Diphenylamin, insbesondere p,p'-Diocetyl-diphenylamin als Antioxidanten auf.

[0064] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst die Schmierstoffzusammensetzung die Additive in einem Anteil von 0,5 Gew.% bis 23 Gew.%, noch bevorzugter von 0,5 Gew.% bis 20 Gew.%, insbesondere von 0,5 Gew.% bis 10 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Schmierstoffzusammensetzung.

[0065] Vorzugsweise ist die Schmierstoffzusammensetzung gekennzeichnet durch eine untere Gebrauchstemperatur

von nicht größer als -30°C, beispielsweise von -60°C bis -30°C, bevorzugt nicht größer als -40°C, beispielsweise von -60°C bis -40°C, bestimmt nach IP 186, Edition 2015 und/oder bevorzugt eine obere Gebrauchstemperatur von mindestens +160°C, beispielsweise von 160°C bis 220°C, bevorzugt mindestens +180°C, beispielsweise von 180°C bis 220°C, bestimmt nach DIN 51821 1+2, Ausgabe 2016,7.

[0066] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist eine Schmierstoffzusammensetzung umfassend:

a) 20 bis 99,5 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Schmierstoffzusammensetzung, eines Grundöls, wobei das Grundöl ein Basisöl A' in einem Anteil von mindestens 50 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Grundöls, aufweist, wobei das Basisöl A' einen Ester mit einem Sauerstoff/Kohlenstoff Gewichtsverhältnis von mehr als 0,1, beispielsweise von 0,1 bis 0,35, bevorzugt von mehr als 0,15, beispielsweise von 0,15 bis 0,30 aufweist und/oder ein Polyglycol, vorzugsweise ein Polyglycol, enthaltend unsubstituierte Ethyleneinheiten als Kohlenstoffgruppe in der Wiederholeinheit, mit einem Sauerstoff/Kohlenstoff Gewichtsverhältnis von mehr als 0,44, beispielsweise von 0,44 bis 0,70, bevorzugt von mehr als 0,50, beispielsweise von 0,50 bis 0,68,

b) 0,5 bis 80 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Schmierstoffzusammensetzung, einer Ionischen Flüssigkeit, deren Anion Bis(fluorsulfonyl)imid ist.

[0067] Dabei umfassen bevorzugte Ausführungsformen der vorgenannten Schmierstoffzusammensetzung im Bezug auf die erfindungsgemäße Schmierstoffzusammensetzung beschriebene Ausführungsformen mutatis mutandis. Beispielsweise umfassen bevorzugte Ausführungsformen der vorgenannten Schmierstoffzusammensetzung für das Basisöl A' im Bezug auf die erfindungsgemäße Schmierstoffzusammensetzung beschriebene Ausführungsformen für das Basisöl A.

[0068] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung umfasst die Verwendung der erfindungsgemäßen Schmierstoffzusammensetzung zur Schmierung von Antriebselementen, vorzugsweise von Wälzlagern, Getrieben, Gleitlagern, Aktuatoren und/oder Ketten.

[0069] Bevorzugt sind Antriebselemente, vorzugsweise Wälzlager, Getriebe, Gleitlager, Aktuatoren und/oder Ketten, an denen elektrische Potentiale anliegen.

[0070] Weiter bevorzugte Antriebselemente sind Wälzlager, Getriebe, Gleitlager, Aktuatoren und/oder Ketten, die in Anlagen und Maschinen zur Herstellung und Förderung von Lebensmitteln, in Windkraftanlagen, in Fahrzeugen, vorzugsweise Automobilen, insbesondere in Hybrid- und Elektrofahrzeugen, in Schienenfahrzeugen, Industrieanlagen, Industrierobotern und/oder in Schiffen angeordnet sind.

[0071] Besonders bevorzugt sind die Antriebselemente ausgewählt aus Pulleylagern, Lüfterlagern, Vakuumpumpenlagern, Wälzlagern von Elektromotoren, insbesondere von Hybrid- und Elektrofahrzeugen, Generatoren, insbesondere von Elektrofahrzeugen und Schienenfahrzeugen, Windkraftanlagen, Industriemotoren, Nebenaggregaten in Fahrzeugen und/oder Gelenken von Fahrzeugen.

[0072] Besonders bevorzugt wird die Schmierstoffzusammensetzung zur Schmierung von Wälzlagern von Elektromotoren von Hybrid- und/oder Elektrofahrzeugen eingesetzt.

[0073] Hieran ist vorteilhaft, dass die erfindungsgemäße Schmierstoffzusammensetzung eine für diese Anwendungen besonders geeignete Kombination von Eigenschaften zeigt. Besonders vorteilhaft ist die sehr gute Temperaturstabilität kombiniert mit der Ableitfähigkeit für elektrische Potentiale.

[0074] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung umfasst die Verwendung der Schmierstoffzusammensetzung zur Schmierung von Antriebselementen, vorzugsweise von Wälzlagern, bei denen eine untere Gebrauchstemperatur von nicht größer als -30°C, beispielsweise von -60°C bis -30°C, bevorzugt nicht größer als -40°C, beispielsweise von -60°C bis -30°C, bestimmt nach IP 186, Edition 2015 und/oder bevorzugt eine obere Gebrauchstemperatur von mindestens +160°C, beispielsweise von 160°C bis 220°C, noch bevorzugt mindestens +180°C, beispielsweise von 180°C bis 220°C, bestimmt nach DIN 51821 1+2 Ausgabe 2016,7 notwendig ist.

[0075] Im Folgenden wird die Erfindung anhand mehrerer, die Erfindung nicht beschränkender Beispiele näher erläutert.

Beispiel 1

[0076] Es werden TGA- Messungen der Ionischen Flüssigkeiten Trihexyl(tetradecyl)phosphonium bis(fluorsulfonyl)imid (P666(14) fsi) und Trihexyl(tetradecyl)phosphonium bis(trifluormethylsulfonyl)imid (P666(14) bta) durchgeführt und die erhaltenen Werte miteinander verglichen.

	P666(14) bta	P666(14) fsi		P666(14) bta	P666(14) fsi
TGA dynamisch i.A.a. DIN 51006					

(fortgesetzt)

	P666(14) bta	P666(14) fsi		P666(14) bta	P666(14) fsi
Heizrate	1°C/min				
Spülgas	Luft			Stickstoff	
Antioxidans	keine				
Tiegelmaterial	Aluminium				
Verdampfungsverlust 120°C % (m)	-	0,6		0,6	0,1
Verdampfungsverlust 140°C % (m)	-	0,8		0,8	0,2
Verdampfungsverlust 160°C % (m)	-	0,9		1,0	0,3
Verdampfungsverlust 180°C % (m)	0,4	1,2		1,1	0,5
Verdampfungsverlust 200°C % (m)	0,5	2,4		1,2	1,0
Verdampfungsverlust 220°C % (m)	0,8	3,9		1,3	1,9
Verdampfungsverlust 240°C % (m)	1,4	6,7		1,5	3,6
Verdampfungsverlust 260°C % (m)	2,1	12,9		1,8	7,3
Tabelle 2: TGA-Verdampfungsverluste unter Luft und N ₂					

[0077] Die TGA-Messungen zeigen, wie erwartet, eine bessere Temperaturstabilität für das P666(14) bta gegenüber P666(14) fsi. Sowohl bei der Messung mit Luft als auch mit N₂ sind die Werte für Verdampfungsverluste für das P666(14) bta niedriger. Die bessere Temperaturstabilität für das bta lässt sich durch die bindungsstarke Kohlenstoff-Fluor-Verbindung im Anion erklären.

Beispiel 2

[0078] Es werden DSC- Messungen der Ionischen Flüssigkeiten Trihexyl(tetradecyl)phosphonium bis(fluorsulfonyl)imid (P666(14) fsi) und Trihexyl(tetradecyl)phosphonium bis(trifluormethylsulfonyl)imid (P666(14) bta) durchgeführt.

[0079] In Figur 1 sind die Ergebnisse der DSC-Messungen unter O₂-Atmosphäre dargestellt und in Figur 2 die Ergebnisse der DSC-Messungen unter N₂-Atmosphäre.

[0080] Bei Figur 1 ist zu erkennen, dass die P666(14) fsi einen früheren Onset und damit eine geringere Stabilität aufweist als P666(14) bta.

[0081] Figur 2 zeigt, dass P666(14) fsi eine deutliche exotherme Reaktion um 270°C aufweist, das P666(14) bta aber nicht. Beide Untersuchungen bestätigen die geringere thermische Beständigkeit der Ionischen Flüssigkeit mit dem fsi Anion in Reinsubstanz.

Beispiel 3

[0082] Um den Verdampfungsverlust zu bestimmen, werden Trihexyl(tetradecyl)phosphonium bis(fluorsulfonyl)imid (P666(14) fsi) und Trihexyl(tetradecyl)phosphonium bis(trifluormethylsulfonyl)imid (P666(14) bta) in zylindrische Gewindgläschen (Grundfläche 1.5 cm², Höhe 5 cm) gefüllt. Es werden jeweils 200 mg der beiden IL genau eingewogen. Für zwei Prüftemperaturen wird jeweils ein Gläschen ohne Kugel und ein Gläschen mit Kugel (100Cr6 Stahlkugeln nach DIN 51350-1, Ausgabe 2015-03) verwendet. Damit soll geprüft werden, ob Reaktionen zwischen dem Metall der Kugel und der ionischen Flüssigkeit im Gläschen auftreten.

Tabelle 3: Werte bei 150°C

	P666(14) bta	fsi		P666(14) bta	fsi
	ohne Kugel			mit Kugel	
Verdampfungsverlust nach 24 h [%]	1,15	-0,30		14,28	0
Verdampfungsverlust nach 48 h [%]	1,45	-0,15		15,94	14,44
Verdampfungsverlust nach 72 h [%]	1,45	-0,70		16,42	13,40

EP 4 239 039 B1

(fortgesetzt)

	P666(14) bta	fsi		P666(14) bta	fsi
	ohne Kugel			mit Kugel	
Verdampfungsverlust nach 168 h [%]	1,80	-1,90		17,40	12,03

Tabelle 4: Werte bei 180°C

	P666(14) bta	fsi		P666(14) bta	fsi
	ohne Kugel			mit Kugel	
Verdampfungsverlust nach 24 h [%]	1,50	0,50		2,00	0
Verdampfungsverlust nach 48 h [%]	2,00	2,64		2,59	1,85
Verdampfungsverlust nach 72 h [%]	2,25	5,33		4,59	4,13
Verdampfungsverlust nach 168 h [%]	2,99	13,04		4,60	14,04

[0083] Bei einer Prüftemperatur von 150°C zeigen sich für beide ionischen Flüssigkeiten in Reinsubstanz Unterschiede beim Verdampfungsverlust. Bei den Proben ohne Kugel erfolgt für das P666(14) bta ein durchgehender Anstieg des Verdampfungsverlustes über den gemessenen Zeitraum. Im Vergleich dazu lässt sich bei den Werten für die fsi-Probe insgesamt eine Gewichtszunahme beobachten. In Anwesenheit der Stahlkugel zeigt sich bei P666(14) fsi ein geringerer Verdampfungsverlust als bei P666(14) bta. Mit Kugel haben beide Substanzen insgesamt deutlich höhere Werte beim Verdampfungsverlust. Für das P666(14) fsi fällt der Wert nach anfänglichem Anstieg zum Ende hin jedoch wieder ab.

[0084] Bei 180° sind die Verdampfungsverluste für beide Substanzen naturgemäß höher als bei 150°C. Der Werteverlauf für das P666(14) fsi ist im Gegensatz zur niedrigeren Prüftemperatur unauffällig. Trotzdem liegen diese am Ende des Zeitraums höher als beim P666(14) bta. Insgesamt können die beobachteten Werte so verstanden werden, dass neben einer Zersetzung unter Massenverlust auch Phänomene wie Aufnahme/Abgabe von Wasser, Korrosion der Stahlkugel und katalysierte Zersetzung eine Rolle spielen. Bei 180°C legen die Versuche der Substanzen in Reinform nahe, dass die Beständigkeit der fsi enthaltenden IL geringer ist als die Beständigkeit der bta enthaltenden IL.

Beispiel 4

[0085] Herstellung zweier erfindungsgemäßer Fette und eines Vergleichsfettes aus einem Grundfett A.

[0086] Das Grundfett A besteht zu 85 Gew.% aus einem Trimellithsäureester mit C9 - C11 Alkoholen mit einem Sauerstoff/Kohlenstoff Verhältnis von 0,20 mit einer Grundölviskosität bei 40°C von ca. 72 mm²/sec (TMSE-A), aus 11 Gew.% eines Harnstoffverdickers bestehend aus den Reaktionsprodukten von aliphatischen gesättigten Aminen, aliphatischen ungesättigten Aminen und aromatischen Aminen mit einem Gemisch aus MDI (4,4'-Diisocyanatodiphenylmethan) und TDI (Gemisch aus 2,4-Diisocyanatotoluol und 2,6-Diisocyanatotoluol im molaren Verhältnis von ca. 4:1). Als Additive werden 0,5 Gew.% p,p'-Dioctyldiphenylamin und 3,5 Gew.% weitere Additive (Korrosionsschutz, Anti Wear) verwendet.

[0087] Zu diesem Grundfett A werden 5 Gew.% P666(14) fsi (erfindungsgemäßes Fett 1) bzw. 5 Gew.% P666(14) bta (Vergleichsfett 2) gegeben und die Mischungen über ein Dreiwalzwerk homogenisiert. Beim erfindungsgemäßen Fett 3 werden 5 Gew.% N1888 fsi verwendet und identisch eingearbeitet.

[0088] Verglichen mit dem Grundfett A ist der spezifische elektrische Widerstand um ca. 3 Zehnerpotenzen abgesenkt. Das erfindungsgemäße Fett 1 zeigt überraschenderweise eine um ca. 50% verbesserte Lebensdauer bei 180°C verglichen mit dem Vergleichsfett 2, das eine nicht erfindungsgemäße ionische Flüssigkeit enthält. Das erfindungsgemäße Fett erfüllt auch die Lebensdauieranforderung der DIN 51821 1+2 bei 200°C

Methode	Norm	Einheit	Fett 1 erfindungsgemäß	Fett 2 Vergleichsfett
Allgemeine Daten				
Aussehen, Farbe	visuell		beige	beige
Walkpenetration 60 DT	DIN ISO 2137	1/10 mm	269	278

EP 4 239 039 B1

(fortgesetzt)

Methode	Norm	Einheit	Fett 1 erfindungsgemäß	Fett 2 Vergleichsfett
Allgemeine Daten				
Tropfpunkt	DIN ISO 2176	°C	262	268
Wassergehalt nach Karl Fischer		%	0,05	0,06
Verhalten nach				
Walkung				
Verlängerte Walkbeständigkeit nach 100.000 DT	DIN ISO 2137	1/10 mm	+40	+53
Tieftemperaturverhalten				
Fließdruck bei -45°C	DIN 51805	mBar	675	650
Ölabscheidung				
Ölabscheidung nach 30h/150°C	ASTM D 6184	Gew %	3,7	2,8
Ölabscheidung nach 168h/40°C	DIN 51817	Gew %	2,1	1,6
Obere Gebrauchstemperatur				
FAG FE 9 6000 rpm, 1.500 N, 180°C, B, Ausgabe 2016,07	DIN 51821 1+2	h	L 10: 691 h L 50: 694 h	L 10: 423 h L 50: 457 h
FAG FE 9 6000 rpm, 1.500 N, 200°C, B, Ausgabe 2016,07	DIN 51821 1+2	h	L 10: 113 h L 50: 249 h	
Medienbeständigkeit				
Wasserbeständigkeit statisch, 3h/90°C	DIN 51807		0	0
SKF Emcor, dest. Wasser	i.A.a. DIN		0	0
	51802			
Korrosionsverhalten				
Kupferkorrosion 24h/160°C	DIN 51811		1	1
Geräuschverhalten				
SKF BeQuiet+	i.A.a. ÖNorm M8127		GN3	GN3
Elektrische Leitfähigkeit				
Spezifischer Elektrischer Widerstand	i.A.a DIN 53482	Ohm*c m	3,18 * 10 ⁶	3,81 * 10 ⁶

Methode	Anforderungen	Fett 1 erfindungsgemäß	Fett 3 erfindungsgemäß	Grundfett A
FAG FE 9 6000 rpm, 1.500N, 200°C, B, DIN 51821 1+2, Ausgabe 2016.07	L 50 > 100h	L 10: 113 h L 50: 249 h	L 10: 105 h L 50: 146 h	L 10: 60 h L 50: 90 h

[0089] Bei der Lebensdauerprüfung bei 200°C zeigt das erfindungsgemäße Fett 1 eine deutliche Steigerung bei der erreichten Lebensdauer, bezogen auf den L 50 Wert um mehr als den Faktor 2,5. Das erfindungsgemäße Fett 3 zeigt ebenfalls eine Steigerung der Lebensdauer um 50 % gegenüber dem Grundfett A.

Beispiel 5

[0090] Es werden mehrere erfindungsgemäße Fette und ein Vergleichsfett aus einem Grundfett B hergestellt.

5 Das Grundfett B besteht aus:

[0091] 84,5 Gew.% Trimellithsäureester mit linearen C8 und C10 Alkylgruppen, die ca. im Verhältnis 1:1 (molar) vorliegen (TMSE-B) mit einem Sauerstoff/Kohlenstoff Verhältnis von 0,22, 13,5 Gew.% Harnstoffverdicker, hergestellt durch die Umsetzung von MDI (4,4'-Diisocyanatodiphenylmethan) und Oktylamin im Verhältnis 1.2 (molar), 1 Gew.% p,p'-Diocetyl-diphenylamin, 1 Gew.% Calciumsulfonat-Korrosionsschutzadditiv.

	Gehalt Grundfett B	N1888 fsi (Gew.%)	P666614 fsi Gew.%	FAG FE 9 6000 rpm, 1.500 N, 200°C, B, DIN 51821 1+2, Ausgabe 2016.07		
15 Grundfett B	100			L 10 = 145 h	L 50 = 187 h	$\beta = 7,4$
Erfindungsgemäßes Fett 4	99	1		L 10 = 92 h	L 50 = 219 h	$\beta = 2,2$
20 Erfindungsgemäßes Fett 5	97	3		L 10 = 83 h	L 50 = 141 h	$\beta = 3,5$
Erfindungsgemäßes Fett 6	95	5		L 10 = 203 h	L 50 = 261 h	$\beta = 7,5$
25 Erfindungsgemäßes Fett 7	90	10		L 10 = 139h	L 50 = 229 h	$\beta = 3,8$
Erfindungsgemäßes Fett 8	97		3			

30 **[0092]** Das erfindungsgemäße Fett 6 zeigt gegenüber dem Grundfett B (Vergleichsfett) eine Steigerung der Lebensdauer um ca. 50 % bei Erhalt der sehr steilen Ausfallkurve (hohe β Werte). Das erfindungsgemäße Fett 7 zeigt eine Erhöhung der Lebensdauer um ca. 40 %.

35 **[0093]** Alle erfindungsgemäßen Fette bestehen die Anforderung der DIN 51821 1+2 bei 200°C, da der L 50 Wert über 100 h liegt. Dadurch ist es möglich, den elektrischen Widerstand abzusinken (siehe nachfolgende Tabelle) unter Erhalt der oberen Gebrauchstemperatur von 200°C.

	Spezifischer elektrischer Widerstand [ohm*cm], 10 V Gleichspannung i.A.a DIN 53482	Walkpenetration 60 Doppelhübe [1/10mm] DIN ISO 2137
40 Grundfett B	2,85E*10exp09	242
Erfindungsgemäßes Fett 4	3,51*10exp07	249
45 Erfindungsgemäßes Fett 5	5,98*10exp06	256
Erfindungsgemäßes Fett 6	2,35*10exp06	263
50 Erfindungsgemäßes Fett 7	7,49*10exp05	261
Erfindungsgemäßes Fett 8	5,51*10exp06	254

55 **[0094]** Durch die Zugabe der IL P666(14) fsi wird der spezifische elektrische Widerstand signifikant herabgesetzt. Die Walkpenetration verändert sich dagegen nur in geringem Umfang, was zeigt, dass die Verdickungswirkung durch die ionische Flüssigkeit nicht gestört wird.

Beispiel 6

[0095] Es wird der spezifische elektrische Widerstand von Mischungen von P666(14) fsi bzw. P666(14) bta in einem Polyglykol gemessen.

[0096] Als Polyglykol A wird ein Polyglykol mit einer kinematischen Viskosität von 220 mm²/sec verwendet. Es handelt sich um ein random Copolymer aus Ethylenoxid und Propylenoxid im Verhältnis 1:1 (molar) mit Glykol als Starter. Das Sauerstoff/Kohlenstoff Verhältnis beträgt 0,53.

Gehalt Polyglykol A (Gew.%)	100	99	97	65	90
Gehalt P666(14) fsi (Gew.%)	0	1	3	5	10
spez. Widerstand [Mohm*cm]	7,10	0,41	0,13	0,079	0,031

Gehalt Polyglykol A (Gew.%)	100	99	97	65	90
Gehalt P666(14) bta (Gew.%)	0	1	3	5	10
spez. Widerstand [Mohm*cm i.A.a DIN 53482]	7,10	0,68	0,22	0,13	0,056

[0097] Die Tabellen zeigen, dass die erfindungsgemäßen Schmierstoffzusammensetzungen mit P666(14) fsi zu niedrigeren spezifischen Widerständen im Vergleich zu P666(14) bta führen.

[0098] Dies war überraschend, da, wie in der folgenden Tabelle dargestellt, die Viskositäten von P666(14) fsi höher als die von P666(14) bta sind.

[0099] Dies spricht dafür, dass beim fsi das Ionenpaar eigentlich fester aneinander gebunden, d.h. weniger beweglich ist, und deshalb eher geringere Leitfähigkeiten zeigen sollte. Dies ist aber, wie oben gezeigt, überraschenderweise nicht der Fall.

Beispiel 7

	P666(14) fsi	P666(14) bta
Viskosität bei 40°C [mm²/s]	152,9	147,4
Viskosität bei 100°C [mm²/s]	19,87	18,33
VI	150	139
Dichte bei 20°C [g/cm³]	1,014	1,077
Dichte bei 100°C [g/cm³]	0,963	1,020

[0100] Es wird der Einfluss von N1888 fsi auf die thermisch oxidative Beständigkeit eines Esteröles untersucht.

[0101] Als Grundöl wird der Trimellithsäureester B (Trimellithsäureester mit linearen C8 und C10 Alkylgruppen, die ca. im Verhältnis 1:1 (molar) vorliegen) verwendet, als aminischer Antioxidant (Amin. AO) p,p'-Diocetylphenylamin.

Bezeichnung	Öl 1		Öl 2		Öl 3		Öl 4	
Amin. AO	1		1		3		3	
N8881 fsi	0		1		1		3	
TMSE-B	99		98		96		94	
TGA, Luft, Temperaturgradient 1 k/min	180	0,1	180	0,1	180	0,3	180	0,1
	200	0,2	200	0,3	200	0,4	200	0,3
	220	0,5	220	0,5	220	0,8	220	0,7
	240	1,2	240	1,2	240	1,7	240	1,8
	260	3,2	260	3,2	260	4,0	260	4,6
	280	9,7	280	8,4	280	9,3	280	11,1
	300	50,1	300	38,6	300	26,6	300	29,7

EP 4 239 039 B1

5	DSC, O ₂ , Temperaturgradient 1 k/min	Ox.start 204,5 Onset 242,5	Ox.start 256,7 Onset 269,1	Ox.start 240,2 1. Onset 261,2 2. Onset 276,5	Ox.start 239,5 Onset 283,2
10	Offener Schälchentest 230°C, 24/48/ 72h Verlust [%]	43,24 63,22 79,76 (Lack)	29,64 54,92 69,63 (dickes Öl, leicht grisselig)	22,38 36,58 48,82 (Öl, grisselig)	23,02 34,28 53,03 (Öl, stark grisselig)
15	Scherviskosität Start 24h 48h 72h	108 1355 33800	113 266 1320 12150	119 209 391 647	125 208 298
20	Spezif. Widerstand [Ohm*cm] i.A.a DIN 53482	3,43*10 ¹²	3,26*10 ¹⁰	2,95*10 ¹⁰	2,60*10 ¹⁰

25	Bezeichnung	Öl 5		Öl 6		Öl 7	
	Amin. AO	0		0		3	
	N8881 fsi	3		1		0	
30	TMSE-B	97		99		97	
35	TGA, Luft, Temperaturgradient 1 k/min	180	0,1	180	0,3	180	0,3
		200	0,2	200	0,5	200	0,5
		220	0,7	220	0,9	220	0,9
		240	2,0	240	1,9	240	1,9
		260	8,4	260	4,4	260	4,2
		280	21,7	280	20,2	280	10,6
		300	49,2	300	51,8	300	45,3
40	DSC, O ₂ , Temperaturgradient 1 k/min	Ox.start 223,7 1. Onset 234,1 2. Onset 264,0		Ox.start 224,7 Onset 231,8		Ox.start 205,7 Onset 253,9	
45	Offener Schälchentest 230°C, 24/48/ 72h Verlust [%]	36,26 56,86 73,04 (teerartig)		38,49 59,95 77,04 (gummiartig)		28,30 53,14 67,23 (teerartig)	
	Scherviskosität	116		109		117	
50	Start 24h 48h 72h	577 3550 110500		920 11950		405 7630 42100	
55	Spezif. Widerstand [Ohmcm] i.A.a DIN 53482	3,08*10 ¹⁰		4,99*10 ¹⁰		1,38*10 ¹³	

[0102] Die Scherviskosität wird bei 25°C bei einer Scherrate von 300 1/s nach DIN 53019-1,3 bestimmt. Der offene

EP 4 239 039 B1

Schälchentest wird mit Verdampfungsschalen aus Aluminium, Durchmesser 50 mm durchgeführt. Es werden 5 g +/- 0,1 g eingewogen. Die Messung wird in einem Umluftofen durchgeführt. Die Messung erfolgt über 24/48/ 72h. Es wird jeweils der Verdampfungsverlust bestimmt und die Scherviskosität gemessen.

[0103] Die Öle 2, 3, 4, 5 und 6 stellen erfindungsgemäße Schmierstoffzusammensetzungen dar.

[0104] Vergleicht man die Proben die nur P666(14) fsi enthalten (Öl 6 und 5) mit den Proben, die nur amin. AO enthalten (Öl 1 und 7), zeigt sich, dass der Oxidationsbeginn durch die Ionische Flüssigkeit stärker verzögert wird.

[0105] Einen starken positiven Einfluss sowohl auf die Verdampfungsverluste in der TGA bis 300°C, auf Oxidationsbeginn und Onset bei der DSC und auf die Verdampfungswerte beim offenen Schälchentest, siehe z.B. die Verdampfungswerte nach 24 h, zeigen die Muster bei denen der aminische Antioxidant p,p'-Diocetylphenylamin mit P666(14) fsi kombiniert ist.

Beispiel 8

[0106] Es werden Lösbarkeitsversuche von N1888fsi in Grundölen, die Basisöle verschiedener Polarität enthalten, durchgeführt. Die Ergebnisse sind in den nachfolgenden Tabellen dargestellt.

Grundöl: PAO 8/ Trimellithsäureester B mit linearen C8 und C10 Alkylgruppen (Verhältnis der beiden Basisöle 60: 40). PAO 8 hat ein Sauerstoff/Kohlenstoff Verhältnis von 0. Der Trimellithsäureester B hat ein Sauerstoff/Kohlenstoff Verhältnis von 0,22. Damit ergibt sich für das Grundöl ein Sauerstoff/Kohlenstoff Verhältnis von 0,088					
Menge N1888fsi	0 Gew. %	1 Gew. %	3 Gew. %	5 Gew. %	10 Gew. %
optische Beurteilung (klar/2 Phasen)	klar	klar	2 Phasen	2 Phasen	2 Phasen
V 40 [mm ² /s]	44,789	46,035	-	-	-
V 100 [mm ² /s]	7,58	7,73	-	-	-
VI	136	136	-	-	-
Dichte 40°C g/ml	0,8675	0,8692	-	-	-
Dicht 100°C g/ml	0,8286	0,8300	-	-	-
spez. Widerstand [Ω*cm]	1,60E+11	1,73E+08	-	-	-

[0107] Die hier verwendete Basisölmischung ist nicht zur Herstellung einer erfindungsgemäßen Schmierstoffzusammensetzung geeignet, da ein zu geringer Anteil an Basisöl A vorhanden ist und hierdurch die Lösbarkeit von N1888fsi zu gering ist.

Grundöl: PAO 8 / Trimellithsäureester B mit linearen C8 und C10 Alkylgruppen (Verhältnis der beiden Basisöle 30: 70) PAO 8 hat ein Sauerstoff/Kohlenstoff Verhältnis von 0. Der Trimellithsäureester B hat ein Sauerstoff/Kohlenstoff Verhältnis von 0,22. Damit ergibt sich für das Grundöl ein Sauerstoff/Kohlenstoff Verhältnis von 0,15					
Menge N1888fsi	0 Gew. %	1 Gew. %	3 Gew. %	5 Gew. %	10 Gew. %
optische Beurteilung (klar/2 Phasen)	klar	klar	klar	klar	klar
V 40 [mm ² /s]	46,608	47,900	50,759	53,966	63,845
V 100 [mm ² /s]	7,68	7,81	8,14	8,53	9,66
VI	132	131	132	132	133
Dichte 40°C g/ml	0,9105	0,9118	0,9140	0,9163	0,9217
Dicht 100°C g/ml	0,8698	0,8710	0,8733	0,8754	0,8811
spez. Widerstand [Ω*cm]	1,25E+11	4,84E+07	5,73E+06	1,48E+06	3,36E+05

EP 4 239 039 B1

[0108] Die hier verwendete Basisölmischung ist zur Herstellung einer erfindungsgemäßen Schmierstoffzusammensetzung geeignet, da ein ausreichender Anteil an Basisöl A vorhanden ist und hierdurch die Lösbarkeit von N1888fsi ausreichend ist.

Grundöl: PAO 8/ Trimellithsäureester B mit linearen C8 und C10 Alkylgruppen (Verhältnis der beiden Basisöle 20:80) PAO 8 hat ein Sauerstoff/Kohlenstoff Verhältnis von 0. Der Trimellithsäureester B hat ein Sauerstoff/Kohlenstoff Verhältnis von 0,22. Damit ergibt sich für das Grundöl ein Sauerstoff/Kohlenstoff Verhältnis von 0,18					
Menge N1888fsi	0 Gew. %	1 Gew. %	3 Gew. %	5 Gew. %	10 Gew. %
optische Beurteilung (klar/2 Phasen)	klar	klar	klar	klar	klar
V 40 [mm ² /s]	47,839	49,129	51,802	54,932	63,716
V 100 [mm ² /s]	7,77	7,90	8,20	8,56	9,53
V I	130	130	130	130	130
Dichte 40°C g/ml	0,9259	0,9270	0,9289	0,9309	0,9358
Dicht 100°C g/ml	0,8846	0,8857	0,8877	0,8896	0,8947
spez. Widerstand [Ω*cm]	9,55E+10	3,31E+07	3,89E+06	1,17E+06	3,05E+05

[0109] Die hier verwendete Basisölmischung ist zur Herstellung einer erfindungsgemäßen Schmierstoffzusammensetzung geeignet, da ein ausreichender Anteil an Basisöl A vorhanden ist und hierdurch die Lösbarkeit von N1888fsi ausreichend ist.

Grundöl: Trimellithsäureester B mit linearen C8 und C10 Alkylgruppen. Der Trimellithsäureester B hat ein Sauerstoff/Kohlenstoff Verhältnis von 0,22.					
Menge N1888fsi	0 Gew. %	1 Gew. %	3 Gew. %	5 Gew. %	10 Gew. %
optische Beurteilung (klar/2 Phasen)	klar	klar	klar	klar	klar
V 40 [mm ² /s]	51,173	56,315	55,093	58,045	66,018
V 100 [mm ² /s]	7,99	8,41	8,41	8,74	9,58
V I	125	121	125	126	125
Dichte 40°C g/ml	0,9587	0,9594	0,9612	0,9626	0,9663
Dicht 100°C g/ml	0,9162	0,9171	0,9186	0,9202	0,9241
spez. Widerstand [Ω*cm]	9,54E+10	1,54E+07	1,85E+06	6,55E+05	1,92E+05

Grundöl: Trimellithsäureester B mit linearen C8 und C10 Alkylgruppen				
Menge N1888fsi	20 Gew. %	40 Gew. %	60 Gew. %	80 Gew. %
optische Beurteilung (klar/2 Phasen)	klar	klar	klar	klar
V 40 [mm ² /s]	84,201	125,240	167,340	200,530
V 100 [mm ² /s]	11,31	14,77	18,34	21,32
V I	123	120	122	126
Dichte 40°C g/ml	0,9734	0,9883	0,9626	1,0173

EP 4 239 039 B1

(fortgesetzt)

Menge N1888fsi	20 Gew. %	40 Gew. %	60 Gew. %	80 Gew. %
Dicht 100°C g/ml	0,9872	0,9472	1,0158	0,9780
spez. Widerstand [$\Omega \cdot \text{cm}$]	6,98E+04	2,74E+04	2,35E+04	2,08E+04

[0110] Die Beispiele zeigen, dass die Ionische Flüssigkeit N1888fsi über einen sehr weiten Konzentrationsbereich mischbar mit dem Trimellithsäureester ist. Das hier verwendete Basisöl ist zur Herstellung einer erfindungsgemäßen Schmierstoffzusammensetzung geeignet, da nur Basisöl A vorhanden ist und hierdurch die Lösbarkeit von N1888fsi sehr gut ist.

Grundöl: Polypropylenoxid homopolymer (unpolar), Butanol gestartet, kinematische Viskosität bei 40°C ca. 120 mm ² /sec mit Sauerstoff/Kohlenstoff Verhältnis von 0,44					
Menge N1888fsi	0 Gew. %	1 Gew. %	3 Gew. %	5 Gew. %	10 Gew. %
optische Beurteilung (klar/2 Phasen)	klar	2 Phasen	2 Phasen	2 Phasen	2 Phasen
V 40 [mm ² /s]	-	-	-	-	-
V 100 [mm ² /s]	-	-	-	-	-
V I	-	-	-	-	-
Dichte 40°C g/ml	-	-	-	-	-
Dicht 100°C g/ml	-	-	-	-	-
spez. Widerstand [$\Omega \cdot \text{cm}$]	-	-	-	-	-

[0111] Das hier verwendete Basisöl ist nicht zur Herstellung einer erfindungsgemäßen Schmierstoffzusammensetzung geeignet, da kein Anteil an Basisöl A vorhanden ist und hierdurch die Lösbarkeit von N1888fsi nicht ausreichend ist.

Grundöl: Polypropylenoxid homopolymer (unpolar), Butanol gestartet, kinematische Viskosität bei 40°C ca. 120 mm ² /sec/ Trimellithsäureester B mit linearen C8 und C10 Alkylgruppen (polar) Mischungsverhältnis bezogen auf Massenprozent 50:50. Sauerstoff/Kohlenstoff Verhältnis von 0,22 des Grundöles beträgt 0,33.					
Menge N1888fsi	0 Gew. %	1 Gew. %	3 Gew. %	5 Gew. %	10 Gew. %
optische Beurteilung (klar/2 Phasen)	klar	klar	klar	klar	klar
V 40 [mm ² /s]	82,62	84,02	86,92	90,15	98,79
V 100 [mm ² /s]	13,85	13,97	14,20	14,64	15,51
V I	173	172	170	170	167
Dichte 40°C g/ml	0,9675	0,9682	0,9693	0,9708	0,9741
Dicht 100°C g/ml	0,9241	0,9249	0,9263	0,9278	0,9312
spez. Widerstand [$\Omega \cdot \text{cm}$]	1,32E+10	1,18E+07	2,02E+06	7,91E+05	2,13E+05

[0112] Die hier verwendete Basisölmischung ist zur Herstellung einer erfindungsgemäßen Schmierstoffzusammensetzung geeignet, da ein ausreichender Anteil an Basisöl A vorhanden ist und hierdurch die Lösbarkeit von N1888fsi ausreichend ist.

EP 4 239 039 B1

Grundöl: Hydrierter Dimersäureester (unpolar), Alkoholkomponente 2-Ethylhexanol. Sauerstoff/Kohlenstoff Verhältnis beträgt 0,10.

Menge N1888fsi	0 Gew. %	1 Gew. %	3 Gew. %	5 Gew. %	10 Gew. %
optische Beurteilung (klar/2 Phasen)	klar	klar	2 Phasen	2 Phasen	2 Phasen
V 40 [mm ² /s]	102,61	103,93	-	-	-
V 100 [mm ² /s]	14,33	14,40	-	-	-
V I	143	142	-	-	-
Dichte 40°C g/ml	0,8934	0,8947	-	-	-
Dicht 100°C g/ml	0,8548	0,8561	-	-	-
spez. Widerstand [Ω*cm]	1,36E+11	2,75E+08	-	-	-

[0113] Das hier verwendete Basisöl ist nicht zur Herstellung einer erfindungsgemäßen Schmierstoffzusammensetzung geeignet, da kein Anteil an Basisöl A vorhanden ist und hierdurch die Lösbarkeit von N1888fsi nicht ausreichend ist.

Polyethylenglycol, Molmasse 200 (polar). Das Sauerstoff/Kohlenstoff Verhältnis beträgt 0,66.

Menge N1888fsi	0 Gew. %	1 Gew. %	3 Gew. %	5 Gew. %	10 Gew. %
optische Beurteilung (klar/2 Phasen)	klar	klar	klar	klar	klar
V 40 [mm ² /s]	22,33	22,46	22,80	23,14	24,17
V 100 [mm ² /s]	4,16	4,19	4,23	4,28	4,40
V I	77	79	80	82	84
Dichte 40°C g/ml	1,1088	1,1081	1,1064	1,1048	1,1004
Dicht 100°C g/ml	1,0610	1,0603	1,0588	1,0573	1,0534
spez. Widerstand [Ω*cm]	8,54E+03	1,86E+03	8,68E+02	5,95E+02	3,37E+02

[0114] Das hier verwendete Basisöl ist zur Herstellung einer erfindungsgemäßen Schmierstoffzusammensetzung geeignet, da nur Basisöl A vorhanden ist und hierdurch die Lösbarkeit von N1888fsi sehr gut ist.

[0115] Es zeigt sich, dass N1888fsi in Grundölen mit einem Anteil von über 50 Gew. % polarem Basisöl auch in größeren Mengen gut löslich ist. Die polaren Basisöle sind aus Estern und Polyalkylenglykolen, die mit Ethylenoxid als Bestandteil des Reaktionsgemisches hergestellt sind, ausgewählt.

[0116] Beispiel 9: Es wird ein Grundfett C und davon ausgehend ein nicht erfindungsgemäßes Fett 9 hergestellt:

	Gehalt Grundfett C	N1888 fsi (Gew.%)	FAG FE 9 6000 rpm, 1.500 N, 160°C, A, DIN 51821 1+2, Ausgabe 2016.07		
Grundfett C	100		L 10 = 164 h	L 50 = 236 h	β = 7,4
Nicht erfindungsgemäßes Fett 9	97	3	L 10 = 167 h	L 50 = 207 h	β = 8,7

[0117] Das Grundfett C ist der NLGI Klasse 1 zuzuordnen. Das Grundöl weist eine kinematische Viskosität von 130 mm²/sec bei 40°C auf und ist eine unpolare Mischung aus Mineralöl/PAO. Das Sauerstoff/Kohlenstoff Verhältnis liegt nahezu bei 0. Der Verdicker ist eine Mischung aus Harnstoff/Calciumkomplexeife. Darüber hinaus sind übliche Additive zur oxidativen Stabilisierung, zur Verbesserung des Lasttragevermögens und zum Schutz vor Korrosion enthalten. Durch Zugabe der Ionischen Flüssigkeit wird keine Verbesserung der Lebensdauer erreicht, der L 50 Wert wird sogar erniedrigt. Es zeigt sich, dass in Fetten, deren Basisöl unpolar ist (Mineralöl und PAO), keine Verbesserung durch Einsatz der Ionischen Flüssigkeit erzielt wird.

Beispiel 10

[0118] Es wird ein Schmierfett D mit folgender Zusammensetzung hergestellt:

41 Gew.% Trimellithsäureester A mit C9 - C11 V 40 ca 72 mm²/sec (Sauerstoff/Kohlenstoff Verhältnis von 0,20)
 17 Gew.% PIB, Mn ca. 1300 g/mol bestimmt mit GPC (Sauerstoff/Kohlenstoff Verhältnis von 0,0)
 20 Gew.% alkylierter Diphenylether, V 40 ca. 100 mm²/sec (Sauerstoff/Kohlenstoff Verhältnis von 0,04)
 13 Gew.% Lithiumkomplexverdicker aus Azelainsäure/12-Hydroxystearinsäure 4 Gew.% aminischer Antioxidant
 5 Gew.% Additivpackage Korrosionsschutz, AW und EP

[0119] Der Gewichtsanteil des Trimellithsäureesters A am gesamten Grundöl beträgt 52,6 Gew.%.

Methode	Norm	Einheit	Beispielfett D + 3 % N8881 fsi erfindungsgemäß	Beispielfett D Vergleichsfett
Allgemeine Daten				
Walkpenetration 60 DT	DIN ISO 2137	1/10 mm	283	273
Tropfpunkt	DIN ISO 2176	°C	Größer 300°C	Größer 300°C
Fließdruck bei -40°C	DIN 51805	mBar	537	825
Ölabscheidung nach 30h/150°C	ASTM D 6184	Gew %	7,3	5,8
spez. Widerstand	i.A.a DIN 53482	[ohm*cm]	9,68E+07	3,88E+10
Verdampfungsverlust, 24 h/180°C	DIN 58397	%	15,6	11,4
Scherviskosität bei 25°C, Scherrate 300 1/s, frisch	DIN 53019-1,3	mPas	5300	5800
Scherviskosität bei 25°C, Scherrate 300 1/s, nach Verdampfungsverlust Prüfung 24 h/180°C nach DIN 58397	DIN 53019-1,3	mPas	3660	5935

[0120] Die erfindungsgemäße Zusammensetzung zeigt Vorteile bezüglich der Reduktion des spezifischen Widerstandes, des Tieftemperaturverhaltens (Fließdruck) und der Vermeidung von Verhärtung bei Lagerung bei 180°C (keine Erhöhung der dynamischen Viskosität).

Beispiel 11: Lösbarkeitsuntersuchung von N8881 fsi in einem Estolid Basisöl

[0121]

Estolid Basisöl, Homopolymer 12-Hydroxystearinsäure, verestert mit 2-Ethylhexanol, kinematische Viskosität bei 40°C ca. 148 mm ² /s; das Sauerstoff/Kohlenstoff Verhältnis beträgt 0,17)					
Menge N1888fsi	0 Gew. %	1 Gew. %	3 Gew. %	5 Gew. %	10 Gew. %
optische Beurteilung (klar/2 Phasen)	klar	klar	klar	klar	klar
V 40 [mm ² /s]	148,35	149,84	153,81	159,24	184,61
V 100 [mm ² /s]	21,5	21,6	21,9	22,7	24,9
V I	170	170	169	171	167

(fortgesetzt)

Estolid Basisöl, Homopolymer 12-Hydroxystearinsäure, verestert mit 2-Ethylhexanol, kinematische Viskosität bei 40°C ca. 148 mm ² /s; das Sauerstoff/Kohlenstoff Verhältnis beträgt 0,17)					
Menge N1888fsi	0 Gew. %	1 Gew. %	3 Gew. %	5 Gew. %	10 Gew. %
Dichte 40°C g/ml	0,8990	0,9004	0,9028	0,9051	0,9111
Dicht 100°C g/ml	0,8598	0,8610	0,8634	0,8658	0,8719
spez. Widerstand [Ω *cm]	2,63E+10	8,83E+07	7,72E+06	2,35E+06	5,37E+05

[0122] N8881 fsi ist im untersuchten Konzentrationsbereich in dem Estolid Basisöl löslich. Mit zunehmender Menge an IL wird der spezifische Widerstand reduziert.

[0123] Das hier verwendete Basisöl ist zur Herstellung einer erfindungsgemäßen Schmierstoffzusammensetzung geeignet, da nur Basisöl A vorhanden ist und hierdurch die Lösbarkeit von N1888fsi ausreichend ist.

Bewertung der Versuchsergebnisse

[0124] Insgesamt konnte nachgewiesen werden, dass Schmierstoffzusammensetzungen und insbesondere Fette, die ionische Flüssigkeiten auf Basis von fsi als Anion enthalten, Leistungswerte erzielen, die in den Bereichen eines mit ionischen Flüssigkeiten auf Basis von bta additivierten Produktes liegen. Mithin sind ionische Flüssigkeiten auf Basis von fsi eine gute Alternative zu bta enthaltenden ionischen Flüssigkeiten. Darüber hinaus weisen Additive auf fsi-Basis gegenüber bta enthaltenden Additiven den Vorteil auf keine persistenten CF_x-Gruppen zu enthalten.

[0125] In den Versuchen, in denen das P666(14) fsi in Reinform untersucht wurde, zeigt sich anhand der Ergebnisse, wie erwartet, eine geringere thermische Stabilität im Vergleich zu P666(14) bta. Dies lässt sich vor allem damit erklären, dass im Anion bindungsstarke Kohlenstoff-Fluor-Verbindungen fehlen, was sich insgesamt auf die Stabilität des Moleküls auswirkt.

[0126] Überraschend ist der Unterschied in der Leistung zwischen den beiden ionischen Flüssigkeiten deutlich geringer, wenn sie als Additiv im Fett eingesetzt werden. Die Werte der abgeprüften Eigenschaften zeigen, dass sich das P666(14) fsi leistungsmäßig ganz ähnlich im betrachteten Fettsystem auswirkt wie P666(14) bta. Vorgaben an Hoch- bzw.

[0127] Tieftemperatureigenschaften sowie an die elektrische Leitfähigkeit können mit dem fsi-Material als Additiv in den betrachteten Temperaturbereichen erfüllt werden.

[0128] Darüber hinaus können mit der erfindungsgemäßen Schmierstoffzusammensetzung auch die Vorgaben bzgl. Korrosionsstabilität erfüllt werden.

[0129] Insgesamt konnte gezeigt werden, dass Schmierstoffzusammensetzungen, die ionische Flüssigkeiten auf Basis von fsi aufweisen, im Hinblick auf ihre Performance eine gute Alternative zu Schmierstoffzusammensetzung mit bta enthaltenden ionischen Flüssigkeiten sind. Darüber hinaus weisen die erfindungsgemäßen Schmierstoffzusammensetzung keine persistenten CF_x-Gruppen auf und sind deshalb biologisch abbaubar.

Prüfmethoden

[0130] Zur Bestimmung der Lösbarkeit der ionischen Flüssigkeit N1888 fsi in den Basisölen oder Grundölen wird das Basisöl bzw. die Basisöle, die die Grundöle bilden, in einem Becherglas vorgelegt und N1888 fsi in der jeweiligen Konzentration zugegeben. Das Gemisch wird bei 60°C für 10 min mittels eines Magnetrührers gerührt. Nach Abkühlen auf Raumtemperatur werden die Mischungen optisch begutachtet und der elektrische Widerstand bestimmt. N1888 fsi ist in Basisöl oder Grundöl bei einer bestimmten Konzentration unlöslich, wenn bei der Trübungsmessung nach DIN EN ISO 7027 -1:2016-11 bei 25°C der Trübungswert um mehr als 1 FNU höher liegt als bei reinem Basisöl oder Grundöl. Ebenso ist N1888 fsi in Basisöl oder Grundöl bei einer bestimmten Konzentration unlöslich, wenn sich zwei oder mehrere Phasen bilden. N1888 fsi ist in Basisöl oder Grundöl bei einer bestimmten Konzentration löslich, wenn bei der Trübungsmessung nach DIN EN ISO 7027 -1:2016-11 bei 25°C der Trübungswert um höchstens 1 FNU höher liegt als bei reinem Basisöl oder Grundöl. Als Messgerät wird vorzugsweise ein 2100 AN IS von Hach verwendet.

[0131] Zur Bestimmung der kinematischen Viskosität bei 40°C, 100°C, des Viskositätsindex und der Dichten bei 40°C und 100°C wird, wenn nicht anders angegeben, ein Stabingerviskosimeter gemäß nach ASTM D 7042, Ausgabe 2021.01 verwendet.

[0132] Bestimmung des Kohlenstoff- Gehaltes: Zur Bestimmung des Kohlenstoff-Gehalts wird die ASTM D 5291:2021 verwendet.

[0133] Zur Bestimmung der Sauerstoffgehalte wird die JPI-5S-68-11 verwendet.

[0134] Das Gewichtsverhältnis Sauerstoff/Kohlenstoff wird aus dem Massenanteil Sauerstoff (Gew.%), bestimmt nach JPI-5S-68-11, durch Division mit dem Kohlenstoffanteil (Gew.%), bestimmt nach ASTM D 5291:2021, erhalten.

5

Patentansprüche

1. Schmierstoffzusammensetzung umfassend:

- 10 a) 20 bis 99,5 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Schmierstoffzusammensetzung, eines Grundöls, wobei das Grundöl bei einer Raumtemperatur von 20°C eine Lösbarkeit für die ionische Flüssigkeit Methyltri-octylammonium-bis(fluorsulfonyl)imid von mindestens 3 Gew.% aufweist und wobei das Grundöl ein Basisöl A in einem Anteil von mindestens 50 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Grundöls, aufweist, wobei
15 das Basisöl A bei einer Raumtemperatur von 20°C eine Lösbarkeit für die ionische Flüssigkeit Methyltri-octylammonium-bis(fluorsulfonyl)imid von mindestens 3 Gew.% aufweist,
b) 0,5 bis 80 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Schmierstoffzusammensetzung, einer ionischen Flüssigkeit, deren Anion Bis(fluorsulfonyl)imid ist,

dadurch gekennzeichnet, dass das Basisöl A ein Ester und/oder ein Polyglycol ist.

20

2. Schmierstoffzusammensetzung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Basisöl A in einem Anteil von 50 bis 100 Gew.% und/oder in einem Anteil von mehr als 55 Gew.%, beispielsweise von 55 bis 100 Gew.%, und/oder in einem Anteil von mehr als 60 Gew.%, beispielsweise von 60 bis 100 Gew.%, noch bevorzugter in einem Anteil von mehr als 70 Gew.%, beispielsweise von 70 bis 100 Gew.%, jeweils bezogen auf das Gesamtgewicht des Grundöls vorliegt.

25

3. Schmierstoffzusammensetzung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anteil des Grundöls, bezogen auf das Gesamtgewicht der Schmierstoffzusammensetzung, 40 Gew.% bis 95 Gew.%, noch bevorzugter 60 Gew.% bis 90 Gew.%, noch bevorzugter 70 Gew.% bis 95 Gew.% und insbesondere 75 Gew.% bis 85 Gew.% beträgt.

30

4. Schmierstoffzusammensetzung nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anteil des Basisöls A, bezogen auf das Gesamtgewicht der Schmierstoffzusammensetzung, 10 Gew.% bis 99,5 Gew.%, noch bevorzugter 35 Gew.% bis 95 Gew.%, noch bevorzugter 40 Gew.% bis 90 Gew.%, insbesondere 35 Gew.% bis 85 Gew.% beträgt.

35

5. Schmierstoffzusammensetzung nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Basisöl A ein Polyglycol, enthaltend unsubstituierte Ethyleneinheiten als Kohlenstoffgruppe in der Wiederholeinheit, ist.

40

6. Schmierstoffzusammensetzung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ester ein Sauerstoff/Kohlenstoff Gewichtsverhältnis von mehr als 0,1, beispielsweise von 0,2 bis 0,35 aufweist und/oder das Polyglycol ein Sauerstoff/Kohlenstoff Gewichtsverhältnis von mehr als 0,44, beispielsweise von 0,44 bis 0,70 aufweist.

45

7. Schmierstoffzusammensetzung nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Polyglycol ausgewählt ist aus Homopolymeren aus Ethylenoxid als alleinigem Monomer und/oder Copolymeren mit unsubstituierten Ethylgruppen und 1-Methylethylgruppen als Kohlenstoffgruppen in der Wiederholeinheit, wobei der Gewichtsanteil der unsubstituierten Ethyleneinheiten in den Copolymeren vorzugsweise mindestens 20 Gew.%, beispielsweise 20 Gew.% bis 90 Gew.%, vorzugsweise mindestens 30 Gew.%, beispielsweise 30 Gew.% bis 90 Gew.%, bezogen auf Gesamtgewicht des Polyglykols beträgt und wobei die Endgruppen der Polyglycole, unabhängig voneinander, bevorzugt Hydroxidgruppen und/oder C1-C20 Alkoxidgruppen sind.

50

8. Schmierstoffzusammensetzung nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ester ausgewählt ist aus Carbonsäureestern, vorzugsweise Monoestern, Diestern, Triestern, Tetraestern, Pentaestern, Polyestern, bevorzugt Estoliden und Gemischen hiervon.

55

9. Schmierstoffzusammensetzung nach einem oder mehreren der Ansprüche 5, 6, oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Ester ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus aliphatischem Ester von aliphatischen Monocarbon-

säuren mit einer Kohlenstoffanzahl von C 5 bis C 22 mit einem einzeln oder in Mischungen vorliegenden aliphatischen Tri-, Tetra-, Hexa-Alkohol mit einer Kohlenstoffanzahl von C 3 bis C10, insbesondere Trimethylolpropan, Pentaerythrit und/oder Dipentaerythrit, und/oder aliphatischem Ester von aliphatischen Dicarbonsäuren, mit einer Kohlenstoffanzahl von C6 bis C20, mit einem einzeln oder in Mischungen vorliegenden aliphatischen Mono- und/oder Dialkohol mit einer Kohlenstoffanzahl von 6 bis 22, Estoliden, aromatischem Ester von aromatischen Tri- und Tetracarbonsäuren mit einem oder in Mischung vorliegenden aliphatischen C7- bis C22-Alkoholen und Gemischen hiervon.

10. Schmierstoffzusammensetzung nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Grundöl das Basisöl A im Gemisch mit einem Basisöl B enthält, wobei das Basisöl B bei einer Raumtemperatur von 20°C eine Lösbarkeit für die ionische Flüssigkeit Methyltriocetylammmonium-bis(floursulfonyl)imid von weniger als 3 Gew. % aufweist.

11. Schmierstoffzusammensetzung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Basisöl B ein Basisöl B1 ist, das ein Sauerstoff/Kohlenstoff Gewichtsverhältnis von höchstens 0,1, beispielsweise von 0 bis 0,1 aufweist und/oder dass das Basisöl B ein Basisöl B2 ist, das einen Anteil an Halogenen und/oder Silicium von mehr als 5 Gew. %, bezogen auf das Gesamtgewicht des Basisöles B2 aufweist.

12. Schmierstoffzusammensetzung nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Basisöl B ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Basisölen der Gruppen I, II, II+, III, IV und aus Basisölen der Gruppe V nach der Klassifizierung des American Petroleum Institute (API) [NLGI Spokesman, N. Samman, Volume 70, Number 11, S.14ff], bevorzugt Diphenylethern, alkylierten Naphthalinen, Polyisobutylenen, Silikonölen, Polytetrahydrofuranen und Oxetan Polymeren, Polyalkylenglykolen, die mit aliphatischen und/oder aromatischen Alkylgruppen substituierte Ethyleneinheiten aufweisen, wobei der Gewichtsanteil an unsubstituierten Ethyleneinheiten in den Polyalkylenglykolen weniger als 20 Gew. % bezogen auf das Gesamtgewicht des Polyalkylenglykols beträgt und aliphatischen Estern von aliphatischen Dicarbonsäuren, mit einer Kohlenstoffanzahl von C 22 bis C40, bevorzugt C34 bis C38 mit einem einzeln oder in Mischungen vorliegenden aliphatischen Mono- und/oder Dialkohol mit einer Kohlenstoffanzahl von 6 bis 22, aliphatischen Estern von aliphatischen Tricarbonsäuren, mit einer Kohlenstoffanzahl von C33 bis C60, bevorzugt C50 bis C58 mit einem einzeln oder in Mischungen vorliegenden aliphatischen Mono- und/oder Dialkohol mit einer Kohlenstoffanzahl von 6 bis 22 und Gemischen hiervon.

13. Schmierstoffzusammensetzung nach einem oder mehreren der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anteil des Basisöls B höchstens 48 Gew. %, beispielsweise 5 bis 48 Gew. %, noch bevorzugter höchstens 40 Gew. %, beispielsweise 10 Gew. % bis 40 Gew. %, insbesondere höchstens 30 Gew. %, beispielsweise 10 bis 30 Gew. %, jeweils bezogen auf das Gesamtgewicht der Schmierstoffzusammensetzung beträgt und/oder das Gewichtsverhältnis zwischen Basisöl A und Basisöl B, mindestens 50:50 beträgt, besonders bevorzugt mindestens 60:40, noch bevorzugter mindestens 70:30, insbesondere mindestens 80:20 beträgt.

14. Schmierstoffzusammensetzung nach einem oder mehreren der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gewichtsverhältnis zwischen Basisöl A und Basisöl B 50:50 bis 60:40 beträgt und der Anteil an ionischer Flüssigkeit, deren Anion Bis(floursulfonyl)imid ist, 0,5 bis 10 Gew. %, bezogen auf das Gesamtgewicht der Schmierstoffzusammensetzung beträgt und/oder das Gewichtsverhältnis zwischen Basisöl A und Basisöl B 60:40 bis 70:30 beträgt und der Anteil an ionischer Flüssigkeit, deren Anion Bis(floursulfonyl)imid ist, 0,5 Gew. % bis 15 Gew. %, bezogen auf das Gesamtgewicht der Schmierstoffzusammensetzung, beträgt und/oder das Gewichtsverhältnis zwischen Basisöl A und Basisöl B 70:30 bis 90:10 beträgt und der Anteil an ionischer Flüssigkeit, deren Anion Bis(floursulfonyl)imid ist 0,5 Gew. % bis 40 Gew. %, bezogen auf das Gesamtgewicht der Schmierstoffzusammensetzung beträgt und/oder das Gewichtsverhältnis zwischen Basisöl A und Basisöl B 80:20 bis 90:10 beträgt und der Anteil an ionischer Flüssigkeit, deren Anion Bis(floursulfonyl)imid ist, 0,5 Gew. % bis 80 Gew. %, bezogen auf das Gesamtgewicht der Schmierstoffzusammensetzung, beträgt.

15. Schmierstoffzusammensetzung nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, **gekennzeichnet, durch** eine kinematische Viskosität bei 40 °C von 20 mm²/sec bis 1500 mm²/sec, bevorzugt von 20 mm²/sec bis 320 mm²/sec.

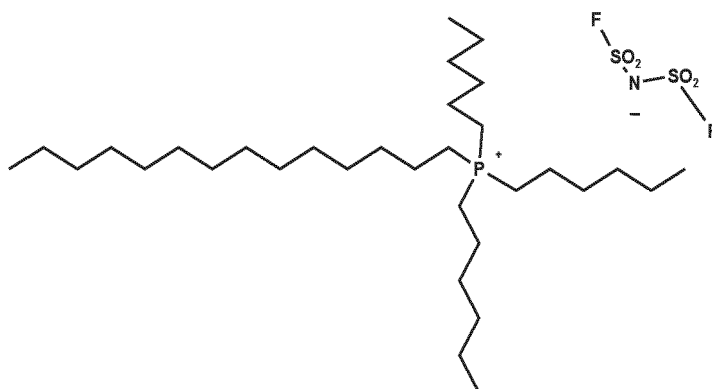
16. Schmierstoffzusammensetzung nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ionische Flüssigkeit ein Kation aufweist, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus symmetrischen und unsymmetrischen Ammoniumionen, NR₁R₂R₃R₄⁺ und Phosphoniumionen PR₁R₂R₃R₄⁺, wobei die Reste R₁ bis R₄ unabhängig voneinander verzweigte oder unverzweigte, substituierte oder unsubstituierte C₁- bis C₂₄-, bevorzugt C₁- bis C₁₈-, besonders bevorzugt C₆- bis C₁₈-Alkylgruppen oder C₆- bis C₃₀-Arylgruppen sein können.

17. Schmierstoffzusammensetzung nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie keine ionische Flüssigkeit aufweist, deren Anion nicht Bis(fluorsulfonyl)imid ist, oder ionische Flüssigkeiten, deren Anion nicht Bis(fluorsulfonyl)imid ist, in einem Anteil von höchstens als 0,5 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Schmierstoffzusammensetzung.

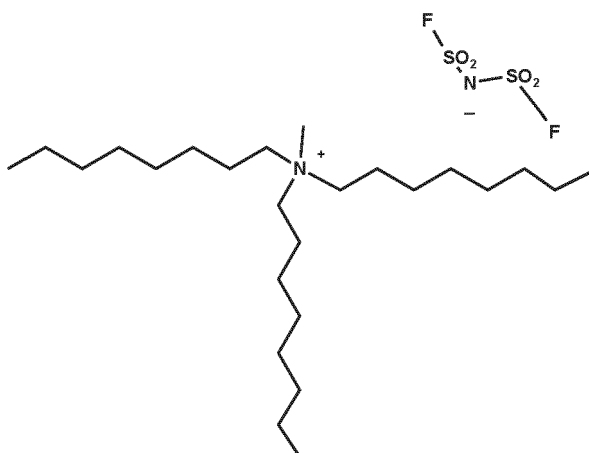
18. Schmierstoffzusammensetzung nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie keine ionische Flüssigkeit aufweist, die Perfluoralkylgruppen enthält oder ionische Flüssigkeiten, die Perfluoralkylgruppen enthalten in einem Anteil von höchstens als 0,5 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Schmierstoffzusammensetzung.

19. Schmierstoffzusammensetzung nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ionische Flüssigkeit, deren Anion Bis(fluorsulfonyl)imid ist, ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus:

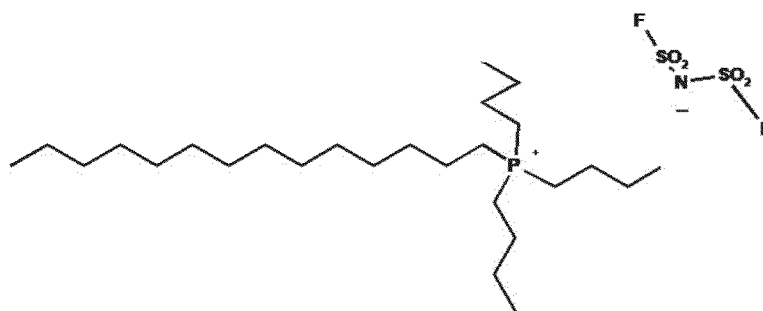
Trihexyl(tetradecyl)phosphonium bis(fluorsulfonyl)imid



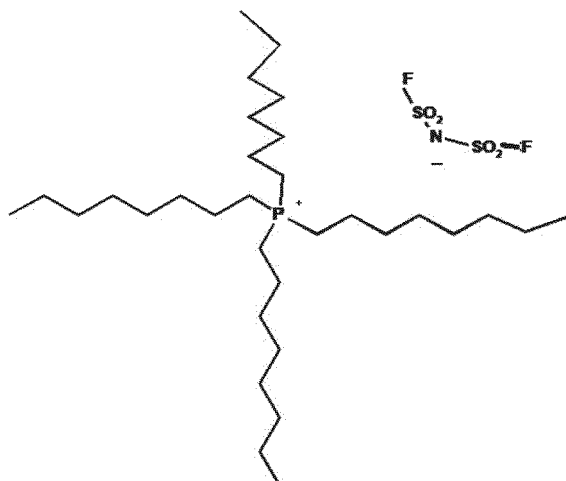
Methyltrioctylammonium-bis(fluorsulfonyl)imid



Tributyltetradecylphosphonium-bis(fluorsulfonyl)imid

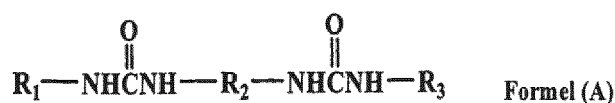


Tetraoctylphosphonium- bis(fluorsulfonyl)imid



und Gemischen hiervon.

20. Schmierstoffzusammensetzung nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie ein Verdickungsmittel in einem Anteil von 3 bis 35 Gew.%, noch bevorzugter von 4 bis 30 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Schmierstoffzusammensetzung, enthält, wobei das Verdickungsmittel vorzugsweise ausgewählt ist aus Harnstoff, Aluminiumkomplexeifen, Metall-Einfachseifen der Elemente der 1. und 2. Hauptgruppe des Periodensystems, insbesondere Lithiumeinfachseifen, Metall-Komplexeifen der Elemente der 1. und 2. Hauptgruppe des Periodensystems, insbesondere Lithiumkomplexeifen, Bentonit, Sulfonat, Silikat, Polyimid sowie Gemischen hiervon.
21. Schmierstoffzusammensetzung nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verdickungsmittel ein Harnstoff ist, vorzugsweise ein Harnstoff, der ein Reaktionsprodukt aus einem Diisocyanat, vorzugsweise 2,4-Diisocyanatotoluol, 2,6-Diisocyanatotoluol, 4,4'-Diisocyanatodiphenylmethan, 2,4'-Diisocyanatodiphenylmethan, 4,4'-Diisocyanatodiphenyl, 4,4'-Diisocyanato-3,3'-dimethyldiphenyl, 4,4'-Diisocyanato-3,3'-dimethylphenylmethan, die einzeln oder in Kombination verwendet werden können, mit einem Amin oder Diamin der allgemeinen Formel $(H_2N)_xR$ ist, wobei $x = 1$ oder 2 ist, und R ein Aryl-, Alkyl-, Cycloalkyl- oder Alkylrest mit 2 bis 22 Kohlenstoffatomen, die einzeln oder in Kombination vorhanden sind.
22. Schmierstoffzusammensetzung nach Anspruch 20 oder 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verdickungsmittel ein Diharnstoff ist, der aliphatische, cycloaliphatisch/aliphatische und/oder cycloaliphatische Harnstoffe enthält, bevorzugt ein durch Formel A dargestellter Diharnstoff ist,

wobei R_2 ein zweiwertiger aromatischer C6-15 Kohlenwasserstoffrest ist; und R_1 und R_3 unabhängig voneinander

ein C6-20 Cycloalkylrest, insbesondere Cyclohexylrest oder ein geradkettiger oder verzweigter C8-20 Alkylrest sind.

23. Schmierstoffzusammensetzung nach einem oder mehreren der Ansprüche 20 bis 22, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verdickungsmittel eine Lithiumkomplexseife ist, bevorzugt eine Lithiumkomplexseife, hergestellt ausgehend von C4-C36 Dicarbonsäuren, vorzugsweise Azelainsäure, Sebazinsäure, Korksäure, Terephthalsäure, Dodecandisäure und/oder ausgehend von höherfunktionalen Carbonsäuren mit 3 oder mehr, vorzugsweise 3 bis 4 Carbonsäuregruppen, wobei die Anzahl an Kohlenstoffgruppen 6 bis 60 betragen kann, wie bevorzugt Zitronensäure und Trimersäuren, und/oder ausgehend von Esterverbindungen, insbesondere Methylestern und/oder Triglyceriden einer oder mehrerer der vorgenannten Säuren, jeweils kombiniert mit einer oder mehreren Monocarbonsäuren, vorzugsweise kombiniert mit einer oder mehreren C4-C24 Monocarbonsäuren, vorzugsweise Stearinsäure, Hydroxystearinsäure, insbesondere 12-Hydroxystearinsäure, Palmitinsäure, Ölsäure, Salicylsäure, Esterverbindungen, insbesondere Methylestern und/oder Triglyceriden einer oder mehrerer der vorgenannten Säuren und/oder kombiniert mit Sebazinsäuremonostearylamid und/oder Terephthalsäuremonostearylamid.
24. Schmierstoffzusammensetzung nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie als Additiv ein aromatisches Amin, vorzugsweise ausgewählt aus styrolisiertem Diphenylamin, Phenyl-alpha-naphthylamin, Phenyl-betanaphthylamin, octyliertem und/oder butyliertem Diphenylamin, insbesondere p,p'-Dioctyldiphenylamin, nonyliertem Diphenylamin, vorzugsweise in einem Anteil von 0,5 Gew.% bis 23 Gew.%, noch bevorzugt von 0,5 Gew.% bis 20 Gew.%, insbesondere von 0,5 Gew.% bis 10 Gew.%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Schmierstoffzusammensetzung enthält.
25. Schmierstoffzusammensetzung nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine untere Gebrauchstemperatur von nicht größer als -30°C bevorzugt nicht größer als -40°C nach IP 186, Edition 2015 und/oder eine obere Gebrauchstemperatur von mindestens +160°C, bevorzugt mindestens +180°C DIN 51821 1+2, Ausgabe 2016,7.
26. Verwendung einer Schmierstoffzusammensetzung nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche zur Schmierung von Antriebselementen, vorzugsweise von Wälzlager, Getrieben, Gleitlagern, Aktuatoren und/oder Ketten, wobei an den Antriebselementen vorzugsweise elektrische Potentiale anliegen.
27. Verwendung nach Anspruch 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebselemente ausgewählt sind aus Pulleylagern, Lüfterlagern, Vakuumpumpenlagern, Wälzlager von Elektromotoren, insbesondere von Hybrid- und Elektrofahrzeugen, Generatoren, insbesondere von Elektrofahrzeugen und Schienenfahrzeugen, Windkraftanlagen, Industriemotoren, Nebenaggregaten in Fahrzeugen und/oder Gelenken von Fahrzeugen.
28. Verwendung nach Anspruch 26 oder 27, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schmierstoffzusammensetzung zur Schmierung von Antriebselementen, vorzugsweise von Wälzlager, verwendet wird, bei denen eine untere Gebrauchstemperatur der Schmierstoffzusammensetzung von nicht größer als -30°C, bevorzugt nicht größer als -40°C nach IP 186, Edition 2015 und/oder bevorzugt eine obere Gebrauchstemperatur von mindestens +160°C, bevorzugt mindestens +180°C, bestimmt nach DIN 51821 1+2 Ausgabe 2016,7), notwendig ist.

Claims

1. Lubricant composition comprising:

- a) 20% to 99.5% by weight, based on the total weight of the lubricant composition, of a main oil, wherein the main oil has a solubility of the ionic liquid methyltrioctylammonium bis (fluorosulfonyl) imide of at least 3% by weight at a room temperature of 20°C and wherein the main oil comprises a base oil A in a proportion of at least 50% by weight based on the total weight of the main oil, wherein the base oil A has a solubility for the ionic liquid methyltrioctylammonium bis(fluorosulfonyl)imide of at least 3% by weight at a room temperature of 20°C,
- b) 0.5% to 80% by weight, based on the total weight of the lubricant composition, of an ionic liquid whose anion is bis(fluorosulfonyl)imide,

characterized in that the base oil A is an ester and/or a polyglycol.

2. Lubricant composition according to Claim 1, **characterized in that** the base oil A is present in a proportion of 50% to 100% by weight and/or in a proportion of more than 55% by weight, for example of 55% to 100% by weight, and/or

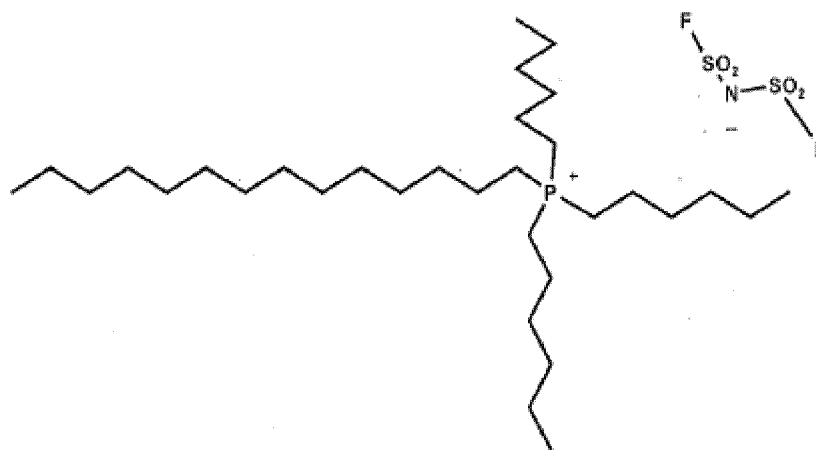
in a proportion of more than 60% by weight, for example of 60% to 100% by weight, more preferably in a proportion of more than 70% by weight, for example of 70% to 100% by weight, based in each case on the total weight of the main oil.

- 5 **3.** Lubricant composition according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the proportion of the main oil, based on the total weight of the lubricant composition, is 40% by weight to 95% by weight, more preferably 60% by weight to 90% by weight, more preferably 70% by weight to 95% by weight and especially 75% by weight to 85% by weight.
- 10 **4.** Lubricant composition according to one or more of the preceding claims, **characterized in that** the proportion of the base oil A, based on the total weight of the lubricant composition, is 10% by weight to 99.5% by weight, more preferably 35% by weight to 95% by weight, more preferably 40% by weight to 90% by weight, especially 35% by weight to 85% by weight.
- 15 **5.** Lubricant composition according to one or more of the preceding claims, **characterized in that** the base oil A is a polyglycol containing unsubstituted ethylene units as carbon groups in the repeat unit.
- 20 **6.** Lubricant composition according to Claim 5, **characterized in that** the ester has an oxygen/carbon weight ratio of more than 0.1, for example of 0.2 to 0.35, and/or the polyglycol has an oxygen/carbon weight ratio of more than 0.44, for example of 0.44 to 0.70.
- 25 **7.** Lubricant composition according to Claim 5 or 6, **characterized in that** the polyglycol is selected from homopolymers of ethylene oxide as the sole monomer and/or copolymers having unsubstituted ethyl groups and 1-methylethyl groups as carbon groups in the repeat unit, where the proportion by weight of the unsubstituted ethylene units in the copolymers is preferably at least 20% by weight, for example 20% by weight to 90% by weight, preferably at least 30% by weight, for example 30% by weight to 90% by weight, based on the total weight of the polyglycol, and where the end groups of the polyglycols are independently preferably hydroxide groups and/or C1-C20 alkoxide groups.
- 30 **8.** Lubricant composition according to Claim 5 or 6, **characterized in that** the ester is selected from carboxylic esters, preferably monoesters, diesters, triesters, tetraesters, pentaesters, polyesters, preferably estolides and mixtures thereof.
- 35 **9.** Lubricant composition according to one or more of Claims 5, 6 or 8, **characterized in that** the ester is selected from the group consisting of aliphatic ester of aliphatic monocarboxylic acids having a carbon number of C5 to C22 with a single aliphatic tri-, tetra- or hexaalcohol having a carbon number of C3 to C10 or mixtures of these, especially trimethylolpropane, pentaerythritol and/or dipentaerythritol, and/or aliphatic ester of aliphatic dicarboxylic acids, having a carbon number of C6 to C20, with a single aliphatic mono- and/or dialcohol having a carbon number of 6 to 22 or mixtures of these, estolides and aromatic ester of aromatic tri- and tetracarboxylic acids with one or a mixture of aliphatic C7 to C22 alcohol(s) and mixtures thereof.
- 40 **10.** Lubricant composition according to one or more of the preceding claims, **characterized in that** the main oil contains the base oil A in a mixture with a base oil B, where the base oil B, at a room temperature of 20°C, has a solubility for the ionic liquid methyltrioctylammonium bis(fluorosulfonyl)imide of less than 3% by weight.
- 45 **11.** Lubricant composition according to Claim 10, **characterized in that** the base oil B is a base oil B1 having an oxygen/carbon weight ratio of not more than 0.1, preferably of 0 to 0.1, and/or **in that** the base oil B is a base oil B2 having a proportion of halogens and/or silicon of more than 5% by weight, based on the total weight of the base oil B2.
- 50 **12.** Lubricant composition according to Claim 10 or 11, **characterized in that** the base oil B is selected from the group consisting of base oils of groups I, II, II+, III, IV, and from the following base oils of group V according to the classification of the American Petroleum Institute (API) [NLGI Spokesman, N. Samman, volume 70, number 11, pages 14 ff.] : preferably diphenyl ethers, alkylated naphthalenes, polyisobutylenes, silicone oils, polytetrahydrofurans and oxetane polymers, polyalkylene glycols having ethylene units substituted by aliphatic and/or aromatic alkyl groups, where the proportion by weight of unsubstituted ethylene units in the polyalkylene glycols is less than 20% by weight, based on the total weight of the polyalkylene glycol, and aliphatic esters of aliphatic dicarboxylic acids, having a carbon number of C22 to C40, preferably C34 to C38, with a single aliphatic mono- and/or dialcohol having a carbon number of 6 to 22 or mixtures thereof, aliphatic esters of aliphatic tricarboxylic acids, having a
- 55

carbon number of C33 to C60, preferably C50 to C58, with a single aliphatic mono- and/or dialcohol having a carbon number of 6 to 22 or mixtures thereof, and mixtures thereof.

- 5 13. Lubricant composition according to one or more of Claims 10 to 12, **characterized in that** the proportion of the base oil B is not more than 48% by weight, for example 5% to 48% by weight, more preferably not more than 40% by weight, for example 10% by weight to 40% by weight, especially not more than 30% by weight, for example 10% to 30% by weight, based in each case on the total weight of the lubricant composition, and/or the weight ratio between base oil A and base oil B is at least 50:50, more preferably at least 60:40, even more preferably at least 70:30, especially at least 80:20.
- 10 14. Lubricant composition according to one or more of Claims 10 to 13, **characterized in that** the weight ratio between base oil A and base oil B is 50:50 to 60:40 and the proportion of ionic liquid wherein the anion is bis(fluorosulfonyl)imide is 0.5% to 10% by weight, based on the total weight of the lubricant composition, and/or the weight ratio between base oil A and base oil B is 60:40 to 70:30 and the proportion of ionic liquid wherein the anion is bis(fluorosulfonyl)imide is 0.5% to 15% by weight, based on the total weight of the lubricant composition, and/or the weight ratio between base oil A and base oil B is 70:30 to 90:10 and the proportion of ionic liquid wherein the anion is bis(fluorosulfonyl)imide is 0.5% to 40% by weight, based on the total weight of the lubricant composition, and/or the weight ratio between base oil A and base oil B is 80:20 to 90:10 and the proportion of ionic liquid wherein the anion is bis(fluorosulfonyl)imide is 0.5% to 80% by weight, based on the total weight of the lubricant composition.
- 15 15. Lubricant composition according to one or more of the preceding claims, **characterized by** a kinematic viscosity at 40°C of 20 mm²/sec to 1500 mm²/sec, preferably of 20 mm²/sec to 320 mm²/sec.
- 20 16. Lubricant composition according to one or more of the preceding claims, **characterized in that** the ionic liquid has a cation selected from the group consisting of symmetric and unsymmetric ammonium ions NR₁R₂R₃R₄⁺ and phosphonium ions PR₁R₂R₃R₄⁺, where the R₁ to R₄ radicals may independently be branched or unbranched, substituted or unsubstituted, C₁- to C₂₄-, preferably C₁- to C₁₈- and more preferably C₆- to C₁₈-alkyl groups or C₆- to C₃₀-aryl groups.
- 25 17. Lubricant composition according to one or more of the preceding claims, **characterized in that** it does not include any ionic liquids wherein the anion is not bis(fluorosulfonyl)imide, or includes ionic liquids wherein the anion is not bis(fluorosulfonyl)imide in a proportion of not more than 0.5% by weight, based on the total weight of the lubricant composition.
- 30 18. Lubricant composition according to one or more of the preceding claims, **characterized in that** it does not include any ionic liquids containing perfluoroalkyl groups, or includes ionic liquids containing perfluoroalkyl groups in a proportion of not more than 0.5% by weight, based on the total weight of the lubricant composition.
- 35 19. Lubricant composition according to one or more of the preceding claims, **characterized in that** the ionic liquid wherein the anion is bis(fluorosulfonyl)imide is selected from the group consisting of:
- 40

trihexyl(tetradecyl)phosphonium bis(fluorosulfonyl)imide



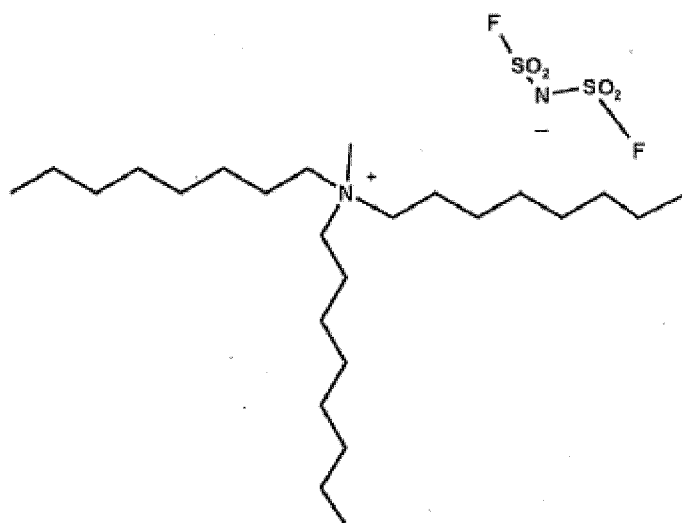
methyltrioctylammonium bis(fluorosulfonyl)imide

5

10

15

20

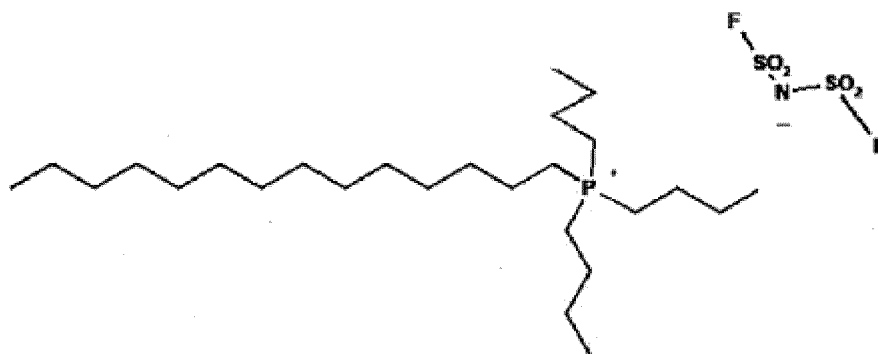


tributyltetradecylphosphonium bis(fluorosulfonyl)imide

25

30

35



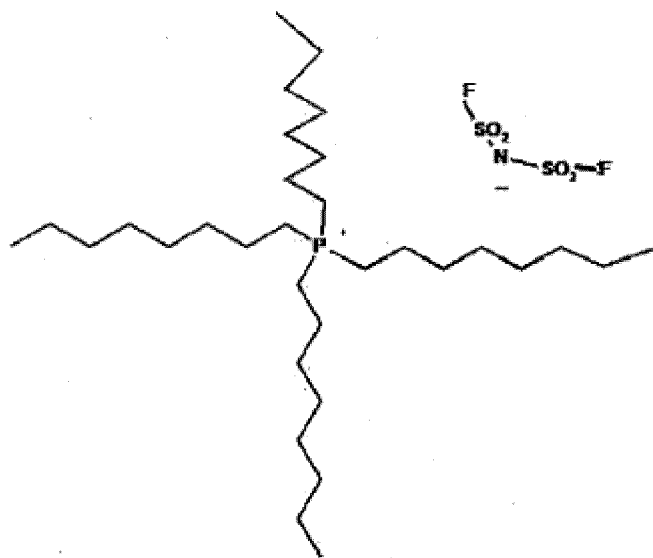
tetraoctylphosphonium bis(fluorosulfonyl)imide

40

45

50

55



and mixtures thereof.

20. Lubricant composition according to one or more of the preceding claims, **characterized in that** it contains a thickener in a proportion of 3% to 35% by weight, more preferably of 4% to 30% by weight, based on the total weight of the lubricant composition, wherein the thickener is preferably selected from urea, aluminium complex soaps, metal simple soaps of elements of main groups 1 and 2 of the periodic table of the elements, especially lithium simple soaps, metal complex soaps of elements of main groups 1 and 2 of the periodic table of the elements, especially lithium complex soaps, bentonite, sulfonate, silicate, polyimide and mixtures thereof.
21. Lubricant composition according to Claim 20, **characterized in that** the thickener is a urea, preferably a urea which is a reaction product of a diisocyanate, preferably 2,4-diisocyanatotoluene, 2,6-diisocyanatotoluene, 4,4'-diisocyanatodiphenylmethane, 2,4'-diisocyanatodiphenylmethane, 4,4'-diisocyanatodiphenyl, 4,4'-diisocyanato-3,3'-dimethyldiphenyl, 4,4'-diisocyanato-3,3'-dimethylphenylmethane, which may be used individually or in combination, with an amine or diamine of the general formula $(H_2N)_xR$ where $x = 1$ or 2 , and R is an aryl, alkyl, cycloalkyl or alkylene radical having 2 to 22 carbon atoms, present individually or in combination.
22. Lubricant composition according to Claim 20 or 21, **characterized in that** the thickener is a diurea containing aliphatic, cycloaliphatic/aliphatic and/or cycloaliphatic ureas, preferably a diurea represented by the formula A



where R_2 is a divalent aromatic C6-15 hydrocarbyl radical; and R_1 and R_3 are independently a C6-20 cycloalkyl radical, especially cyclohexyl radical, or a straight-chain or branched C8-20 alkyl radical.

23. Lubricant composition according to one or more of Claims 20 to 22, **characterized in that** the thickener is a lithium complex soap, preferably a lithium complex soap produced proceeding from C4-C36 dicarboxylic acids, preferably azelaic acid, sebacic acid, suberic acid, terephthalic acid, dodecanedioic acid and/or proceeding from higher-functionality carboxylic acids having 3 or more, preferably 3 to 4, carboxylic acid groups, where the number of carbon groups may be 6 to 60, such as preferably citric acid and trimer acids, and/or proceeding from ester compounds, especially methyl esters and/or triglycerides of one or more of the aforementioned acids, in each case combined with one or more monocarboxylic acids, preferably combined with one or more C4-C24 monocarboxylic acids, preferably stearic acid, hydroxystearic acid, especially 12-hydroxystearic acid, palmitic acid, oleic acid, salicylic acid, ester compounds, especially methyl esters, and/or triglycerides of one or more of the aforementioned acids and/or combined with monostearylsebacamide and/or monostearylterephthalamide.
24. Lubricant composition according to one or more of the preceding claims, **characterized in that** it contains, as additive, an aromatic amine, preferably selected from styrenated diphenylamine, phenyl-alpha-naphthylamine, phenyl-beta-naphthylamine, octylated and/or butylated diphenylamine, especially p,p'-dioctyldiphenylamine, nonylated diphenylamine, preferably in a proportion of 0.5% by weight to 23% by weight, more preferably from 0.5% by weight to 20% by weight, especially from 0.5% by weight to 10% by weight, based on the total weight of the lubricant composition.
25. Lubricant composition according to one or more of the preceding claims, **characterized by** a lower use temperature of not more than -30°C , preferably not more than -40°C , according to IP 186, 2015 edition, and/or an upper use temperature of at least $+160^\circ\text{C}$, preferably at least $+180^\circ\text{C}$, DIN 51821 1+2, 2016,7 edition.
26. Use of a lubricant composition according to one or more of the preceding claims for lubrication of drive elements, preferably of roller bearings, transmissions, slide bearings, actuators and/or chains, where there are preferably electrical potentials on the drive elements.
27. Use according to Claim 26, **characterized in that** the drive elements are selected from pulley bearings, fan bearings, vacuum pump bearings, roller bearings of electric motors, especially of hybrid and electrical vehicles, generators, especially of electrical vehicles and rail vehicles, wind turbines, industrial motors, ancillary units in vehicles and/or articulated joints of vehicles.
28. Use according to Claim 26 or 27, **characterized in that** the lubricant composition is used for lubrication of drive elements, preferably of roller bearings, where a lower use temperature of the lubricant composition of not more than

-30°C, preferably not more than -40°C, according to IP 186, 2015 edition, and/or preferably an upper use temperature of at least +160°C, preferably at least +180°C, determined according to DIN 51821 1+2, 2016,7 edition, is necessary.

5 Revendications

1. Composition lubrifiante comprenant :

- a) 20 à 99,5 % en poids, par rapport au poids total de la composition lubrifiante, d'une huile de base, l'huile de base présentant à une température ambiante de 20 °C une solubilité pour le liquide ionique bis(fluorosulfonyl)imidure de méthyltriocetylammmonium d'au moins 3 % en poids, et l'huile de base comprenant une huile de base A selon une proportion d'au moins 50 % en poids par rapport à l'huile de base, l'huile de base A présentant à une température ambiante de 20 °C une solubilité pour le liquide ionique bis(fluorosulfonyl)imidure de méthyltriocetylammmonium d'au moins 3 % en poids,
- b) 0,5 à 80 % en poids, par rapport au poids total de la composition lubrifiante, d'un liquide ionique dont l'anion est le bis(fluorosulfonyl)imidure,

caractérisée en ce que l'huile de base A est un ester et/ou un polyglycol.

2. Composition lubrifiante selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** l'huile de base A est présente selon une proportion de 50 à 100 % en poids et/ou selon une proportion supérieure à 55 % en poids, par exemple de 55 à 100 % en poids, et/ou selon une proportion supérieure à 60 % en poids, par exemple de 60 à 100 % en poids, plus préférentiellement selon une proportion supérieure à 70 % en poids, par exemple de 70 à 100 % en poids, dans chaque cas par rapport au poids total de l'huile de base.
3. Composition lubrifiante selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisée en ce que** la proportion de l'huile de base, par rapport au poids total de la composition lubrifiante, est de 40 % en poids à 95 % en poids, plus préférentiellement de 60 % en poids à 90 % en poids, plus préférentiellement de 70 % en poids à 95 % en poids et en particulier de 75 % en poids à 85 % en poids.
4. Composition lubrifiante selon l'une ou plusieurs quelconques des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la proportion de l'huile de base A, par rapport au poids total de la composition lubrifiante, est de 10 % en poids à 99,5 % en poids, plus préférentiellement de 35 % en poids à 95 % en poids, plus préférentiellement de 40 % en poids à 90 % en poids, en particulier de 35 % en poids à 85 % en poids.
5. Composition lubrifiante selon l'une ou plusieurs quelconques des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'huile de base A est un polyglycol contenant des motifs éthylène non substitués en tant que groupe carboné dans le motif répétitif.
6. Composition lubrifiante selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** l'ester présente un rapport en poids oxygène/carbone supérieur à 0,1, par exemple de 0,2 à 0,35, et/ou **en ce que** le polyglycol présente un rapport en poids oxygène/carbone supérieur à 0,44, par exemple de 0,44 à 0,70.
7. Composition lubrifiante selon l'une quelconque des revendications 5 ou 6, **caractérisée en ce que** le polyglycol est choisi parmi les homopolymères de l'oxyde d'éthylène en tant que monomère unique et/ou les copolymères comportant des groupes éthyle non substitués et des groupes 1-méthyléthyle en tant que groupes carbonés dans le motif répétitif, la proportion en poids des motifs éthylène non substitués dans les copolymères étant de préférence d'au moins 20 % en poids, par exemple de 20 % en poids à 90 % en poids, de préférence d'au moins 30 % en poids, par exemple de 30 % en poids à 90 % en poids, par rapport au poids total du polyglycol, et les groupes terminaux des polyglycols étant, indépendamment les uns des autres, de préférence des groupes hydroxy et/ou des groupes alcoxy en C1-C20.
8. Composition lubrifiante selon l'une quelconque des revendications 5 ou 6, **caractérisée en ce que** l'ester est choisi parmi les esters, de préférence les monoesters, les diesters, les triesters, les tétraesters, les pentaesters, les polyesters d'acides carboxyliques, de préférence les estolides et les mélanges de ceux-ci.
9. Composition lubrifiante selon l'une ou plusieurs quelconques des revendications 5, 6 ou 8, **caractérisée en ce que** l'ester est choisi dans le groupe consistant en un ester aliphatique d'acides monocarboxyliques aliphatiques ayant

5 à 22 atomes de carbone et d'un tri, tétra, hexa-alcool aliphatique, présent à titre individuel ou en mélanges, ayant 3 à 10 atomes de carbone, en particulier le triméthylolpropane, le pentaérythritol et/ou le dipentaérythritol et/ou un ester aliphatique d'acides dicarboxyliques aliphatiques, ayant 6 à 20 atomes de carbone, et d'un mono- et/ou d'un dialcool aliphatique sous forme individuelle ou en mélanges ayant 6 à 20 atomes de carbone, les estolides, un ester aromatique d'acides tri- et tétracarboxyliques aromatiques et d'alcools aliphatiques en C7 à C22 présent en mélange, et les mélanges de ceux-ci.

10. Composition lubrifiante selon l'une ou plusieurs quelconques des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'huile de base contient l'huile de base A en mélange avec une huile de base B, l'huile de base B présentant à une température ambiante de 20 °C une solubilité pour le liquide ionique bis(fluorosulfonyl)imidure de méthyltrioc-tylammonium inférieure à 3 % en poids.

11. Composition lubrifiante selon la revendication 10, **caractérisée en ce que** l'huile de base B est une huile de base B1 qui présente un rapport en poids oxygène/carbone d'au plus 0,1, par exemple de 0 à 0,1, et/ou **en ce que** l'huile de base B est une huile de base B2 qui présente une proportion d'halogènes et/ou de silicium supérieure à 5 % en poids, par rapport au poids total de l'huile de base B2.

12. Composition lubrifiante selon l'une quelconque des revendications 10 ou 11, **caractérisée en ce que** l'huile de base B est choisie dans le groupe consistant en les huiles de base des groupes I, II, II+, III, IV et en les huiles de base du groupe V selon la classification de l'American Petroleum Institute (API) [NLGI Spokesman, N. Samman, volume 70, numéro 11, pages 14 et suivantes], de préférence les diphényléthers, les naphtalènes alkylés, les polyisobutylènes, les huiles de silicone, les polytétrahydrofuranes et les polymères de l'oxétane, les polyalkylène-glycols qui comprennent des motifs éthylène substitués par des groupes alkyle aliphatiques et/ou aromatiques, la proportion en poids des motifs éthylène non substitués dans les polyalkylèneglycols étant inférieure à 20 % en poids par rapport au poids total du polyalkylèneglycol, et les esters aliphatiques d'acides dicarboxyliques aliphatiques ayant de 22 à 40, de préférence 34 à 38 atomes de carbone, et d'un mono- et/ou d'un dialcool aliphatique présent à titre individuel ou en mélanges ayant 6 à 22 atomes de carbone, les esters aliphatiques d'acides tricarboxyliques aliphatiques ayant 33 à 60 atomes de carbone, de préférence 50 à 58 atomes de carbone, et d'un mono- et/ou d'un dialcool aliphatique présent à titre individuel ou en mélanges ayant 6 à 22 atomes de carbone, et les mélanges de ceux-ci.

13. Composition lubrifiante selon l'une ou plusieurs quelconques des revendications 10 à 12, **caractérisée en ce que** la proportion de l'huile de base B est d'au plus 48 % en poids, par exemple de 5 à 48 % en poids, plus préférentiellement d'au plus 40 % en poids, par exemple de 10 % en poids à 40 % en poids, en particulier d'au plus 30 % en poids, par exemple de 10 à 30 % en poids, dans chaque cas par rapport au poids total de la composition lubrifiante, et/ou le rapport en poids de l'huile de base A à l'huile de base B est d'au moins 50:50, d'une manière particulièrement préférée d'au moins 60:40, plus préférentiellement d'au moins 70:30, en particulier d'au moins 80:20.

14. Composition lubrifiante selon l'une ou plusieurs quelconques des revendications 10 à 13, **caractérisée en ce que** le rapport en poids de l'huile de base A à l'huile de base B est de 50:50 à 60:40 et la proportion du liquide ionique dont l'anion est le bis(fluorosulfonyl)imidure est de 0,5 à 10 % en poids par rapport au poids total de la composition lubrifiante, et/ou le rapport en poids de l'huile de base A à l'huile de base B est de 60:40 à 70:30, et la proportion du liquide ionique dont l'anion est le bis(fluorosulfonyl)imidure est de 0,5 % en poids à 15 % en poids par rapport au poids total de la composition lubrifiante, et/ou le rapport en poids de l'huile de base A à l'huile de base B est de 70:30 à 90:10 et la proportion du liquide ionique dont l'anion est le bis(fluorosulfonyl)imidure est de 0,5 % en poids à 40 % en poids par rapport au poids total de la composition lubrifiante, et/ou le rapport en poids de l'huile de base A à l'huile de base B est de 80:20 à 90:10 et la proportion du liquide ionique dont l'anion est le bis(fluorosulfonyl)imidure est de 0,5 % en poids à 80 % en poids par rapport au poids total de la composition lubrifiante.

15. Composition lubrifiante selon l'une ou plusieurs quelconques des revendications précédentes, **caractérisée par** une viscosité à 40 °C de 20 mm²/s à 1 500 mm²/s, de préférence de 20 mm²/s à 320 mm²/s.

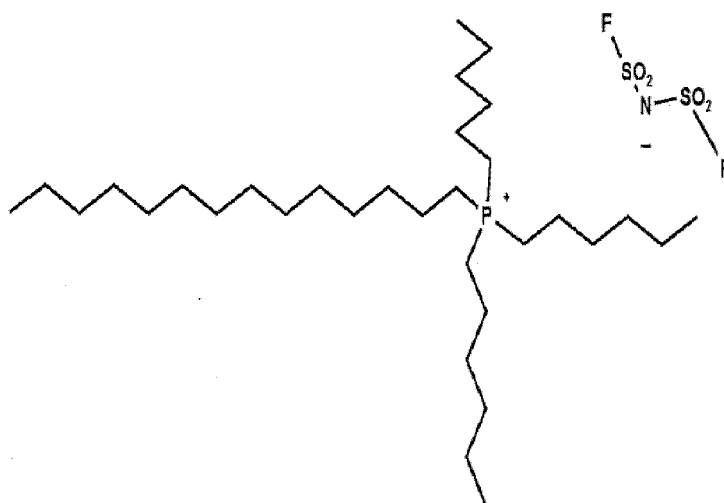
16. Composition lubrifiante selon l'une ou plusieurs quelconques des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le liquide ionique comporte un cation choisi dans le groupe consistant en les ions ammonium symétriques et asymétriques, NR₁R₂R₃R₄⁺ et les ions phosphonium PR₁R₂R₃R₄⁺, les radicaux R₁ à R₄ pouvant indépendamment les uns des autres représenter des groupes alkyle ramifiés ou non ramifiés, substitués ou non substitués, en C₁ à C₂₄, de préférence en C₁ à C₁₈, d'une manière particulièrement préférée en C₆ à C₁₈, ou des groupes aryle en C₆ à C₃₀.

17. Composition lubrifiante selon l'une ou plusieurs quelconques des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'elle** ne comprend aucun liquide ionique dont l'anion n'est pas le bis(fluorosulfonyl)imidure ou des liquides ioniques dont l'anion n'est pas le bis(fluorosulfonyl)imidure, selon une proportion supérieure à 0,5 % en poids, par rapport au poids total de la composition lubrifiante.

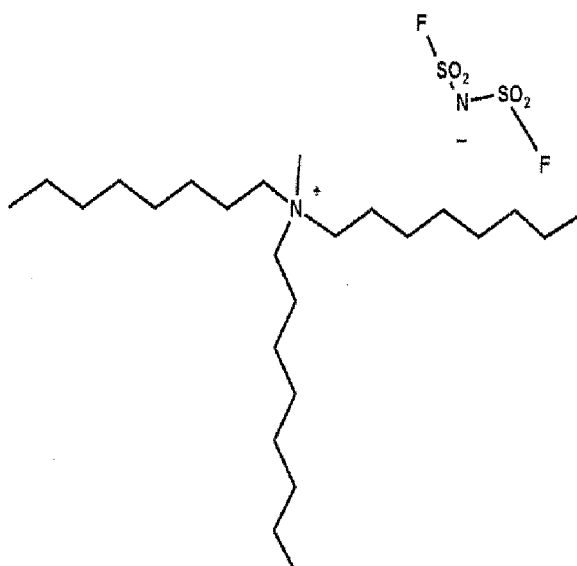
18. Composition lubrifiante selon l'une ou plusieurs quelconques des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'elle** ne contient aucun liquide ionique qui contient des groupes perfluoralkyle, ou des liquides ioniques qui contiennent des groupes perfluoralkyle selon une proportion d'au plus 0,5 % en poids par rapport au poids total de la composition lubrifiante.

19. Composition lubrifiante selon l'une ou plusieurs quelconques des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le liquide ionique dont l'anion est le bis(fluorosulfonyl)imidure est choisi dans le groupe consistant en

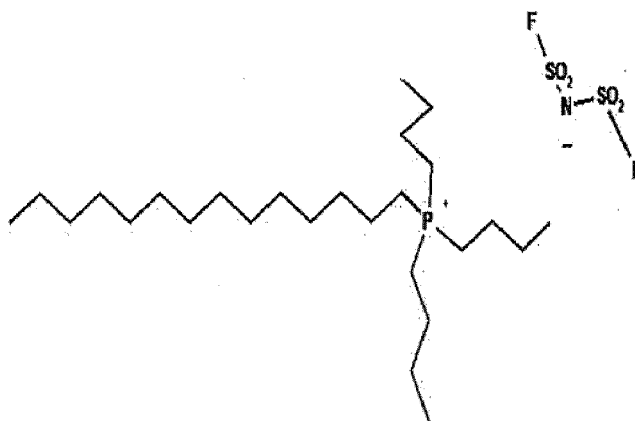
le bis(fluorosulfonyl)imidure de trihexyl(tétradécyl)phosphonium



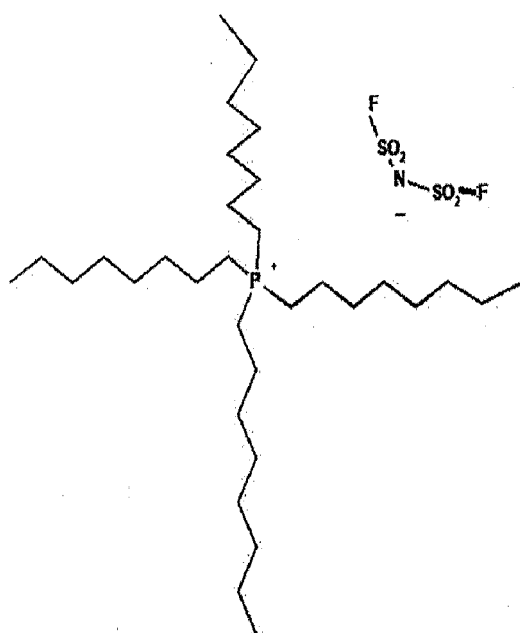
le bis(fluorosulfonyl)imidure de méthyltrioctylammonium



le bis(fluorosulfonyl)imidure de tributyltétradécylphosphonium



le bis(fluorosulfonyl)imide de tétraoctylphosphonium



et les mélanges de ceux-ci.

20. Composition lubrifiante selon l'une ou plusieurs quelconques des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'elle** contient un épaississant selon une proportion de 3 à 35 % en poids, plus préférentiellement de 4 à 30 % en poids par rapport au poids total de la composition lubrifiante, l'épaississant étant de préférence choisi parmi l'urée, les savons complexes d'aluminium, les savons simples métalliques des éléments du 1er et du 2e groupe principal du système périodique, en particulier les savons simples de lithium, les savons complexes métalliques des éléments du 1er et du 2e groupe principal du système périodique, en particulier les savons complexes de lithium, la bentonite, un sulfonate, un silicate, un polyimide ainsi que les mélanges de ceux-ci.

21. Composition lubrifiante selon la revendication 20, **caractérisée en ce que** l'épaississant est une urée, de préférence une urée qui est un produit de la réaction d'un diisocyanate, de préférence le 2,4-diisocyanatotoluène, le 2,6-diisocyanatotoluène, le 4,4'-diisocyanatodiphénylméthane, le 2,4'-diisocyanatodiphénylméthane, le 4,4'-diisocyanatodiphényle, le 4,4'-diisocyanato-3,3'-diméthylidiphényle, le 4,4'-diisocyanato-3,3'-diméthylphénylméthane, qui peuvent être utilisés à titre individuel ou en combinaison, avec une amine ou une diamine de formule générale $(H_2N)_xR$ dans laquelle $x = 1$ ou 2 , et R représente un radical aryle, alkyle, cycloalkyle ou alkylène ayant 2 à 22 atomes de carbone, qui sont présents à titre individuel ou en combinaison.

22. Composition lubrifiante selon la revendication 20 ou 21, **caractérisée en ce que** l'épaississant est une diurée qui

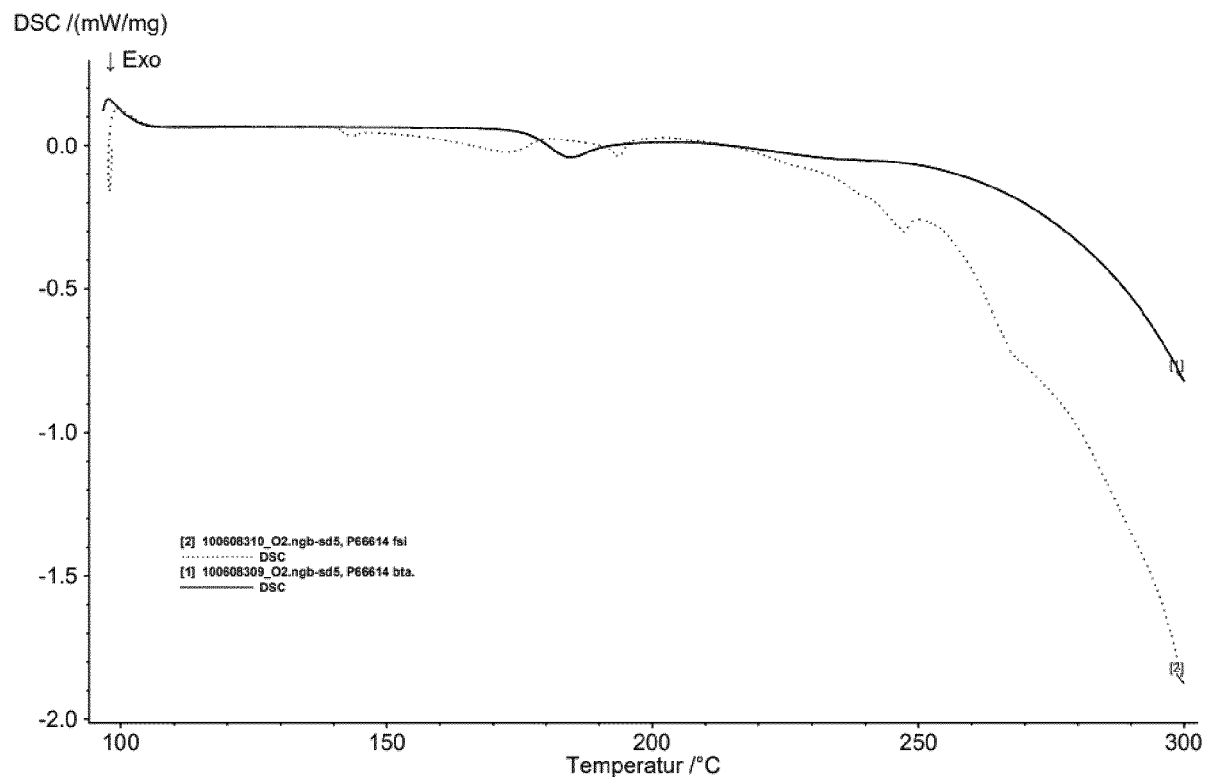
contient des urées aliphatiques, cycloaliphatiques/aliphatiques et/ou cycloaliphatiques, de préférence une diurée représentée par la formule A



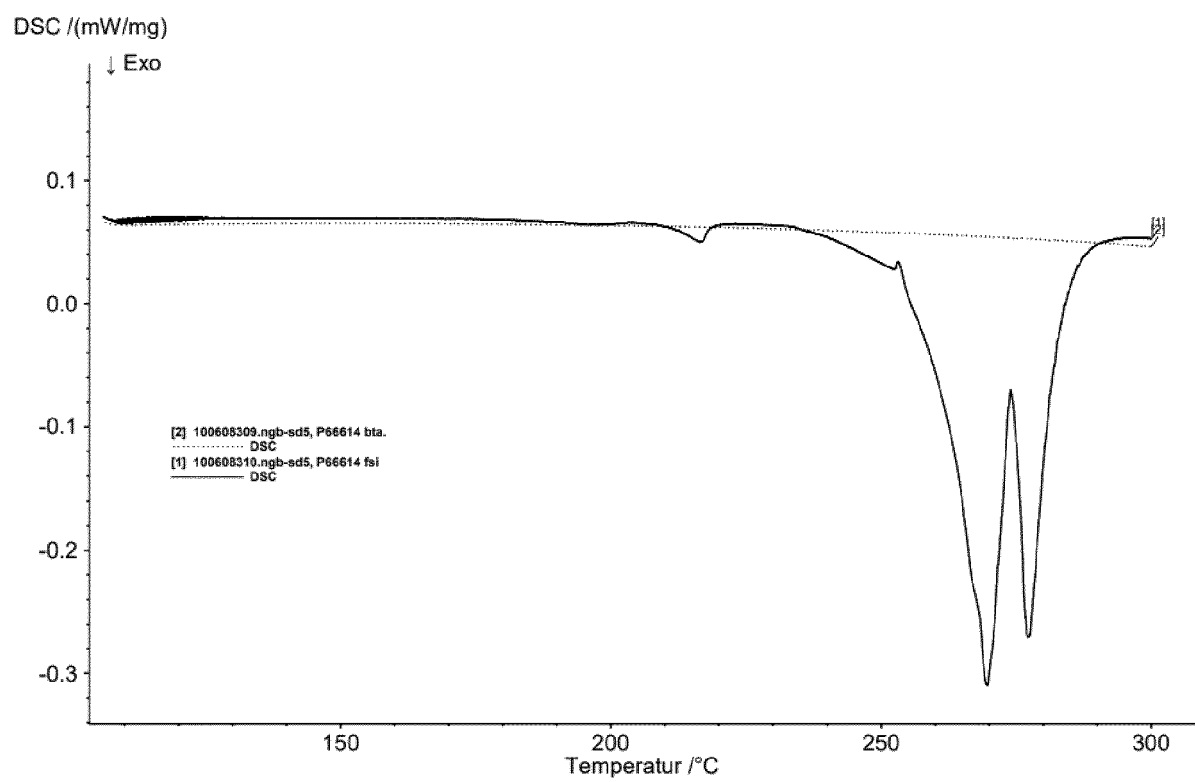
dans laquelle R_2 représente un radical hydrocarboné aromatique divalent en C6-15, et R_1 et R_3 représentent indépendamment l'un de l'autre un radical cycloalkyle en C6-20, en particulier un radical cyclohexyle ou un radical alkyle à chaîne droite ou ramifiée en C8-20.

23. Composition lubrifiante selon l'une ou plusieurs quelconques des revendications 20 à 22, **caractérisée en ce que** l'épaississant est un savon complexe de lithium, de préférence un savon complexe de lithium fabriqué à partir d'acides dicarboxyliques en C4-C36, de préférence l'acide azélaïque, l'acide sébacique, l'acide subérique, l'acide téréphtalique, l'acide didodécanedioïque et/ou à partir d'acides carboxyliques à fonctionnalité plus élevée ayant 3 ou plus, de préférence 3 à 4 groupes acides carboxyliques, le nombre des groupes carbonés pouvant être de 6 à 60, comme par exemple l'acide citrique et les acides trimères, et/ou à partir de composés esters, en particulier les esters méthyliques et/ou les triglycérides d'un ou plusieurs des acides mentionnés, dans chaque cas en combinaison avec un ou plusieurs acides monocarboxyliques, de préférence en combinaison avec un ou plusieurs acides monocarboxyliques en C4-C24, de préférence l'acide stéarique, l'acide hydroxystéarique, en particulier l'acide 12-hydroxystéarique, l'acide palmitique, l'acide oléique, l'acide salicylique, les composés esters, en particulier les esters méthyliques et/ou les triglycérides d'un ou plusieurs des acides mentionnés ci-dessus et/ou en combinaison avec le monostéarylamidure de l'acide sébacique et/ou le monostéarylamidure de l'acide téréphtalique.
24. Composition lubrifiante selon l'une ou plusieurs quelconques des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'elle** contient comme additif une amine aromatique, de préférence choisie parmi la diphenylamine styrénisée, la phényl-alpha-naphtylamine, la phényl-bêta-naphtylamine, la diphenylamine octylée et/ou butylée, en particulier la p,p'-dioctyldiphenylamine, la diphenylamine nonylée, de préférence selon une proportion de 0,5 % en poids à 23 % en poids, plus préférentiellement de 0,5 % en poids à 20 % en poids, en particulier de 0,5 % en poids à 10 % en poids, par rapport au poids total de la composition lubrifiante.
25. Composition lubrifiante selon l'une ou plusieurs quelconques des revendications précédentes, **caractérisée par** une température d'utilisation inférieure non supérieure à -30 °C, de préférence non supérieure à -40 °C selon IP 186, édition 2015, et/ou une température d'utilisation supérieure d'au moins +160 °C, de préférence d'au moins +180 °C DIN 51821 1+2, édition 2016, 7.
26. Utilisation d'une composition lubrifiante selon l'une ou plusieurs quelconques des revendications précédentes pour la lubrification d'éléments d'entraînement, de préférence de roulements, d'engrenage, de palier lisse, d'actionneurs et/ou de chaîne, de préférence des potentiels électriques étant appliqués aux éléments d'entraînement.
27. Utilisation selon la revendication 26, **caractérisée en ce que** les éléments d'entraînement sont choisis parmi les paliers de poulie, les paliers de ventilateur, les paliers de pompe à vide, les roulements de moteurs électriques, en particulier de moteurs hybrides et électriques, les générateurs, en particulier de véhicules électriques et de véhicules ferroviaires, les éoliennes, les moteurs industriels, les sous-ensembles de véhicules et/ou les articulations dans les véhicules.
28. Utilisation selon l'une quelconque des revendications 26 ou 27, **caractérisée en ce que** la composition lubrifiante est utilisée pour la lubrification d'éléments d'entraînement, de préférence de roulements, pour lesquels on a besoin d'une température d'utilisation inférieure de la composition lubrifiante non supérieure à -30 °C, de préférence non supérieure à -40 °C selon IP 186, édition 2015, et/ou de préférence une température d'utilisation supérieure d'au moins +160 °C, de préférence d'au moins +180 °C, déterminée selon DIN 51821 1+2, édition 2016, 7).

Figur 1



Figur 2



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 3872154 A1 [0004]
- EP 2164935 B1 [0007]
- US 2009270286 A1 [0008]
- US 2013053287 A1 [0009]
- DE 112012001102 A1 [0053]