



(11)

EP 3 872 154 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
01.09.2021 Patentblatt 2021/35

(21) Anmeldenummer: **21154009.1**

(22) Anmeldetag: **28.01.2021**

(51) Int Cl.:
C10M 169/04 (2006.01) **C10M 171/00** (2006.01)
C10N 40/04 (2006.01) **C10N 40/02** (2006.01)
C10N 30/00 (2006.01) **C10N 30/02** (2006.01)
C10N 20/00 (2006.01)

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(30) Priorität: **31.01.2020 DE 102020102462**

(71) Anmelder: **Klüber Lubrication München SE & Co. KG**
81379 München (DE)

(72) Erfinder:
• **SEEMEYER, Stefan**
82515 Wolfratshausen (DE)
• **GRUNDEL, Stefan**
86415 Mering (DE)
• **PANAGIOTIDOU, Nataliya**
80997 München (DE)
• **SCHUBERT, Thomas**
74206 Bad Wimpfen (DE)
• **PLEBST, Sebastian**
71642 Ludwigsburg (DE)

(74) Vertreter: **Zellentini & Partner mbB Patentanwälte**
Rubensstraße 30
67061 Ludwigshafen (DE)

(54) IONISCHE FLÜSSIGKEITEN ENTHALTENDE SCHMIERSTOFFZUSAMMENSETZUNG

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Schmierstoffzusammensetzung umfassend ein Schmiermittel, insbesondere enthaltend ein unpolares Basisöl, eine erste Ionische Flüssigkeit, die in Polyalphaolefin löslich ist und eine zweite Ionische Flüssigkeit, die in Polyalphao-

lefin unlöslich ist. Durch den Einsatz der beiden unterschiedlichen Ionischen Flüssigkeiten können die technischen Eigenschaften der Schmierstoffzusammensetzungen verbessert werden.

EP 3 872 154 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine ionische Flüssigkeiten enthaltende Schmierstoffzusammensetzung 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. Nachteilig ist allerdings, dass besonders bei Schmierstoffen, die überwiegend Grundöle bzw. Grundölgemische mit geringer Polarität enthalten, die ionischen Flüssigkeiten nicht oder nur sehr begrenzt löslich sind.

[0003] EP2164934B1 beschreibt die Verwendung von ausgewählten ionischen Flüssigkeiten (IL) mit Fluor-enthaltenden Anionen in Schmierstoffzusammensetzungen zur Reduktion von Alterungserscheinungen des Schmierstoffes und zur Reduktion des elektrischen Widerstandes des Schmierstoffes. Besonders geeignet sind die darin beschriebenen ionischen Flüssigkeiten für polare Grundöle wie Ester und Polyglykole. Ausgehend von dieser Druckschrift wäre es wünschenswert, diesen Effekt auch auf Schmierstoffe basierend auf Grundölen oder Grundölgemischen mit niedriger Polarität auszudehnen.

[0004] A. E. Somers et al., Appl. Mater. Interfaces 2013, 5, 11544 - 11553 (dx.doi.org/10.1021/am4037614) beschreibt den Einsatz von ionischen Flüssigkeiten als verschleißminderndes Additiv in Basisölen. Dabei wird der Einfluss der Struktur auf die Mischbarkeit und die Verschleißschutz-Wirkung beim Einsatz als Schmierstoff für Stahl auf Aluminium untersucht. Zusammengefasst konnten die Mischungen aus unpolaren Basisölen und IL höheren Verschleißtest-Belastungen widerstehen als Mischungen aus polaren Basisölen und IL, wobei die besten Ergebnisse mit Gemischen von Mineralöl mit IL mit $(\text{C}_6\text{H}_5)_3\text{P}^+\text{O}_3^-$ -Kation erzielt wurden.

[0005] William C. Barnhill, Huimin Luo, Harry M. Meyer III, Cheng Ma, Miafang Chi, Brian L. Papke, Jun Qu, Tertiary and quarternary Ammonium-Phosphate Ionic Liquids as lubricant additives, Tribology letters (2016) 63:22, DOI 10.1007/s11249-016-0707-6 beschreibt Löslichkeit und Reibungs- und Verschleißigenschaften von z.B. Trioctylmethylammonium bis(2-ethylhexyl)-phosphat (Abkürzung: N1888 dehp) und Trioctylammonium bis(2-ethylhexyl)phosphat (N888H dehp) in einem Modelmotorenöl.

[0006] EP1970432A1 beschreibt IL mit Ammonium- oder Phosphoniumkationen, kombiniert mit einer großen Anzahl an Anionen als Additive in Schmierstoffen, besonders für Verbrennungsmotoren.

[0007] US20160024421A1 beschreibt IL mit quaternären Phosphoniumkationen, kombiniert mit verzweigten Carboxylatanionen, die verbesserte Löslichkeit in unpolaren Ölen zeigen sollen.

[0008] US20150232777A1 beschreibt IL mit symmetrischen Phosphoniumkationen, kombiniert mit Phosphat-Anionen als Substanzen und als Additive für Schmierstoffe zur Reduktion von Reibung und Verschleiß.

[0009] Die in den vier voran genannten Schriften angegebenen ionischen Flüssigkeiten mit Phosphat- und Carboxylatanionen zeigen zwar eine verbesserte Löslichkeit in Schmierstoffen, die überwiegend Grundöle mit geringer Polarität enthalten, allerdings zeigt sich nur eine geringe Reduktion des elektrischen Widerstandes.

[0010] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, Schmierstoffzusammensetzungen bereitzustellen, die einen reduzierten elektrischen Widerstand zeigen, auch wenn sie Basisöle mit geringer Polarität umfassen.

[0011] Die Aufgabe wird gelöst durch eine Schmierstoffzusammensetzung umfassend

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

[0012] Eine bevorzugte Ausführungsform ist eine Schmierstoffzusammensetzung umfassend

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

[0013] Im Rahmen der Erfindung bezeichnet der Begriff Schmiermittel eine Zusammensetzung, die ein Basisöl und gegebenenfalls wenigstens ein Additiv umfasst. Geeignete Additive werden im Folgenden näher definiert. Bevorzugt ist das Additiv ausgewählt unter Korrosionsschutzmitteln, Antioxidantien, Mitteln zum Schutz gegen Metalleinflüsse, Radikalfängern, UV-Stabilisatoren, Reaktionsschichtbildnern, Reibungsschutzmitteln, Rheologiemodifizierern, Festschmierstoffen und Mischungen davon.

[0014] Geeignete Basisöle sind ausgewählt unter synthetischen Ölen, mineralischen Ölen, nativen Ölen und Mischungen davon. Das Basisöl kann dabei aus einem Grundöl bestehen (wobei die Begriffe dann synonym sind) oder zwei oder mehr Grundöle enthalten.

[0015] Erfindungsgemäß bevorzugt enthält das Schmiermittel ein unpolares Basisöl.

[0016] Unter einem unpolaren Basisöl wird im Rahmen der Erfindung ein Basisöl mit einem Dipolmoment von höchstens 3,00 D verstanden. Die Dipolmomente der Basisöle können nach der Methode berechnet werden, die in A. Naveira Suárez, M. Grahn, R. Pasaribu and R. Larsson, The influence of base oil polarity on the tribological performance of zinc dialkyl dithiophosphate additives, Tribology International, 2010, 43 (12), Seiten 2268-2278 beschrieben ist.

[0017] Polyalphaolefine sind kommerziell erhältlich und können nach bekannten Verfahren katalytisch aus Ethylen hergestellt werden, wobei als Zwischenprodukt zunächst Alphaolefine mit größerer Kettenlänge resultieren. Hieraus werden die Polyalphaolefine im Wesentlichen durch Oligomerisierung synthetisiert, wobei in der Regel Isoparaffine mit einer unterschiedlichen Anzahl von gleichlangen Seitenketten entstehen. Die Synthese kann durch säurekatalysierte (konventionelle) oder Metallocen-katalysierte Olefinpolymerisation erfolgen. Konventionelle PAO und Metallocen-katalysierte PAO unterscheiden sich in ihrer Struktur und den daraus resultierenden Produkteigenschaften. Konventionelle PAO-Produkte weisen einen hohen Isomerisierungsgrad auf, der aus der ionischen Oligomerisierung unter Bildung von geladenen Zwischenprodukten resultiert, die leicht eine Carbokation-Umlagerung durchlaufen. Bei der Metallocen-Oligomerisierung wird das Olefin ohne die Bildung geladener Zwischenprodukte in eine Metall-Kohlenstoff-Bindung inseriert, und die resultierenden Produkte sind frei von Isomerisierung. Geeignete Polyalphaolefine sind z.B. die Oligomere, vorzugsweise die Dimere, Trimere, Tetramere, Pentamere und höheren Oligomere mit mehr als 5 Wiederholungseinheiten von Alphaolefinen, und Gemische dieser Oligomere. Die zur Herstellung der Polyalphaolefine eingesetzten Alphaolefine sind vorzugsweise ausgewählt unter C₈-C₁₄-Alphaolefinen, insbesondere 1-Octen, 1-Decen, 1-Dodecen und Mischungen davon. In einer bevorzugten Ausführungsform werden zur Herstellung der Polyalphaolefine 1-Decen und 1-Decen-haltige Alphaolefingemische eingesetzt. Technisch zur Verfügung stehende Polyalphaolefine liegen in der Regel in Form eines Gemischs vor. So kann ein typisches Decen-Dimer z.B. 80 bis 99,8 Gew.-% Decen-Dimer, 0,1 bis 19,8 Gew.-% Decen-Monomer und 0,1 bis 19,8 Gew.-% Decen-Trimer enthalten. Möglich ist auch der Einsatz von Polyalphaolefin-Copolymeren und Polyalphaolefin-Gemischen aus Alphaolefinen unterschiedlicher Kohlenstoffatomanzahl, z.B. Decen/Dodecen-Copolymere oder Gemische von Decen-Homopolymer und Dodecen-Homopolymer. Durch die Auswahl geeigneter Zusammensetzungen dieser Copolymere und Mischungen lassen sich die Eigenschaften der Polyalphaolefine in Abhängigkeit von den jeweiligen Anforderungen in weiten Bereichen einstellen.

[0018] Das erfindungsgemäß als Basisöl und zur Bestimmung der Löslichkeit der ionischen Flüssigkeiten eingesetzte PAO 400/40 ist kommerziell erhältlich, z.B. unter der Bezeichnung Synton® PAO 40 der Fa. Lanxess. PAO 400/40 bezeichnet dabei ein Polyalphaolefin mit einer kinematischen Viskosität von 40 mm²/s (= 40 cSt) bei 100°C. Die Messgenauigkeit liegt dabei bei +/- 5%, für Mineralöle bei +/- 10%.

[0019] Eine ionische Flüssigkeit ist in Polyalphaolefin, insbesondere in PAO 400/40, hergestellt aus 1-Decen als Monomerkomponente, löslich, wenn bei einer Trübungsmessung nach DIN EN ISO 7027 bei 25°C einer Mischung aus 1 Gew.-% der ionischen Flüssigkeit und 99 Gew.-% Polyalphaolefin, insbesondere PAO 400/40, hergestellt aus 1-Decen als Monomerkomponente, der Trübungswert um nicht mehr als 1 FNU höher liegt als bei reinem Polyalphaolefin, insbesondere PAO 400/40, hergestellt aus 1-Decen als Monomerkomponente. Polyalphaolefin wurde als Referenz verwendet, da es ein unpolares Basisöl mit sehr geringer Trübung ist.

[0020] Eine ionische Flüssigkeit ist in Polyalphaolefin, insbesondere in PAO 400/40, hergestellt aus 1-Decen als Monomerkomponente unlöslich, wenn bei einer Trübungsmessung nach DIN EN ISO 7027 bei 25°C einer Mischung aus 1 Gew.-% der ionischen Flüssigkeit und 99 Gew.-% Polyalphaolefin, insbesondere PAO 400/40 hergestellt aus 1-Decen als Monomerkomponente, der Trübungswert um mehr als 1 FNU höher liegt als bei reinem Polyalphaolefin, insbesondere PAO 400/40, hergestellt aus 1-Decen als Monomerkomponente.

[0021] Überraschend wurde gefunden, dass bei Kombination eines Schmiermittels mit einer ersten in Polyalphaolefin löslichen ionischen Flüssigkeit und einer zweiten in Polyalphaolefin unlöslichen ionischen Flüssigkeit es zu einer höheren Löslichkeit der zweiten ionischen Flüssigkeit kommt und sich eine überproportionale Reduktion des elektrischen Widerstandes der Schmierstoffzusammensetzung zeigt. Dies gilt insbesondere für Schmierstoffzusammensetzungen, die ein unpolares Basisöl enthalten.

[0022] Ohne sich auf einen Mechanismus festzulegen, wird vermutet, dass es in Schmierstoffzusammensetzungen, die ein unpolares Basisöl enthalten, dadurch zu einer Verbesserung der Beweglichkeit der Ladungsträger kommt, so dass in der zweiten ionischen Flüssigkeit, aufgrund ihrer chemischen Natur, die Ladungsträger weniger stark aneinander gebunden sind. Hierdurch ergibt sich bei der durch die Kombination mit der ersten ionischen Flüssigkeit verursachten Erhöhung der Löslichkeit eine stärkere Reduktion des elektrischen Widerstandes im unpolaren Basisöl. Zusätzlich wird vermutet, dass die verbesserte Löslichkeit der zweiten ionischen Flüssigkeit auf Wechselwirkung mit der ersten ionischen Flüssigkeit im unpolaren Basisöl zurückzuführen ist.

[0023] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die erste ionische Flüssigkeit in dem in der Schmierstoffzusammensetzung enthaltenem, vorzugsweise unpolaren, Basisöl löslich und die zweite ionische Flüssigkeit in

diesem Basisöl unlöslich. Dabei wird die Löslichkeit der Ionischen Flüssigkeit in dem Basisöl analog zu dem in dem Kapitel Prüfmethode beschriebenen Verfahren bestimmt, wobei das jeweils in der Schmierstoffzusammensetzung enthaltene Basisöl als Referenz genommen wird.

[0024] Die Erhöhung der Löslichkeit der zweiten Ionischen Flüssigkeit war unerwartet, da in der Regel unpolare Basisöle nur eine begrenzte Aufnahmefähigkeit für ionische Substanzen haben und bei Erhöhung der Konzentration von ionischen Substanzen Aussalzeffekte beobachtet werden.

[0025] Darüber hinaus wirkt sich dieses veränderte Löslichkeitsverhalten auch auf andere Schmierstoffeigenschaften, wie Reibungs- und Verschleißverhalten der Schmierstoffzusammensetzung, positiv aus.

[0026] Erfindungsgemäß umfasst die Schmierstoffzusammensetzung ein Basisöl, bevorzugt ein unpolares Basisöl.

[0027] Das Basisöl kann aus einem Grundöl bestehen, das ausgewählt ist unter synthetischen Ölen, mineralischen Ölen und nativen Öle oder eine Kombination von synthetischen Ölen, mineralischen Ölen und/oder nativen Ölen als Grundöle enthalten. Diese Öle können einzeln oder in beliebigen Kombinationen in Abhängigkeit von der Verwendung angewendet werden.

[0028] Synthetische Grundöle umfassen Ester einer aliphatischen oder aromatischen Di-, Tri- oder Tetracarbonsäure mit einem oder mehreren in Mischung vorliegenden C₇-bis C₂₂-Alkoholen, weiterhin Ester von Trimethylolpropan, Pentaerythrit oder Dipentaerythrit mit aliphatischen C₇-bis C₂₂-Carbonsäuren, C₁₈-Dimersäureester mit C₇- bis C₂₂-Alkoholen, sowie Komplexeester und Estolide. Ebenfalls geeignete Grundöle sind Polyalphaolefine, hier auch PAO genannt. Diese können über Säure-Katalyse oder Metallocen-Katalyse hergestellt werden. Ebenfalls geeignete Grundöle sind alkylierte Naphthaline, alkylierte Benzole, Polyglykole, Silikonöle, Perfluorpolyether, sowie Polyphenylether oder alkylierte Di- oder Triphenylether. Weitere synthetische Grundöle sind Copolymere von LAO (lineare Alphaolefine) mit ungesättigten Estern.

[0029] Die mineralischen Öle können ausgewählt werden aus paraffinbasischen, naphthenbasischen und aromatischen Hydrocrackölen sowie Gas to Liquid (GTL)-Flüssigkeiten. GTL beschreibt ein Verfahren zur Herstellung von flüssigen Kohlenwasserstoffen aus Erdgas. Als native Öle können Triglyceride aus tierischer/pflanzlicher Quelle verwendet werden, die nach bekannten Verfahren wie beispielsweise Hydrogenierung veredelt wurden. Die besonders bevorzugten Triglyceridöle sind Triglyceridöle mit hohem Ölsäureanteil. Typische hierin verwendete Pflanzenöle mit hohem Ölsäuregehalt sind Safloröl, Maisöl, Rapsöl, Sonnenblumenöl, Sojabohnenöl, Leinsamenöl, Erdnußöl, Lesquerella-Öl, Meadowfoam-Öl und Palmöl.

[0030] Bevorzugt weist das Basisöl ein erstes Grundöl, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Mineralölen, PAO, Diphenylethern und deren Mischungen in Kombination mit einem zweiten Grundöl, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus nativen und synthetischen Estern, Polyglykolen und deren Mischungen auf. Bevorzugt beträgt dabei das Gewichtsverhältnis des ersten Grundöls zum zweiten Grundöl 90:10 bis 50:50 besonders bevorzugt 85: 15 bis 60:40, insbesondere 80:20 bis 70:30.

[0031] Ebenfalls bevorzugt weist das Basisöl ein Grundöl, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Mineralölen, Polyalphaolefinen, alkylierten Naphthalinen, alkylierten Diphenylethern, alkylierten Benzolen, Copolymeren aus Alkenen, besonders linearen Alphaolefinen (LAO) mit ungesättigten Estern und deren Gemischen, insbesondere ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Polyalphaolefinen und alkylierten Diphenylethern und deren Gemischen auf.

[0032] Ebenfalls bevorzugt weist das Basisöl ein Grundöl, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Copolymeren aus Alkenen, bevorzugt LAO mit ungesättigten Estern und deren Mischungen auf. Besonders bevorzugt weist das Basisöl als Grundöl ein Copolymer aus Decen und/oder Dodecen und Dec-9-encarbonsäuremethylester auf, insbesondere Elevance Aria WTP 40 ©, und/oder deren Mischungen.

[0033] Erfindungsgemäß bevorzugte unpolare Basisöle enthalten ein unpolares Grundöl, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Mineralölen, Polyalphaolefinen, alkylierten Naphthalinen, alkylierten Diphenylethern, alkylierten Benzolen, Copolymeren aus Alkenen, insbesondere LAO (linearen Alphaolefinen) mit ungesättigten Estern, insbesondere einem Copolymer aus Decen und Dec-9-encarbonsäuremethylester, und Gemischen hiervon. Erfindungsgemäß ebenfalls bevorzugte unpolare Basisöle enthalten ein unpolares Grundöl, insbesondere ein oder mehrere der vorgenannten unpolaren Grundöle, im Gemisch mit anderen Grundölen, insbesondere mit polaren Grundölen, vorzugsweise Estern und Polyglykolen, d.h. Grundölen mit einem berechneten Dipolmoment von über 3,00 D. Dabei liegt das unpolare Grundöl in einem Anteil von mehr als 50 Gew.-%, bevorzugt in einem Anteil von mehr als 60 Gew.-%, insbesondere in einem Anteil von mehr als 70 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Basisöls vor. In einer speziellen Ausführungsform liegt das unpolare Grundöl in einem Anteil von 50 bis 90 Gew.-%, bevorzugt 60 bis 85 Gew.-%, insbesondere 70 bis 85 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Basisöls, vor.

[0034] Erfindungsgemäß bevorzugt weist die erste Ionische Flüssigkeit Anionen auf, die ausgewählt sind unter Dialkylphosphat, Dialkylphosphinat, Carboxylat und deren Gemischen. Besonders bevorzugt weist die erste Ionische Flüssigkeit Anionen, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Bis(2-ethylhexyl)phosphat, Bis(2,4,4-trimethylpentyl)phosphinat, Decanoat, Docusat und deren Gemischen, auf. Docusat bezeichnet das Anion Bis(2-ethylhexyl)sulfosuccinat.

[0035] Bevorzugt weist die zweite Ionische Flüssigkeit Anionen auf, die ausgewählt sind unter Bis(perfluoralkylsulfonyl)imiden, Tris(perfluoralkylsulfonyl)methiden, Tris-(perfluoralkyl)trifluorphosphaten, Bis(fluorsulfonyl)imid und deren

Gemischen. In einer speziellen Ausführungsform weist die zweite Ionische Flüssigkeit Anionen auf, die ausgewählt sind unter Bis(perfluoralkylsulfonyl)imiden, Tris(perfluoralkylsulfonyl)methiden, Tris(perfluoralkyl)trifluorphosphaten und deren Gemischen.

[0036] Die zweite Ionische Flüssigkeit weist bevorzugt Anionen auf, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Bis(trifluormethylsulfonyl)imid, Tris(trifluormethylsulfonyl)methid, Tris(pentafluorethyl)trifluorphosphat, Bis(fluorsulfonyl)imid und deren Gemischen. In einer speziellen Ausführungsform weist die zweite Ionische Flüssigkeit Anionen auf, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Bis(trifluormethylsulfonyl)imid, Tris(trifluormethylsulfonyl)methid, Tris(pentafluorethyl)trifluorphosphat und deren Gemischen. Besonders bevorzugt ist das Anion der zweiten Ionischen Flüssigkeit Bis(trifluormethylsulfonyl)imid (bta).

[0037] In einer bevorzugten Ausführungsform weist die zweite Ionische Flüssigkeit als Anion Bis(fluorsulfonyl)imid auf oder ein Gemisch, das Bis(fluorsulfonyl)imid enthält. In einer speziellen Ausführung weist die zweite Ionische Flüssigkeit Bis(fluorsulfonyl)imid als alleiniges Anion auf. In einer weiteren speziellen Ausführung weist die zweite Ionische Flüssigkeit als Anion ein Gemisch aus Bis(fluorsulfonyl)imid und wenigstens einem weiteren Anion, ausgewählt unter Bis(perfluoralkylsulfonyl)imiden, Tris(perfluoralkylsulfonyl)methiden, Tris(perfluoralkyl)trifluorphosphaten und deren Gemischen, auf.

[0038] Bevorzugt enthält die erste und zweite Ionische Flüssigkeit unabhängig voneinander Kationen, ausgewählt aus der Gruppe der jeweils symmetrischen und unsymmetrischen Ammoniumionen $NR_1R_2R_3R_4^+$ und Phosphoniumionen $PR_1R_2R_3R_4^+$. Die Reste R_1 bis R_4 sind vorzugsweise unabhängig voneinander ausgewählt unter verzweigten oder unverzweigten, substituierten oder unsubstituierten C_1 - bis C_{24} -Alkylgruppen und C_6 - bis C_{30} -Arylgruppen. Besonders bevorzugt sind die Reste R_1 bis R_4 unabhängig voneinander ausgewählt unter verzweigten oder unverzweigten, substituierten oder unsubstituierten C_1 - bis C_{18} -Alkylgruppen und C_6 - bis C_{30} -Arylgruppen. Insbesondere sind die Reste R_1 bis R_4 unabhängig voneinander ausgewählt unter verzweigten oder unverzweigten, substituierten oder unsubstituierten C_6 - bis C_{18} -Alkylgruppen und C_6 - bis C_{30} -Arylgruppen. Bevorzugte Substituenten sind dabei Alkoxy, Carboxy, Amido, Amino, Thiocarboxy, Carbamoyl, Oxo, Thioxo und/oder Hydroxy.

[0039] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die Reste R_1 bis R_4 so ausgewählt, dass sie in der Summe mindestens 10 Kohlenstoffatome aufweisen, vorzugsweise mindestens 20 Kohlenstoffatome aufweisen, noch bevorzugter mindestens 25 Kohlenstoffatome aufweisen.

[0040] Besonders bevorzugt ist die erste Ionische Flüssigkeit ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus

- (Trihexyltetradecylphosphonium) bis(2-ethylhexyl)phosphat (P66614 dehp), erhältlich bei der Fa. IoLiTec unter der Produktnummer IN-0036-HP

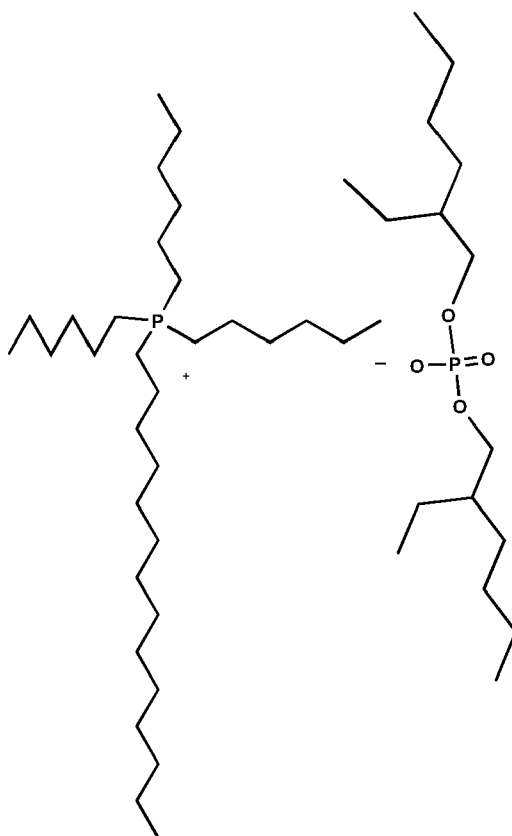
5

10

15

20

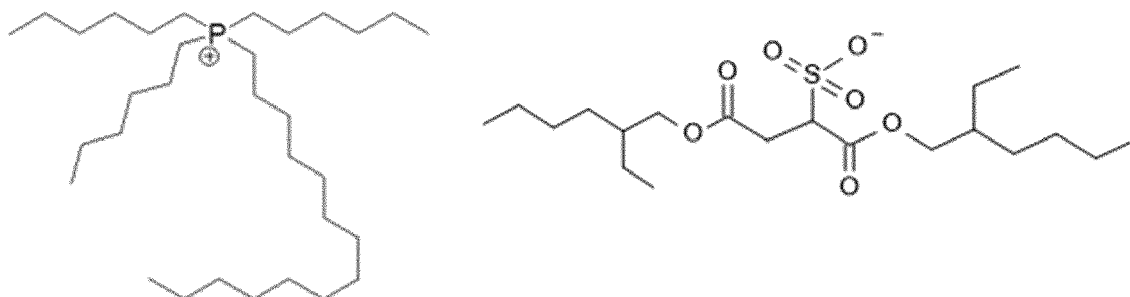
25



30

- (Trihexyltetradecylphosphonium) docusat, (P66614 docusat), erhältlich bei der Fa. IoLiTec unter der Produktnummer IN-0042-HP

35

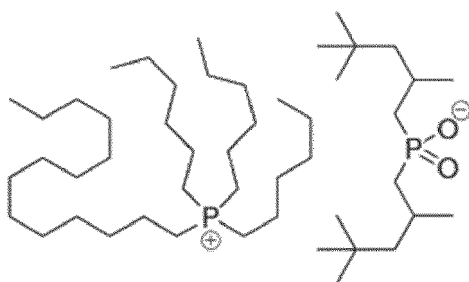


40

- (Trihexyltetradecylphosphonium) bis(2,4,4-trimethylpentyl)phosphinat (P66614 phosphinat) erhältlich bei der Fa. IoLiTec unter der Produktnummer IN-0009-TG

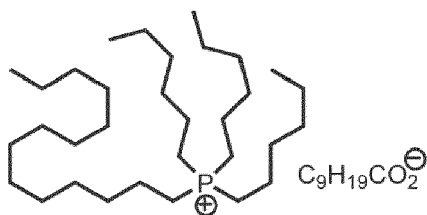
45

50



55

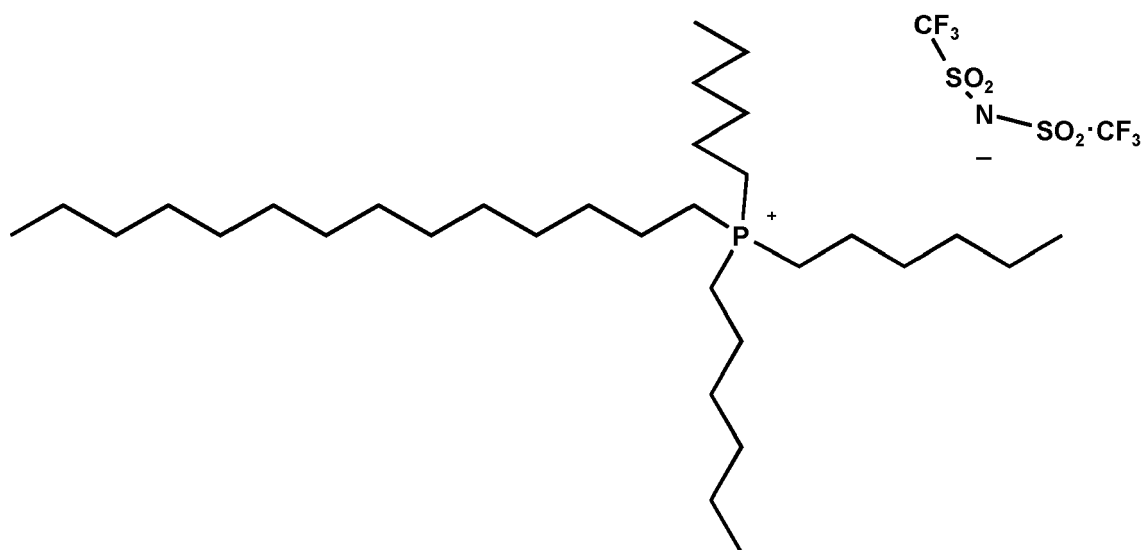
- (Trihexyltetradecylphosphonium) decanoat (P66614 decanoat), erhältlich bei der Fa. IoLiTec unter der Produktnummer IN-0008-TG



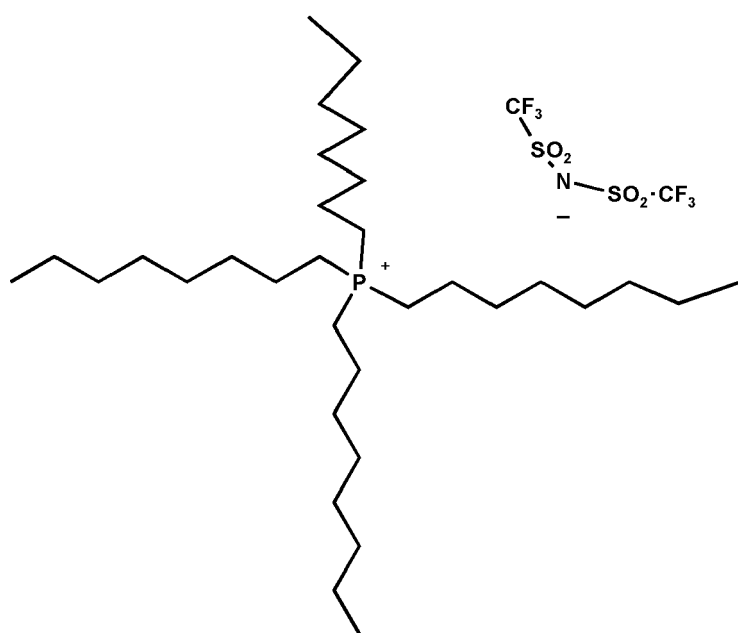
und deren Gemischen.

[0041] Besonders bevorzugt ist die zweite Ionische Flüssigkeit ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus

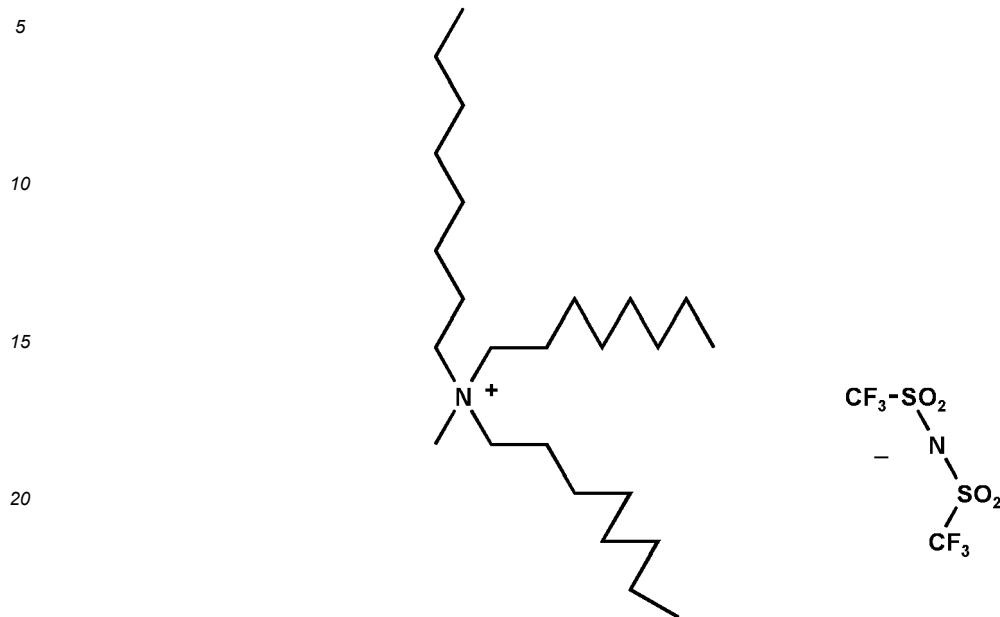
- (Trihexyltetradecylphosphonium) bis(trifluormethylsulfonyl)imid (P66614 bta), erhältlich bei der Fa. IoLiTec unter der Produktnummer IN-0021-HP



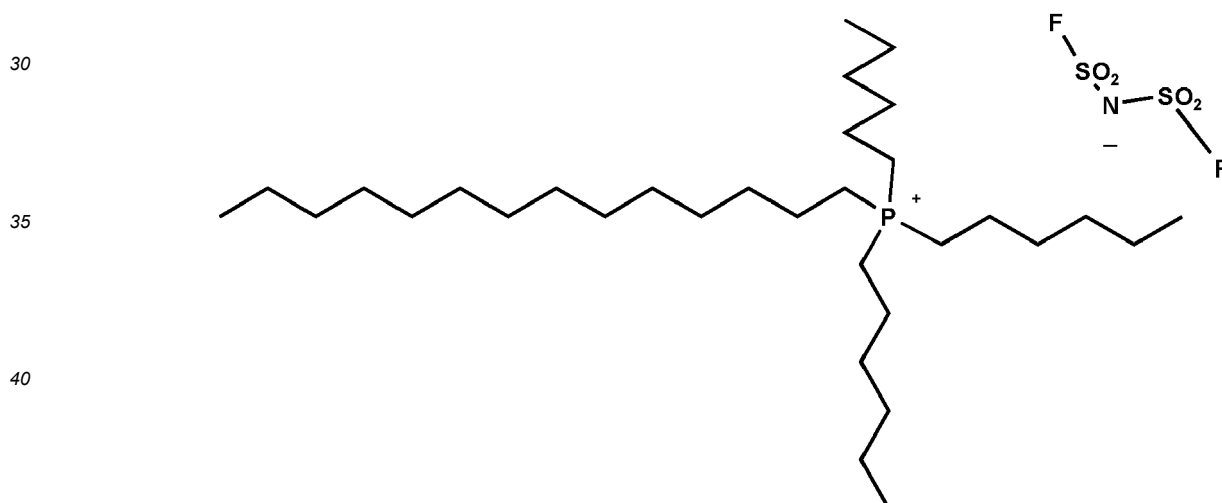
- (Tetraoctylphosphonium) bis(trifluormethylsulfonyl)imid (P8888 bta), erhältlich bei der Fa. IoLiTec unter der Produktnummer IN-0043-HP



- (Methyltrioctylammonium) bis(trifluormethylsulfonyl)imid (N1888 bta), erhältlich bei der Fa. IoLiTec unter der Produktnummer IL-0017-HP IL-0017-HP,



- (Trihexyltetradecylphosphonium) bis(fluorsulfonyl)imid (P66614 fsi), erhältlich bei der Fa. IoLiTec



und deren Gemischen.

[0042] In einer speziellen Ausführungsform ist die zweite Ionische Flüssigkeit ausgewählt unter (Trihexyltetradecylphosphonium) bis(trifluormethylsulfonyl)imid, (Tetraoctylphosphonium) bis(trifluormethylsulfonyl)imid, (Methyltrioctylammonium) bis(trifluormethylsulfonyl)imid und deren Gemischen.

[0043] Besonders bevorzugt ist die Kombination von (Trihexyltetradecylphosphonium) bis(2-ethylhexyl)phosphat (P66614 dehp) als erste Ionische Flüssigkeit mit (Tetraoctylphosphonium) bis(trifluormethylsulfonyl)imid (P8888 bta) als zweite Ionische Flüssigkeit.

[0044] Ebenfalls besonders bevorzugt ist die Kombination von (Trihexyltetradecylphosphonium) bis(2-ethylhexyl)phosphat (P66614 dehp) als erste Ionische Flüssigkeit mit (Trihexyltetradecylphosphonium) bis(trifluormethylsulfonyl)imid (P66614 bta) als zweite Ionische Flüssigkeit.

[0045] Ebenfalls besonders bevorzugt ist die Kombination von (Trihexyltetradecylphosphonium) bis(2-ethylhexyl)phosphat (P66614 dehp) als erste Ionische Flüssigkeit mit (Trihexyltetradecylphosphonium) bis(fluorsulfonyl)imid

(P66614 fsi) als zweite Ionische Flüssigkeit.

[0046] In einer bevorzugten Ausführungsform beträgt der Anteil der ersten Ionischen Flüssigkeit, bezogen auf das Gesamtgewicht der Schmierstoffzusammensetzung, 0,5 bis 10 Gew.-%, noch bevorzugter 1 bis 5 Gew.-%, insbesondere 2 bis 5 Gew.-%.

[0047] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform beträgt der Anteil der zweiten Ionischen Flüssigkeit, bezogen auf das Gesamtgewicht der Schmierstoffzusammensetzung, 0,25 bis 5 Gew.-%, noch bevorzugter 0,5 bis 2,5 Gew.-%, insbesondere 1 bis 2,5 Gew.-%.

[0048] Das Gewichtsverhältnis der ersten Ionischen Flüssigkeit zur zweiten Ionischen Flüssigkeit beträgt vorzugsweise 1:1 bis 4:1, noch bevorzugter 1,5:1 bis 3:1, noch bevorzugter 1,5:1 bis 2,5:1, insbesondere 1,9:1 bis 2,1:1.

[0049] Vorzugsweise beträgt der Anteil des Schmiermittels bezogen auf das Gesamtgewicht der Schmierstoffzusammensetzung 99,25 Gew.-% bis 80 Gew.-%, bevorzugt 99,25 Gew.-% bis 85 Gew.-%.

[0050] Darüber hinaus kann das Schmiermittel übliche Additive gegen Korrosion, Oxidation und zum Schutz gegen Metalleinflüsse, beispielsweise Chelatverbindungen, Radikalfänger, UV-Stabilisatoren, Reaktionsschichtbildner enthalten. Bevorzugt werden Additive in Form von phosphor- und schwefelhaltigen Verbindungen, z.B. Zinkdialkyldithiophosphat, als Antiwear/Extrempressure eingesetzt. Aromatische Amine oder substituierte Phenole können als Antioxidantien Verwendung finden. Metallsalze, Carbonsäuren, Ester, stickstoffhaltige Verbindungen und heterocyclische Verbindungen können als Mittel zur Korrosionsverhinderung eingesetzt werden, Glycerin-mono- oder di-ester als Reibungsschutzmittel, sowie Polyisobutylen, Polymethacrylat und Olefincopolymere als Viskositätsverbesserer verwendet werden.

[0051] Das Schmiermittel kann auch ein Verdickungsmittel enthalten. Hierdurch wird das Schmiermittel als Schmierfett ausgebildet. Vorzugsweise ist das Verdickungsmittel ausgewählt aus Harnstoff, Aluminiumkomplexeifen, Metall-Einfachseifen der Elemente der 1. und 2. Hauptgruppe des Periodensystems, Metall-Komplexeifen der Elemente der 1. und 2. Hauptgruppe des Periodensystems, Bentonit, Sulfonat, Silikat, Polyimid oder PTFE sowie einer Mischung der vorgenannten Verdickungsmittel. Im Falle von Harnstoff ist gemeint 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/Diamin der allgemeinen Formel $(H_2N)_xR$, wobei $x = 1$ oder 2 ist, und R ein Aryl-, Alkyl- oder Alkylenrest mit 2 bis 22 Kohlenstoffatomen, die einzeln oder in Kombination vorhanden sind.

[0052] Das Schmiermittel kann auch anorganische 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 wie Calciumphosphat, Carbonat wie Calciumcarbonat, Metalloxid wie amorphes Siliziumdioxid, Silikat und Schichtsilikat, Talk, Glimmer und Gemischen hiervon.

[0053] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung umfasst eine Schmierstoffzusammensetzung umfassend

- a) ein Schmiermittel enthaltend ein Basisöl, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Mineralölen, Polyalphaolefinen, alkylierten Naphthalinen, alkylierten Diphenylethern, alkylierten Benzolen, Copolymeren aus Alkenen und deren Gemischen,
- b) eine erste Ionische Flüssigkeit, deren Anion ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Dialkylphosphat, Dialkylphosphinat, Carboxylat und deren Gemischen,
- c) eine zweite Ionische Flüssigkeit, deren Anion ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Bis(perfluoralkylsulfonyl)imid, Tris(perfluoralkylsulfonyl)imid, Tris(perfluoralkylsulfonyl)methid, Tris(perfluoralkylsulfonyl)trifluorphosphat, Bisfluorsulfonylimid und deren Gemischen

[0054] In einer speziellen Ausführungsform enthält das Schmiermittel a) als Basisöl ein Copolymer aus Alkenen, das ausgewählt ist unter LAO mit ungesättigten Estern und deren Gemischen. In einer weiteren speziellen Ausführungsform enthält das Schmiermittel a) ein Basisöl, das ausgewählt ist unter Polyalphaolefinen, alkylierten Diphenylethern und deren Gemischen.

[0055] In einer speziellen Ausführungsform weist die erste Ionische Flüssigkeit b) Anionen auf, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Bis(2-ethylhexyl)phosphat, Bis(2,4,4-trimethylpentyl)phosphinat, Decanoat, Docusat und deren Gemischen.

[0056] In einer speziellen Ausführungsform weist die zweite Ionische Flüssigkeit c) Anionen auf, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Bis(perfluoralkylsulfonyl)imid, Tris(perfluoralkylsulfonyl)imid, Tris(perfluoralkylsulfonyl)methid, Tris(perfluoralkylsulfonyl)trifluorphosphat und deren Gemischen. Bevorzugt sind Bis(trifluormethylsulfonyl)imid, Tris(trifluormethylsulfonyl)imid, Tris(pentafluorethyl)trifluorphosphat und deren Gemische.

[0057] In Bezug auf das Schmiermittel, das unpolare Basisöl, die erste und die zweite Ionische Flüssigkeit und insbesondere in Bezug auf deren bevorzugte Ausführungsformen gilt das vorangehend und nachfolgend Gesagte mutatis mutandis.

[0058] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist die Verwendung der erfindungsgemäßen Schmierstoffzusammensetzung zur Behandlung von Oberflächen von Antriebselementen, vorzugsweise von Wälzlager, Getrieben, Gleitlagern und/oder Ketten, wobei die Antriebselemente vorzugsweise in Anlagen und Maschinen zur Herstellung und Förderung von Lebensmitteln, in Windkraftanlagen, in Automobilen, in Pulleylagern, in Schienenfahrzeugen, in Schiffen, in Elektromotoren, Generatoren, Nebenaggregaten und/oder Gelenken vorliegen.

[0059] Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist die Verwendung von Antriebselementen, deren Oberflächen mit der erfindungsgemäßen Schmierstoffzusammensetzung behandelt wurden, von vorzugsweise Wälzlager, Getrieben, Gleitlagern und/oder Ketten, wobei die Antriebselemente vorzugsweise in Anlagen und Maschinen zur Herstellung und Förderung von Lebensmitteln, in Windkraftanlagen, in Automobilen, in Pulleylagern, in Schienenfahrzeugen, in Schiffen, in Elektromotoren, Generatoren, Nebenaggregaten und/oder Gelenken vorliegen.

[0060] Im Folgenden wird die Erfindung anhand mehrerer Beispiele näher erläutert.

Beispiele I:

Herstellung mehrerer erfindungsgemäßer und Vergleichs-Schmierstoffzusammensetzungen in Form von Schmierölen

[0061] Zur Herstellung der erfindungsgemäßen Zusammensetzungen wurde als unpolares Basisöl das in der nachfolgenden Tabelle 1 genannte Grundöl (Copolymer aus Decen und Dec-9-encarbonsäuremethylester) vorgelegt, die beiden in der Tabelle genannten Ionischen Flüssigkeiten, von denen das zweite ein symmetrisches Phosphonium Kation aufweist, zugegeben und das Gemisch bei 60°C für 10 min mittels eines Magnetrührers gerührt. Nach Abkühlen auf Raumtemperatur wurden die Mischungen optisch begutachtet und der elektrische Widerstand bestimmt.

[0062] Zur Herstellung der Vergleichsbeispiele wurde nur eine Ionische Flüssigkeit zugegeben, aber ansonsten gleich verfahren. Das Grundöl ohne IL wurde ohne weitere Behandlung vermessen.

Tabelle 1

Beispiel	P8888bta [%] (unlöslich in PAO zweite IL)	P66614dehp [%] (löslich in PAO, erste IL)	ARIA WTP 40 © [%] unpolares Grundöl	spezifischer Widerstand [Mohm*cm] [#]	Aussehen
Beispiel 1 erfindungsgemäß	2	4	94	5,40E+01	leicht trüb
Beispiel 2 erfindungsgemäß	1	2	97	5,89E+02	klar
Beispiel 3 Vergleich	2	0	98	4,20E+03	trüb
Beispiel 4 Vergleich	0	4	98	3,80E+03	klar
Beispiel 5 Vergleich	0,00	0,00	100,00	1,70E+06	klar
[#] Die Angabe des spezifischen Widerstandes erfolgt in exponentieller Art, d.h. beispielsweise steht der Wert 5,40E+01 MOhm*cm für 5,40*10 ¹ MOhm*cm.					

[0063] Wie aus der Tabelle 1 hervorgeht, konnte durch Kombination der beiden IL die Löslichkeit der an sich unlöslichen IL P8888bta erhöht werden, da die erfindungsgemäßen Beispiele 1 und 2 gegenüber Vergleichsbeispiel 3 eine geringere Trübung zeigen. Darüber hinaus zeigen die erfindungsgemäßen Beispiele 1 und 2 gegenüber Vergleichsbeispiel 3 einen verringerten Widerstand. Dazu kommt, dass überraschenderweise das erfindungsgemäße Beispiel 2 einen niedrigeren Widerstand als das Vergleichsbeispiel 4 aufweist, obwohl der Gehalt an Ionischen Flüssigkeiten beim erfindungsgemäßen Beispiel 2 niedriger ist als bei Vergleichsbeispiel 4. Die Vergleichsbeispiele 4 und 5 sind zwar klar, da sie keine unlösliche IL enthalten, lösen aber die gestellte Aufgabe nicht, da sie hohe spezifische Widerstände aufweisen.

Beispiele II:**Herstellung mehrere erfindungsgemäßer und Vergleichs-Schmierstoffzusammensetzungen in Form von Schmierölen.**

[0064] Zur Herstellung der erfindungsgemäßen Zusammensetzungen wurde als unpolares Basisöl das in der nachfolgenden Tabelle 2 genannte Grundöl (Copolymer aus Decen und Dec-9-encarbonsäuremethylester) vorgelegt, die beiden in der Tabelle genannten Ionischen Flüssigkeiten, von denen das zweite ein unsymmetrisches Ammoniumkation aufweist, zugegeben und das Gemisch bei 60°C für 10 Min. mittels eines Magnetrührers gerührt. Nach Abkühlen auf Raumtemperatur wurden die Mischungen optisch begutachtet und der elektrische Widerstand bestimmt.

[0065] Zur Herstellung der Vergleichsbeispiele wurde nur eine Ionische Flüssigkeit zugegeben, aber ansonsten gleich verfahren. Das Grundöl ohne IL wurde ohne weitere Behandlung vermessen.

Tabelle 2

Beispiel	N1888 bta [%] zweite IL	P66614dehp [%] erste IL	Aria WTP 40 © [%]	spezifischer Widerstand [Mohm*cm]	Aussehen
Beispiel 6 erfindungsgemäß	2	4	94	8,02E+02	leicht trüb
Beispiel 7 erfindungsgemäß	1	2	97	1,68E+03	leicht trüb
Beispiel 4 Vergleich	0	4	98	3,80E+03	klar
Beispiel 8 Vergleich	2	0	98	3,48E+04	trüb
Beispiel 5 Vergleich	0	0	100	1,70E+06	klar

[0066] Wie aus der Tabelle 2 hervorgeht, konnte durch Kombination der beiden IL die Löslichkeit der an sich unlöslichen IL N1888 bta erhöht werden, da die erfindungsgemäßen Beispiele 6 und 7 gegenüber Vergleichsbeispiel 8 eine geringere Trübung zeigen. Darüber hinaus zeigen die erfindungsgemäßen Beispiele 6 und 7 gegenüber Vergleichsbeispiel 8 einen verringerten Widerstand. Dazu kommt, dass überraschenderweise das erfindungsgemäße Beispiel 7 einen niedrigeren Widerstand als das Vergleichsbeispiel 4 aufweist, obwohl der Gehalt an Ionischen Flüssigkeiten beim erfindungsgemäßen Beispiel 7 niedriger ist als bei Vergleichsbeispiel 4.

Beispiele III:**Herstellung mehrerer erfindungsgemäßer und Vergleichs-Schmierstoffzusammensetzungen in Form von Schmierfetten**

[0067] Zur Herstellung der Beispiele 9 bis 13 wurde zuerst ein Fettsud erstellt.

[0068] Die Zusammensetzung war

93,5 % Aria WTP 40 ©
0,5 % Dioctyldiphenylamin (Antioxidant)
6% Lithium-12-hydroxystearat.

[0069] Dazu wurden als unpolares Basisöl 30 Gew.-% des in der nachfolgenden Tabelle genannten Grundöls (Copolymer aus Decen und Dec-9-encarbonsäuremethylester; Aria WTP 40 ©) in einem Kessel mit Planetenrührwerk vorgelegt. 6% Lithium-12-hydroxystearat wurden zugegeben und das Gemisch unter Rühren auf 215°C erhitzt. Es entstand eine klare Schmelze. Die Wärmezufuhr wurde beendet und zur Kühlung 63,5 Gew.-% von Aria WTP 40 © zugegeben. Bei 110°C wurde 0,5 Gew.-% Dioctyldiphenylamin zugegeben. Danach ließ man das Gemisch auf Raumtemperatur abkühlen. Der so erhaltene Sud wurde nicht homogenisiert.

[0070] In den Sud wurden zur Herstellung der erfindungsgemäßen Zusammensetzungen die beiden in der Tabelle 3 genannten Ionischen Flüssigkeiten, von denen beide ein unsymmetrisches Phosphoniumkation aufweisen, zugegeben.

EP 3 872 154 A1

Die Mischungen wurden mit einem Spatel gemischt und zweimal über ein Dreiwalzwerk homogenisiert. Zur Herstellung der Vergleichsbeispiele wurde nur eine ionische Flüssigkeit zugegeben, aber ansonsten gleich verfahren. Das Vergleichsbeispiel 13 ohne ionische Flüssigkeiten wurde ebenfalls zweimal über ein Dreiwalzwerk homogenisiert.

Tabelle 3

Beispiel	P66614bta [%]	P66614dehp [%]	Fettsud mit Aria WTP 40 © als unpolares Basisöl [%]	spezifischer Widerstand [Mohm*cm]
Beispiel 9 erfindungsgemäß	2	4	96	7,10E+01
Beispiel 10 erfindungsgemäß	1	2	97	6,78E+02
Beispiel 11 Vergleich	0	4	96	1,60E+03
Beispiel 12 Vergleich	2	0	98	1,81 E+04
Beispiel 13 Vergleich	0	0	100	1,20E+06

[0071] Wie aus der Tabelle 3 hervorgeht, zeigen die erfindungsgemäßen Beispiele 9 und 10 gegenüber den Vergleichsbeispielen 11 bis 13 einen verringerten Widerstand. Dazu kommt, dass überraschenderweise das erfindungsgemäße Beispiel 10 einen niedrigeren Widerstand als das Vergleichsbeispiel 11 aufweist, obwohl der Gehalt an ionischen Flüssigkeiten bei dem erfindungsgemäßen Beispiel 10 niedriger ist als bei Vergleichsbeispiel 11.

[0072] Hieraus lässt sich schließen, dass die Ergebnisse der Öluntersuchungen sich auch auf ein Fett übertragen lassen und mit den Messwerten aus reiner Ölformulierung mit den gleichen Rohstoffen vergleichbar sind.

Beispiele IV:

Herstellung mehrerer erfindungsgemäßer und Vergleichs-Schmierstoffzusammensetzungen in Form von Schmierölen

[0073] Zur Herstellung der erfindungsgemäßen Zusammensetzungen wurde als unpolares Basisöl das in der nachfolgenden Tabelle genannten Grundöl, ein reines Kohlenwasserstofföl mit sehr niedrigem Dipolmoment, vorgelegt, die beiden in der Tabelle 4 genannten ionischen Flüssigkeiten, die beide ein unsymmetrisches Phosphoniumkation aufweisen, zugegeben und das Gemisch bei 60°C für 10 Min. mittels eines Magnetrührers gerührt. Zur Herstellung der Vergleichsbeispiele wurde nur eine ionische Flüssigkeit zugegeben, aber ansonsten gleich verfahren. Das Grundöl ohne IL wurde ohne weitere Behandlung vermessen.

[0074] Nach Abkühlen auf Raumtemperatur wurden die Mischungen optisch begutachtet und der elektrische Widerstand bestimmt.

Tabelle 4

Beispiele	P66614bta [%] zweite IL	P66614dehp [%] erste IL	Basisöl: PAO 6 [%]	spezifischer Widerstand [Mohm*cm]	Aussehen
Beispiel 14 erfindungsgemäß	0,67	5	94,33	4,65E+02	leicht trüb
Beispiel 15 Vergleich	0	5	95	9,99E+02	klar
Beispiel 16 Vergleich	0,67	0	99,33	2,73E+05	klar
Beispiel 17 Vergleich	0	0	100	2,20E+06	klar

[0075] Wie aus der Tabelle 4 hervorgeht, zeigt das erfindungsgemäße Beispiele 14 gegenüber Vergleichsbeispielen 15 bis 17 einen verringerten Widerstand.

Beispiele V:**Herstellung mehrerer erfindungsgemäßer und Vergleichs-Schmierstoffzusammensetzungen in Form von Schmierölen**

[0076] Zur Herstellung des unpolaren Basisöls wurde das Grundöl PAO 6 mit einem polaren Grundöl Hexandicarbonsäure-1,6-diisotridecylester bei Raumtemperatur unter Rühren im Gewichtsverhältnis 80 Gew.-% PAO 6 und 20 Gew.-% Hexandicarbonsäure-1,6-diisotridecylester (CAS Nummer 26401-35-4) gemischt. In das so entstehende Basisöl wurden die beiden in der Tabelle 5 genannten ionischen Flüssigkeiten, die beide ein unsymmetrisches Phosphoniumkation aufweisen, zugegeben und das Gemisch bei 60°C für 10 Min. mittels eines Magnetrührers gerührt. Zur Herstellung der Vergleichsbeispiele wurde nur eine ionische Flüssigkeit zugegeben, aber ansonsten gleich verfahren. Nach Abkühlen auf Raumtemperatur wurden die Mischungen optisch begutachtet und der elektrische Widerstand bestimmt. Das Basisöl ohne IL wurde ohne weitere Behandlung vermessen.

Tabelle 5

Beispiel	Basisöl: PAO 6/ Hexanedicarbonsäure -1,6- diisotridecylester im Gewichtsverhältnis von 80:20 [%]	P66614dehp [%] erste IL	P66614bta [%] zweite IL	spez. Widerstand [Mohm*cm]	Aussehen
Beispiel 18 erfindungsgemäß	94	4,00	2,00	1,57E+01	klar
Beispiel 19 erfindungsgemäß	95	4,00	1,00	3,87E+01	klar
Beispiel 20 erfindungsgemäß	94	2,00	2,00	1,60E+02	leicht trüb
Beispiel 21 erfindungsgemäß	97	2,00	1,00	1,14E+02	klar
Beispiel 22 Vergleich	98	0,00	2,00	7,52E+03	trüb
Beispiel 23 Vergleich	99	0,00	1,00	5,62E+03	trüb
Beispiel 24 Vergleich	96	4,00	0,00	1,65E+03	klar
Beispiel 25 Vergleich	98	2,00	0,00	1,18E+04	klar
Beispiel 26 Vergleich	100	0,00	0,00	5,92E+06	klar

[0077] Wie aus der Tabelle 5 hervorgeht, konnte durch Kombination der beiden IL die Löslichkeit der an sich unlöslichen IL P66614bta erhöht werden, da die erfindungsgemäßen Beispiele 18 bzw. 21 gegenüber Vergleichsbeispiel 22 bzw. 23 eine geringere Trübung zeigen. Darüber hinaus zeigen die erfindungsgemäßen Beispiele 18 bis 21 gegenüber Vergleichsbeispielen 23 bis 26 einen verringerten Widerstand. Dazu kommt, dass überraschenderweise das erfindungsgemäße Beispiel 21 einen niedrigeren Widerstand als das Vergleichsbeispiel 24 aufweist, obwohl der Gehalt an ionischen Flüssigkeiten bei dem erfindungsgemäßen Beispiel 21 niedriger ist als bei Vergleichsbeispiel 24.

Beispiele VI:**Herstellung mehrerer erfindungsgemäßer und Vergleichs-Schmierstoffzusammensetzungen in Form von Schmierölen**

[0078] Zur Herstellung des unpolaren Basisöls wurde das Grundöl PAO 6 mit einem polaren Grundöl Hexandicarbonsäure-1,6-diisotridecylester bei Raumtemperatur unter Rühren im Gewichtsverhältnis 70 Gew.-% PAO 6 und 30 Gew.-% Hexandicarbonsäure-1,6-diisotridecylester (CAS.Nr. 26401-35-4) gemischt. In das so entstandene Basisöl wurden

die beiden in der Tabelle 6 genannten Ionischen Flüssigkeiten, die beide ein unsymmetrisches Phosphoniumkation aufweisen, zugegeben und das Gemisch bei 60°C für 10 Min. mittels eines Magnetrührers gerührt. Zur Herstellung der Vergleichsbeispiele wurde nur eine Ionische Flüssigkeit zugegeben, aber ansonsten gleich verfahren. Nach Abkühlen auf Raumtemperatur wurden die Mischungen optisch begutachtet und der elektrische Widerstand bestimmt. Das Basisöl ohne IL wurde ohne weitere Behandlung vermessen.

Tabelle 6

Beispiel	Basisöl: PAO 6 / Hexandicarbonsäure-1,6- diisotridecylester im Gewichtsverhältnis von 70:30	P66614dehp [%] erste IL	P66614bta [%] zweite IL	spez. Widerstand [Mohm*cm]	Aussehen
Beispiel 26 erfindungsgemäß	94,00	4	2	1,05E+01	klar
Beispiel 27 erfindungsgemäß	96,00	2	2	2,24E+01	klar
Beispiel 28 erfindungsgemäß	95,00	4	1	3,29E+01	klar
Beispiel 29 erfindungsgemäß	97,00	2	1	6,62E+01	klar
Beispiel 30 Vergleich	98,00	0	2	9,30E+02	trüb
Beispiel 31 Vergleich	96,00	4	0	1,28E+03	klar
Beispiel 32 Vergleich	98,00	2	0	7,60E+03	klar
Beispiel 33 Vergleich	100	0	0	4,50E+06	klar

[0079] Wie aus der Tabelle 6 hervorgeht, konnte durch Kombination der beiden IL die Löslichkeit der an sich unlöslichen IL P66614bta erhöht werden, da die erfindungsgemäßen Beispiele 27 und 26 gegenüber Vergleichsbeispiel 30 eine geringere Trübung zeigen. Darüber hinaus zeigen die erfindungsgemäßen Beispiele 26 bis 29 gegenüber den Vergleichsbeispielen 30 bis 33 einen verringerten Widerstand. Dazu kommt, dass überraschenderweise das erfindungsgemäße Beispiel 29 einen niedrigeren Widerstand als das Vergleichsbeispiel 31 aufweist, obwohl der Gehalt an ionischen Flüssigkeiten bei dem erfindungsgemäßen Beispiel 29 niedriger ist als bei Vergleichsbeispiel 31.

Beispiele VII:

Herstellung mehrerer erfindungsgemäßer und Vergleichs-Schmierstoffzusammensetzungen in Form von Schmierölen

[0080] Zur Herstellung der erfindungsgemäßen Zusammensetzungen wurde als unpolares Basisöl das in der nachfolgenden Tabelle 7 genannte Grundöl (Copolymer aus Decen und Dec-9-encarbonsäuremethylester) vorgelegt, die beiden in der Tabelle genannten Ionischen Flüssigkeiten, die beide ein unsymmetrisches Phosphoniumkation aufweisen, zugegeben und das Gemisch bei 60°C für 10 Min. mittels eines Magnetrührers gerührt. Nach Abkühlen auf Raumtemperatur wurden die Mischungen optisch begutachtet und der elektrische Widerstand bestimmt.

[0081] Zur Herstellung der Vergleichsbeispiele wurde nur eine Ionische Flüssigkeit zugegeben, aber ansonsten gleich verfahren. Das Grundöl ohne IL wurde ohne weitere Behandlung vermessen.

Tabelle 7

Beispiel	P66614 dehp Erste IL [%]	P66614bta Zweite IL [%]	Aria WTP 40 @ [%]	spez. Widerstand [Mohm*cm]	Aussehen	Kinematische Viskosität bei 40°C	Kinematische Viskosität bei 100°C	VI
Beispiel 34 erfindungsgemäß	1,00	1,00	98,00	1,11 E+03	klar	346,1	39,12	164
Beispiel 35 erfindungsgemäß	1,50	0,50	98,00	2,50E+03	klar	348,7	35,91	165
Beispiel 37 Vergleich	0,00	2,00	98,00	1,09E+04	trüb	-	-	-
Beispiel 38 Vergleich	2,00	0,00	98,00	3,00E+04	klar	348,1	39,36	164
VI = Viskositätsindex								

[0082] Wie aus der Tabelle 7 hervorgeht, haben alle betrachteten Zusammensetzungen einen Gesamtgehalt an ionischer Flüssigkeit von 2 Gew.-%. Durch Kombination der beiden IL sowohl im Gewichtsverhältnis von 1:1 bei dem erfindungsgemäßen Beispiel 34 als auch 1,5:1 bei dem erfindungsgemäßen Beispiel 35 konnte ein niedrigerer Widerstand erhalten werden als bei den beiden Vergleichsbeispielen 37 und 38, die nur eine ionische Flüssigkeit enthalten. Die kinematische Viskosität verändert sich aber nur gering, ein Einfluss der Viskosität auf die beobachteten Unterschiede im elektrischen Widerstand ist nicht gegeben.

Beispiele VIII:

Herstellung mehrerer erfindungsgemäßer und Vergleichs-Schmierstoffzusammensetzungen in Form von Schmierölen

[0083] Zur Herstellung des unpolaren Basisöls wurde das Grundöl PAO 6 mit einem polaren Grundöl Hexandicarbonsäure-1,6-diisotridecylester bei Raumtemperatur unter Rühren im Gewichtsverhältnis 50 Gew.-% PAO 6 und 50 Gew.-% Hexandicarbonsäure-1,6-diisotridecylester (CAS.Nr. 26401-35-4) gemischt, die beiden in der Tabelle genannten ionischen Flüssigkeiten, die beide ein unsymmetrisches Phosphonium Kation aufweisen, zugegeben und das Gemisch bei 60°C für 10 Min. mittels eines Magnetrührers gerührt. Nach Abkühlen auf Raumtemperatur wurden die Mischungen optisch begutachtet und der elektrische Widerstand bestimmt. Zur Herstellung der Vergleichsbeispiele wurde nur eine ionische Flüssigkeit zugegeben, aber ansonsten gleich verfahren. Das Grundöl ohne IL wurde ohne weitere Behandlung vermessen.

Tabelle 8

Beispiel	Basisöl: PAO 6/ Hexanedicarbonsäure- 1,6-diisotridecylester im Gewichtsverhältnis von 50:50 [%]	P66614 dehp [%] erste IL	P66614 bta [%] zweite IL	spez. Widerstand [Mohm*cm]	Aussehen	Kinematische Viskosität bei 40°C	Kinematische Viskosität bei 100°C	VI
Beispiel 39 erfindungsgemäß	96,00	2,00	2,00	1,09E+01	klar	29,36	5,73	140
Beispiel 40 erfindungsgemäß	95,00	4,00	1,00	1,85E+01	klar	29,38	5,74	141
Beispiel 41 erfindungsgemäß	97,00	2,00	1,00	3,43E+01	klar	28,54	5,62	140
Beispiel 42 Vergleich	99,00	0,00	1,00	1,31E+02	klar	27,74	5,51	140
Beispiel 43 Vergleich	96,00	4,00	0,00	8,54+02	klar	29,05	5,67	140
Beispiel 44 Vergleich	98,00	2,00	0,00	2,93E+03	klar	27,93	5,54	140
Beispiel 45 Vergleich	100,00	0,00	0,00	7,92+05	klar	27,23	5,48	140
VI = Viskositätsindex								

[0084] Wie aus der Tabelle 8 hervorgeht, zeigen die erfindungsgemäßen Beispiele 39 bis 41 gegenüber allen Vergleichsbeispielen 42 bis 45 einen verringerten Widerstand. Dazu kommt, dass überraschenderweise das erfindungsgemäße Beispiel 41 einen niedrigeren Widerstand als das Vergleichsbeispiel 43 aufweist, obwohl der Gehalt an Ionischen Flüssigkeiten beim erfindungsgemäßen Beispiel 41 niedriger ist als bei Vergleichsbeispiel 43. Die erfindungsgemäßen Beispiele 39 und 40 weisen bei 40°C die höchste kinematische Viskosität und den niedrigsten spezifischen Widerstand aller Beispiele 39 bis 45 auf. Daher sind die beobachteten Unterschiede bei den spezifischen Widerständen nicht auf Änderungen der kinematischen Viskosität zurückzuführen.

Beispiele IX:

Herstellung mehrerer erfindungsgemäßer und Vergleichs-Schmierstoffzusammensetzungen in Form von Schmierölen

[0085] Zur Herstellung der erfindungsgemäßen Zusammensetzungen wurde als unpolares Basisöl das in der nachfolgenden Tabelle 9 genannte Grundöl (Copolymer aus Decen und Dec-9-encarbonsäuremethylester) vorgelegt, die beiden in der Tabelle genannten Ionischen Flüssigkeiten, die beide ein unsymmetrisches Phosphoniumkation aufweisen, zugegeben und das Gemisch bei 60°C für 10 Min. mittels eines Magnetrührers gerührt. Nach Abkühlen auf Raumtemperatur wurden die Mischungen optisch begutachtet und der elektrische Widerstand bestimmt.

[0086] Zur Herstellung der Vergleichsbeispiele wurde nur eine Ionische Flüssigkeit zugegeben, aber ansonsten gleich verfahren. Das Grundöl ohne IL wurde ohne weitere Behandlung vermessen.

Tabelle 9

Beispiel	P66614fsi [%] zweite IL	P66614dehp [%] erste IL	Aria WTP 40 © [%]	spezifischer Widerstand [Mohm*cm]	Aussehen
Beispiel 46 erfindungsgemäß	2	4	94	1,76E+02	trüb
Beispiel 47 erfindungsgemäß	1	2	97	5,04E+02	klar
Beispiel 48 Vergleich	0	4	96	3,80E+03	klar
Beispiel 49 Vergleich	2	0	98	3,39E+04	trüb
Beispiel 5 Vergleich	0	0	100	1,70E+06	klar

[0087] Wie aus der Tabelle 9 hervorgeht, zeigen die erfindungsgemäßen Beispiele 46 und 47 gegenüber allen Vergleichsbeispielen 5, 48 und 49 einen verringerten Widerstand. Dazu kommt, dass überraschenderweise das erfindungsgemäße Beispiel 47 einen niedrigeren Widerstand als das Vergleichsbeispiel 48 aufweist, obwohl der Gehalt an Ionischen Flüssigkeiten beim erfindungsgemäßen Beispiel 47 niedriger ist als beim Vergleichsbeispiel 48.

Prüfmethoden

[0088] Die beschriebenen Normen beziehen sich, sofern nicht anders angegeben, auf die zum Anmeldezeitpunkt gültige Fassung.

Bestimmung der Löslichkeit der Ionischen Flüssigkeiten in Polyalphaolefin

[0089] Eine Ionische Flüssigkeit ist in Polyalphaolefin, insbesondere in PAO 400/40 hergestellt aus 1-Decen als Monomerkomponente, löslich, wenn bei der Trübungsmessung nach DIN EN ISO 7027 bei 25°C einer Mischung aus 1 Gew.-% der ionischen Flüssigkeit und 99 Gew.-% Polyalphaolefin, insbesondere PAO 400/40 hergestellt aus 1-Decen als Monomerkomponente, der Trübungswert um nicht mehr als 1 FNU höher liegt als bei reinem Polyalphaolefin, insbesondere PAO 400/40, hergestellt aus 1-Decen als Monomerkomponente.

[0090] Eine Ionische Flüssigkeit ist in Polyalphaolefin, insbesondere in PAO 400/40, hergestellt aus 1-Decen als Monomerkomponente unlöslich, wenn bei der Trübungsmessung nach DIN EN ISO 7027 bei 25°C einer Mischung aus 1 Gew.-% der ionischen Flüssigkeit und 99 Gew.-% Polyalphaolefin, insbesondere PAO 400/40, hergestellt aus 1-Decen

als Monomerkomponente, der Trübungswert um mehr als 1 FNU höher liegt als bei reinem Polyalphaolefin, insbesondere PAO 400/40, hergestellt aus 1-Decen als Monomerkomponente.

[0091] Als Messgerät wird ein 2100 AN IS von Hach verwendet. PAO 400/40 ist ein Polyalphaolefin mit einer kinematischen Viskosität (im Mittel) von 400 mm²/sec bei 40°C. Der FNU Wert liegt unter 0,2.

[0092] Die Ionischen Flüssigkeiten werden zu PAO 400/40 zugegeben, auf dem Magnetrührer unter Rühren auf 100°C erhitzt, dann die entstehende Mischung in die Messküvetten eingefüllt und nach Abkühlen auf 25°C gemessen. Als PAO 400/40 wurde Synton PAO 40, hergestellt aus 1-Decen verwendet, wobei die kinematische Viskosität bei 40°C gemessen nach ASTM D-445 zwischen 38 und 42 mm²/sec lag.

Bewertung des Aussehens der Schmierstoffzusammensetzungen

[0093] Zur Bewertung des Aussehens werden die Schmierstoffzusammensetzungen in Form von Schmierölen in durchsichtige, zylindrische Glas-Schraubdeckelgefäße mit 12 cm Höhe und 1,25 cm Radius vorsichtig eingefüllt und für zwei Stunden ohne Bewegung stehen gelassen. Die Gläser, die mit IL enthaltenden Schmierstoffzusammensetzungen gefüllt sind, werden mit dem Glas verglichen, das das zugehörige unpolare Basisöl ohne IL enthält. Ergibt sich bei optischer Betrachtung der beiden Proben parallel zum Behälterboden ein Unterschied, so wird die Probe als leicht trüb bzw. trüb eingestuft.

Bestimmung des spezifischen Widerstandes von Schmierölen i.A. DIN 51412-1 in der Fassung vom August 1979

[0094] Zur Bestimmung wird eine Hochohm-Flüssigkeits Elektrode FSE 3 (Fa. Fischer Elektronik, 15749 Mittenwalde Deutschland) verwendet und als Spannungsquelle ein Milli-TO 3 (Fa. Fischer Elektronik, 15749 Mittenwalde Deutschland). Es wird ein Mittelwert über drei Einzelmessungen gebildet. Die Messspannung beträgt 10 V Gleichstrom. Die Ablesung eines Messwertes erfolgt eine Minute nach Anlegen der Messspannung. Kann bei 10 V Messspannung keine Messwerte erhalten werden, wird die Messspannung auf 100 V erhöht und dann analog verfahren. Dies ist typischerweise bei Proben mit hohem spezifischen Widerstand ($> 1\text{E}4 \text{ Mohm} \cdot \text{cm}$ erforderlich)

Bestimmung des spezifischen Widerstandes von Schmierfetten i.A. an DIN 53482 (Fassung Mai 1983)

[0095] Dazu wird eine kreisförmige Plattenelektrode gemäß 5.3, Abbildung 2 der genannten DIN Norm mit einem 1 mm dicken PTFE Ring zwischen Elektrode 2 und dem Führungsstück 4 modifiziert, es entsteht ein zylindrischer Hohlraum zwischen Elektrode 1 (Messelektrode) und Elektrode 2 (Gegenelektrode) von 1 mm Höhe und 20 mm² Fläche. Die Zellkonstante beträgt damit 200. Mit dieser ist der Messwert [Ohm] zu multiplizieren, um den spezifischen Widerstand zu erhalten. Das Schmierfett wird mit einem Spatel in den wie oben beschriebenen Hohlraum eingestrichen und auf die Elektrode 1 aufgesetzt. Die so zusammengesetzte Messzelle wird in eine Schirmkammer (TOM 300-2, Fa. Fischer Elektronik, 15749 Mittenwalde Deutschland) eingebracht. Als Spannungsquelle wird ein Milli-TO 3 (Fa. Fischer Elektronik, 15749 Mittenwalde Deutschland) verwendet. Es wird eine Gleichspannung von 10 V angelegt und der Messwert [in Ohm] nach 1 Min. abgelesen. Die Messung wird dreimal wiederholt, wobei jedes Mal neues Fett in den Hohlraum appliziert wird. Der Mittelwert über die drei Einzelmessungen wird mit der Zellkonstante multipliziert und so der spezifische Widerstand erhalten. Bei Bedarf kann die Messspannung, wie oben beschrieben, erhöht werden.

Bestimmung der Kinematischen Viskosität bei 40°C, bei 100°C und des Viskositätsindex (VI)

[0096] Die Bestimmung wird, soweit nicht anders angegeben, nach ASTM D7042, Ausgabe Juli 2016 mit einem Stabinger Viskosimeter durchgeführt.

Bestimmung der Polarität des Basisöles

[0097] Die Polarität eines Basisöles wurde erfindungsgemäß über das Dipolmoment bestimmt. Hierzu wurden die Dipolmomente nach Trib. Int. 43, 2010, 2268 - 2278, The influence of base oil polarity on the tribological performance of zinc dialkyl dithiophosphate, A.N. Suarez et. Al., berechnet. Dafür wurde das Programm Hyperchem verwendet. Im ersten Schritt wurde die Grobstruktur des Moleküls mittels Kraftfeld-Berechnung ("Molecular Mechanics Force Field" mit "BIO+(CHARMM)" berechnet, anschließend das semi-empirische Modell ("Semi-empirical Method") mit der Auswahl "RM1" angewendet. Es wurden solange Optimierungen durchlaufen, bis Konvergenz auftrat (RMS Gradient kleiner als 0.01 kcal/Å mol). Bei Basisölen, die oligomere Gemische darstellen, wie Polyalphaolefine, wurden publizierte Leitstrukturen für die Berechnung verwendet, (Exxon Mobil Chemical, in Researchgate, Harrington, B.A. & Reid-Peters, S. & Han, W.W. (2014). The influence of molecular structure on the properties of polyalphaolefins (PAO). 61. 14-18). Wenn das Basisöl aus verschiedenen Grundölen zusammengesetzt ist, so wurde das Dipolmoment aufsummiert aus den

Massenanteilen der einzelnen Grundöle multipliziert mit dem für das einzelne Grundöl berechnete Dipolmoment.

[0098] Nachstehende Tabelle gibt exemplarisch einige Ergebnisse wieder.

Grundöl bzw. Basisöl	berechnetes Dipolmoment [D]
PAO 400	0,13
Pyromelithsäuretetra(2-ethylhexanoat)	3,35
Trimelithsäuredidecyl-octylester	3,42
PAO 6	0,09
alkylierter Diphenylether (Viskosität 100 cst bei 40°C)	1,21
Pyromelithsäuretetra(2-ethylhexanoat) / alkylierter Diphenylether (Gewichtsverhältnis 1 : 1)	2,28
Aria WTP 40 ©	1,82
Hexandicarbonsäure-1,6-diisotridecylester	4,79
PAO 6 / Hexandicarbonsäure-1,6-diisotridecylester (Gewichtsverhältnis 8 : 2)	1,03
PAO 6 / Hexandicarbonsäure-1,6-diisotridecylester (Gewichtsverhältnis 7 : 3)	1,50
PAO 6 / Hexandicarbonsäure-1,6-diisotridecylester (Gewichtsverhältnis 1 : 1)	2,44

[0099] Unter einem unpolaren Basisöl wird erfindungsgemäß ein Basisöl mit einem Dipolmoment wie oben berechnet von höchstens 3,00 D verstanden.

Patentansprüche

1. Schmierstoffzusammensetzung 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.

2. Schmierstoffzusammensetzung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste ionische Flüssigkeit in dem Basisöl löslich ist und die zweite ionische Flüssigkeit in dem Basisöl unlöslich ist.

3. Schmierstoffzusammensetzung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Basisöl ein erstes Grundöl, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Mineralölen, PAO, Diphenylethern und deren Mischungen in Kombination mit einem zweiten Grundöl, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus nativen und synthetischen Estern, Polyglykolen und deren Mischungen, aufweist.

4. Schmierstoffzusammensetzung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gewichtsverhältnis des ersten Grundöls zum zweiten Grundöl 90:10 bis 50:50, besonders bevorzugt 85: 15 bis 60:40, insbesondere 80:20 bis 70:30, beträgt.

5. Schmierstoffzusammensetzung nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Basisöl ein unpolares Grundöl, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Mineralölen, Polyalphaolefinen, alkylierten Naphthalinen, alkylierten Diphenylethern, alkylierten Benzolen, Copolymeren aus Alkenen, vorzugsweise LAO (linearen Alphaolefinen) mit ungesättigten Estern, insbesondere einem Copolymer aus Decen und Dec-9-encarbonsäuremethylestern, und Gemischen hiervon enthält.

6. Schmierstoffzusammensetzung nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Basisöl ein unpolares Grundöl enthält, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Mineralölen,

Polyalphaolefinen, alkylierten Naphthalinen, alkylierten Diphenylethern, alkylierten Benzolen, Copolymeren aus Alkenen, vorzugsweise LAO (linearen Alphaolefinen) mit ungesättigten Estern, insbesondere einem Copolymer aus Decen und Dec-9-encarbonsäuremethylestern, und Gemischen hiervon im Gemisch mit anderen Grundölen, insbesondere mit polaren Grundölen, vorzugsweise Estern und Polyglycolen, wobei das unpolare Grundöl in einem Anteil von mehr als 50 Gew.-%, bevorzugt in einem Anteil von mehr als 60 Gew.-%, insbesondere in einem Anteil von mehr als 70 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht des Basisöls, vorliegt.

7. Schmierstoffzusammensetzung nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Basisöl ein Grundöl, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Copolymeren aus Alkenen, vorzugsweise ausgewählt unter LAO (linearen Alphaolefinen) mit ungesättigten Estern, insbesondere einem Copolymer aus Decen und Dec-9-encarbonsäuremethylester, enthält.
8. Schmierstoffzusammensetzung nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste ionische Flüssigkeit Anionen, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Dialkylphosphat, bevorzugt Bis(2-ethylhexyl)phosphat, Dialkylphosphinat, bevorzugt Bis(2,4,4-trimethylpentyl)phosphinat, Carboxylat, bevorzugt Decanoat, und Docusat und deren Gemischen, aufweist.
9. Schmierstoffzusammensetzung nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite ionische Flüssigkeit Anionen, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Bis(perfluoralkylsulfonyl)imiden, Tris(perfluoralkylsulfonyl)methiden, Tris(perfluoralkyl)trifluorphosphaten, Bis(fluorsulfonyl)imid und deren Gemischen, aufweist.
10. Schmierstoffzusammensetzung nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste und zweite ionische Flüssigkeit unabhängig voneinander Kationen enthält, ausgewählt aus der Gruppe der symmetrischen und unsymmetrischen Ammoniumionen $NR_1R_2R_3R_4^+$ und Phosphoniumionen $PR_1R_2R_3R_4^+$, wobei die Reste R_1 bis R_4 unabhängig voneinander verzweigte oder unverzweigte, substituierte oder unsubstituierte C_1 - bis C_{24} -Alkylgruppen, bevorzugt C_1 - bis C_{18} -Alkylgruppen, besonders bevorzugt C_6 - bis C_{18} -Alkylgruppen, oder substituierte oder unsubstituierte C_6 - bis C_{30} -Arylgruppen sein können.
11. Schmierstoffzusammensetzung nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste ionische Flüssigkeit ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus

- (Trihexyltetradecylphosphonium)bis(2-ethylhexyl)phosphat

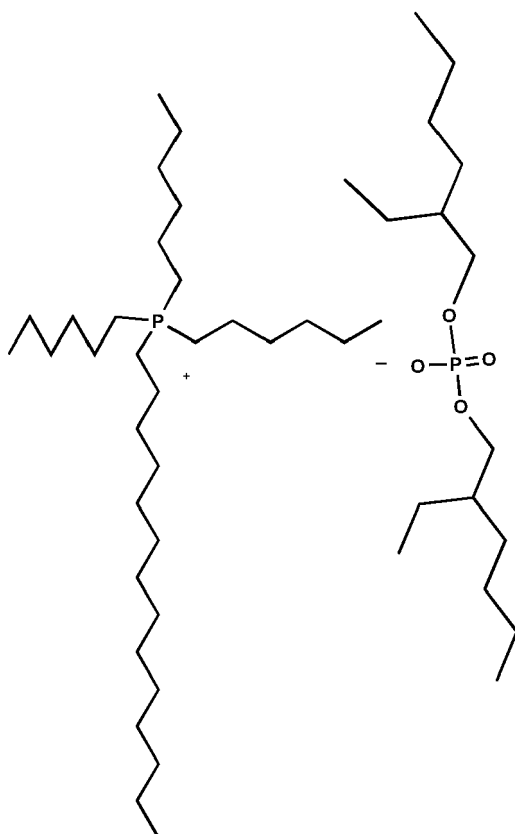
5

10

15

20

25

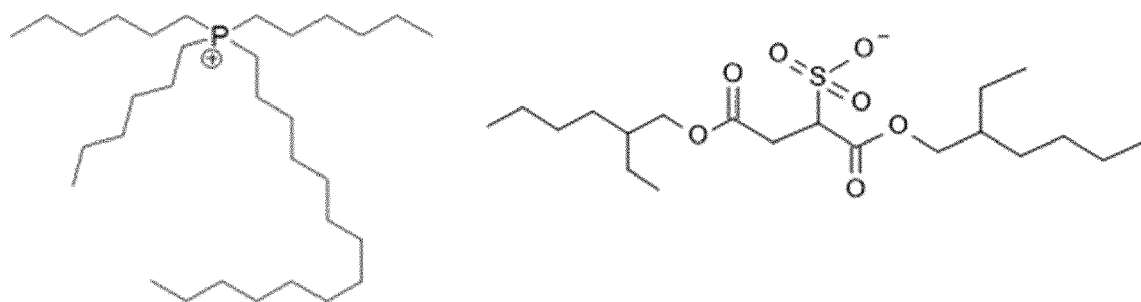


- (Trihexyltetradecylphosphonium) docusat

30

35

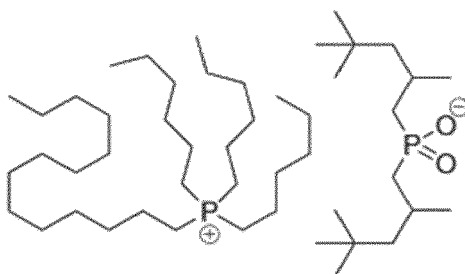
40



- (Trihexyltetradecylphosphonium) bis(2,4,4-trimethylpentyl)phosphinat

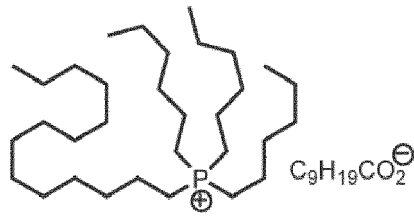
45

50



- (Trihexyltetradecylphosphonium)decanoat

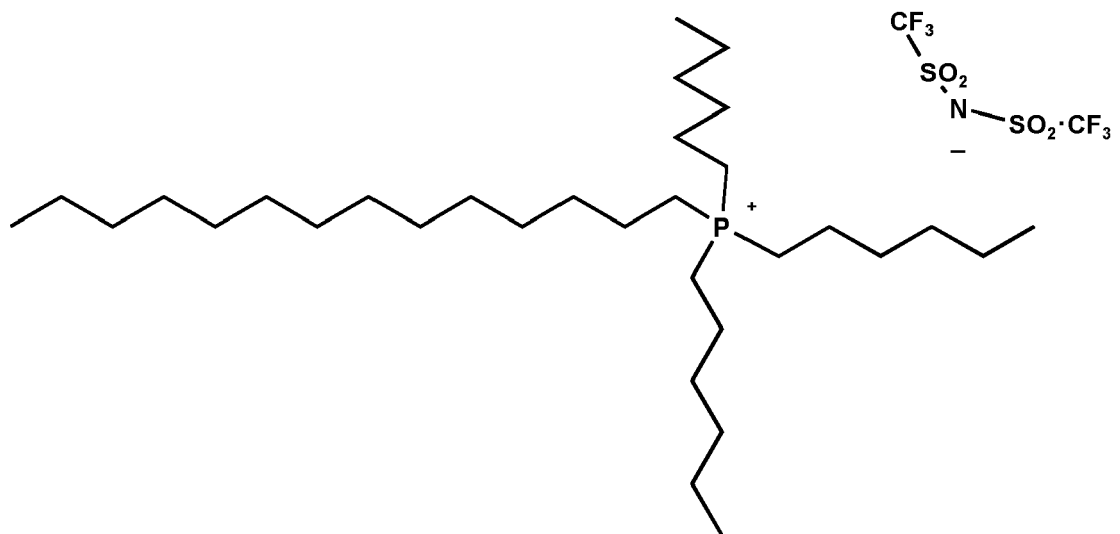
55



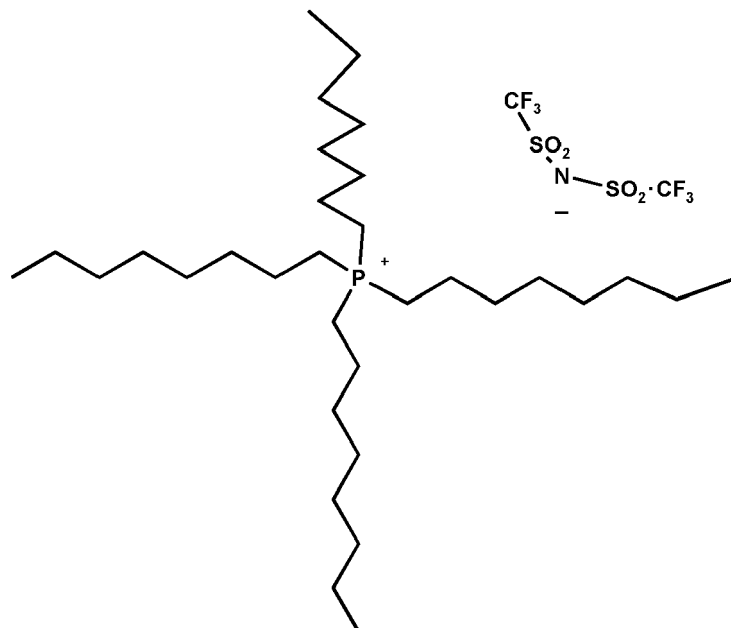
und deren Gemischen.

12. Schmierstoffzusammensetzung nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite ionische Flüssigkeit ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus

- (Trihexyltetradecylphosphonium) bis(trifluoromethylsulfonyl)imid



- (Tetraoctylphosphonium) bis(trifluormethylsulfonyl)imid



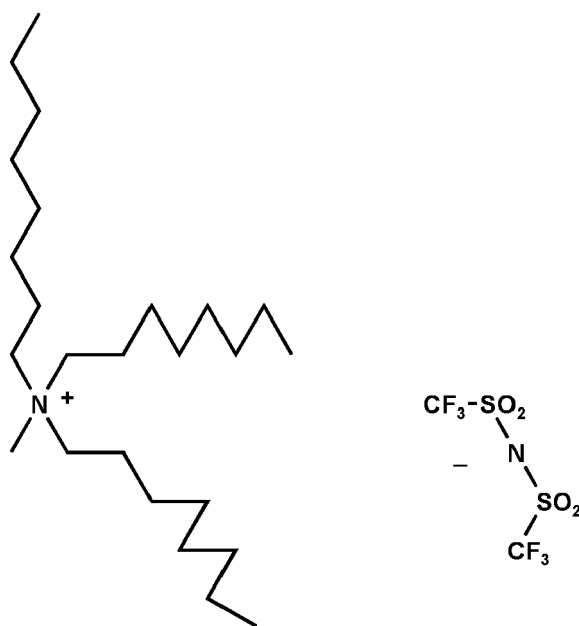
- (Methyltrioctylammonium) bis(trifluormethylsulfonyl)imid

5

10

15

20



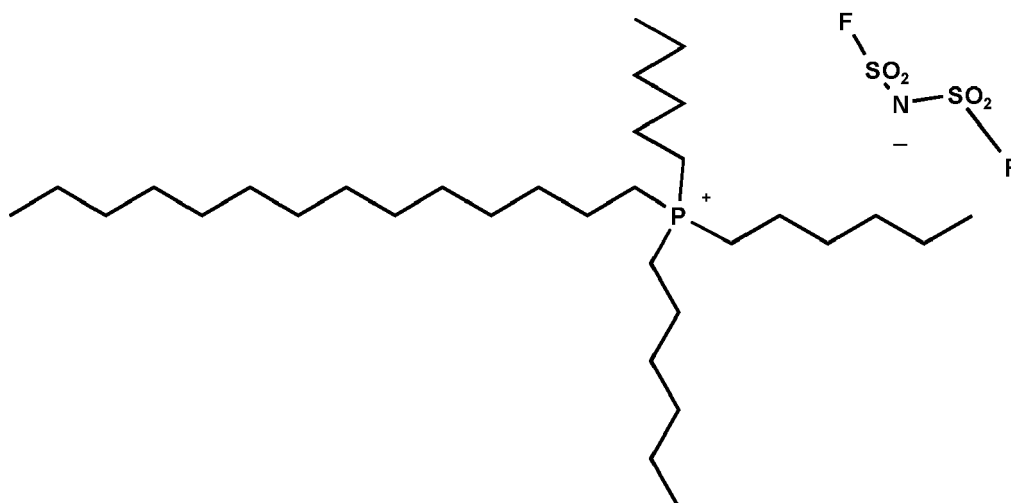
- (Trihexyltetradecylphosphonium) bis(fluorsulfonyl)imid

25

30

35

40



und deren Gemischen.

45

13. Schmierstoffzusammensetzung nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schmierstoffzusammensetzung (Trihexyltetradecylphosphonium) bis(2-ethylhexyl)phosphat als erste ionische Flüssigkeit und (Tetraoctylphosphonium) bis(trifluormethylsulfonyl)imid als zweite ionische Flüssigkeit oder (Trihexyltetradecylphosphonium) bis(2-ethylhexyl)phosphat als erste ionische Flüssigkeit und (Trihexyltetradecylphosphonium) bis(trifluormethylsulfonyl)imid als zweite ionische Flüssigkeit oder (Trihexyltetradecylphosphonium) bis(2-ethylhexyl)phosphat als erste ionische Flüssigkeit und (Trihexyltetradecylphosphonium) bis(fluorsulfonyl)imid als zweite ionische Flüssigkeit enthält.
14. Schmierstoffzusammensetzung nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Anteil der ersten ionischen Flüssigkeit, bezogen auf das Gesamtgewicht der Schmierstoffzusammensetzung, 0,5 bis 10 Gew.-%, noch bevorzugter 1 bis 5 Gew.-%, insbesondere 2 bis 5 Gew.-% und/oder der Anteil der zweiten ionischen Flüssigkeit, bezogen auf das Gesamtgewicht der Schmierstoffzusammensetzung, 0,25 bis 5 Gew.-%, noch bevorzugter 0,5 bis 2,5 Gew.-%, insbesondere 1 bis 2,5 Gew.-%, beträgt.

55

15. Schmierstoffzusammensetzung nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gewichtsverhältnis der ersten Ionischen Flüssigkeit zur zweiten Ionischen Flüssigkeit 1:1 bis 4:1, bevorzugt 1,5:1 bis 3:1, noch bevorzugter 1,5:1 bis 2,5:1 insbesondere 1,9:1 bis 2,1:1 beträgt.

16. Schmierstoffzusammensetzung umfassend

- a) ein Schmiermittel enthaltend ein Basisöl, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Mineralölen, Polyalphaolefinen, alkylierten Naphthalinen, alkylierten Diphenylethern, alkylierten Benzolen, Copolymeren aus Alkenen, bevorzugt LAO mit ungesättigten Estern, und deren Gemischen, insbesondere ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Polyalphaolefinen und alkylierten Diphenylethern und deren Gemischen,
- b) eine erste Ionische Flüssigkeit, deren Anion ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Dialkylphosphat, bevorzugt Bis(2-ethylhexyl)phosphat, Dialkylphosphinat, bevorzugt Bis(2,4,4-trimethylpentyl)phosphinat, Carboxylat, bevorzugt Decanoat, und Docusat und deren Gemischen,
- c) eine zweite Ionische Flüssigkeit, deren Anion ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Bis(perfluoralkylsulfonyl)imid, Tris(perfluoralkylsulfonyl)methid, Tris(perfluoralkyl)trifluorphosphat, Bisfluorsulfonylimid und deren Gemischen.

17. Verwendung einer Schmierstoffzusammensetzung wie in einem der Ansprüche 1 bis 16 definiert, zur Behandlung von Oberflächen von Antriebselementen, vorzugsweise von Wälzlagern, Getrieben, Gleitlagern und/oder Ketten, wobei die Antriebselemente vorzugsweise in Anlagen und Maschinen zur Herstellung und Förderung von Lebensmitteln, in Windkraftanlagen, in Automobilen, in Pulleylagern, in Schienenfahrzeugen, in Schiffen, in Elektromotoren, Generatoren, Nebenaggregaten und/oder Gelenken vorliegen.



EUROPÄISCHER TEILRECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

nach Regel 62a und/oder 63 des Europäischen Patent-
übereinkommens. Dieser Bericht gilt für das weitere
Verfahren als europäischer Recherchenbericht.

EP 21 15 4009

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2012/202724 A1 (BODESHEIM GUENTHER [DE] ET AL) 9. August 2012 (2012-08-09) * Absatz [0006] - Absatz [0028] * * Ansprüche; Beispiele *	1,2,17	INV. C10M169/04 C10M171/00
X	US 2013/331305 A1 (ASWATH PRANESH [US] ET AL) 12. Dezember 2013 (2013-12-12) * Absatz [0009] - Absatz [0014] * * Absatz [0029] - Absatz [0047] * * Ansprüche; Abbildungen; Beispiele *	1,2,9,17	ADD. C10N40/04 C10N40/02 C10N30/00 C10N30/02 C10N20/00
X	US 2010/105586 A1 (BODESHEIM GUENTHER [DE] ET AL) 29. April 2010 (2010-04-29) * Absatz [0013] - Absatz [0022] * * Ansprüche; Beispiele *	1,2,17	
A,D	US 2016/024421 A1 (QU JUN [US] ET AL) 28. Januar 2016 (2016-01-28) * das ganze Dokument *	1-17	
A,D	US 2015/232777 A1 (QU JUN [US] ET AL) 20. August 2015 (2015-08-20) * das ganze Dokument *	1-17	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) C10M C10N
UNVOLLSTÄNDIGE RECHERCHE			
Die Recherchenabteilung ist der Auffassung, daß ein oder mehrere Ansprüche, den Vorschriften des EPÜ nicht entspricht bzw. entsprechen, so daß nur eine Teilrecherche (R.62a, 63) durchgeführt wurde.			
Vollständig recherchierte Patentansprüche:			
Unvollständig recherchierte Patentansprüche:			
Nicht recherchierte Patentansprüche:			
Grund für die Beschränkung der Recherche: Siehe Ergänzungsblatt C			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 20. Juli 2021	Prüfer Elflein, Eleonore
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03/82 (P04E09)



UNVOLLSTÄNDIGE RECHERCHE ERGÄNZUNGSBLATT C

Nummer der Anmeldung

EP 21 15 4009

Vollständig recherchierbare Ansprüche:
13, 16

Unvollständig recherchierte Ansprüche:
1-12, 14, 15, 17

Grund für die Beschränkung der Recherche:

Der vorliegende Ansprüche 1-15 und 17 beziehen sich auf eine extrem große Zahl möglicher Erzeugnisse/Verwendungen, deren Komponenten nur durch die Löslichkeit in PA0 definiert sind. Stützung und Offenbarung im Sinne der Artikel 84 und 83 EPÜ lassen sich jedoch nur für einen sehr kleinen Teil der beanspruchten Erzeugnisse/Verwendungen finden.

Darüber hinaus bezieht sich der vorliegende Anspruch 1 auf zwei Komponenten, die nur durch Bezugnahme auf folgende unklare Parameter definiert werden: "löslich" bzw. "unlöslich" in PA0 400/40

Löslichkeit einer Verbindung ist nicht nur abhängig von der chemischen Zusammensetzung der zu lösenden Verbindung und des Lösemittels, sondern auch von der Temperatur. Auch die Grenzwerte bis zu welchen die Verbindung als löslich oder unlöslich betrachtet werden können je nach Anwendung variieren. (siehe ESOP Punkt 2.1). Die Ansprüche 1 und 2 definieren keinen dieser Parameter und sind daher nicht klar gemäß Art. 84 EPÜ.

Nach der Aufforderung zur Angabe der Ansprüche, auf deren Grundlage die Recherche durchgeführt werden soll, hat der Anmelder in seinem Schreiben vom 13.07.2012 vorgeschlagen, die Recherche für die Klassen der Anionen auszuführen. Bezüglich der Parameter "löslich in PA0" wird vorgeschlagen, die Definition auf S. 4, Z. 1-17 anzuwenden.

Die Recherche wurde daher auf folgenden Gegenstand beschränkt: Zusammensetzungen gemäß Anspruch 1, wobei die erste ionische Flüssigkeit Anionen gemäß Anspruch 8 und die zweite IL Anionen gemäß Anspruch 9 aufweist, in Kombination mit der Definition von "löslich" bzw. "unlöslich" gemäß S4, Z. 1-17; sowie die entsprechende Verwendung nach Anspruch 17.

Der Anmelder wird darauf hingewiesen, dass die Anmeldung unter Zugrundelegung des recherchierten Gegenstands weiterbearbeitet wird und dass die Ansprüche im weiteren Verfahren auf diesen Gegenstand zu beschränken sind (Regel 63 (3) EPÜ).

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 21 15 4009

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

20-07-2021

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	US 2012202724 A1	09-08-2012	BR PI0813381 A2 CA 2687498 A1 CN 101688144 A DE 102007028427 A1 EP 2164934 A1 JP 2010530447 A KR 20090130138 A KR 20120048035 A RU 2010101285 A US 2010187481 A1 US 2012202724 A1 WO 2008154998 A1	30-12-2014 24-12-2008 31-03-2010 24-12-2008 24-03-2010 09-09-2010 17-12-2009 14-05-2012 27-07-2011 29-07-2010 09-08-2012 24-12-2008
25	US 2013331305 A1	12-12-2013	US 2013331305 A1 WO 2013169779 A1	12-12-2013 14-11-2013
30	US 2010105586 A1	29-04-2010	BR PI0811885 A2 CA 2687149 A1 CN 101679899 A DE 102008024284 A1 EP 2164935 A1 ES 2563407 T3 JP 5496087 B2 JP 2010530446 A KR 20090130247 A KR 20120049385 A PL 2164935 T3 RU 2010101286 A US 2010105586 A1 WO 2008154997 A1	18-11-2014 24-12-2008 24-03-2010 22-01-2009 24-03-2010 15-03-2016 21-05-2014 09-09-2010 21-12-2009 16-05-2012 30-06-2016 27-07-2011 29-04-2010 24-12-2008
40	US 2016024421 A1	28-01-2016	KEINE	
45	US 2015232777 A1	20-08-2015	US 2015232777 A1 US 2018208869 A1	20-08-2015 26-07-2018
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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 2164934 B1 [0003]
- EP 1970432 A1 [0006]
- US 20160024421 A1 [0007]
- US 20150232777 A1 [0008]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **A. E. SOMERS et al.** *Appl. Mater. Interfaces*, 2013, vol. 5, 11544-11553 [0004]
- **WILLIAM C. BARNHILL ; HUIMIN LUO ; HARRY M. MEYER III ; CHENG MA ; MIAFFANG CHI ; BRIAN L. PAPKE ; JUN QU.** Tertiary and quaternary Ammonium-Phosphate Ionic Liquids as lubricant additives. *Tribology letters*, 2016, vol. 63, 22 [0005]
- **A. NAVEIRA SUÁREZ ; M. GRAHN ; R. PASARIBU ; R. LARSSON.** The influence of base oil polarity on the tribological performance of zinc dialkyl dithiophosphate additives. *Tribology International*, 2010, vol. 43 (12), 2268-2278 [0016]
- *Trib. Int.*, 2010, vol. 43, 2268-2278 [0097]
- **HARRINGTON, B.A. ; REID-PETERS, S. ; HAN, W.W.** *Exxon Mobil Chemical, in Researchgate*, 2014 [0097]