

(19)



österreichisches
patentamt

(10)

AT 501 793 A1 2006-11-15

(12)

Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer:

A 779/2005

(51) Int. Cl.⁸: **C07F 9/54** (2006.01),
C07C 211/62 (2006.01)

(22) Anmeldetag:

06.05.2005

(43) Veröffentlicht am:

15.11.2006

(73) Patentanmelder:

LINDE AG
D-65189 WIESBADEN (DE)

(54) **FLÜSSIGKEIT ZUR VERDICHTUNG EINES GASFÖRMIGEN MEDIUMS UND
VERWENDUNG DERSELBEN**

(57) Die Erfindung betrifft eine Flüssigkeit zur Verdichtung eines gasförmigen Mediums, welche die zur Verdichtung notwendige Kraft direkt auf das Gas überträgt. Die Flüssigkeit weist einen Dampfdruck kleiner 10^{-3} mbar auf.

AT 501 793 A1 2006-11-15

5 ZUSAMMENFASSUNG

- 10 Die Erfindung betrifft eine Flüssigkeit zur Verdichtung eines gasförmigen Mediums, welche die zur Verdichtung notwendige Kraft direkt auf das Gas überträgt. Die Flüssigkeit weist einen Dampfdruck kleiner 10^{-3} mbar auf.

PA 7985

**5 FLÜSSIGKEIT ZUR VERDICHTUNG EINES GASFÖRMIGEN MEDIUMS UND
VERWENDUNG DERSELBEN**

- 10 Die Erfindung betrifft eine Flüssigkeit zur Verdichtung eines gasförmigen Mediums, welche die zur Verdichtung erforderliche Kraft direkt auf das Gas überträgt.

Bei bekannten Verfahren und Vorrichtungen zum Verdichten eines gasförmigen Mediums kommen gegenwärtig üblicher Weise Kolbenverdichter bzw.

- 15 Kolbenverdichtersysteme zur Anwendung. Kolbenverdichter benötigen entsprechende Abdichtungssysteme, um das zu verdichtende Medium von dem den Kolben antreibenden Medium, beispielsweise Hydrauliköl, zu trennen.

Beispielsweise bei der Verdichtung von Wasserstoff, Erdgas und hoch reinen

- 20 Medien sind passgenaue Zylinder mit Kolben und entsprechend wirksame dynamische Dichtsysteme erforderlich, die üblicher Weise hohe Produktions- sowie Wartungskosten verursachen.

In einer noch nicht veröffentlichten deutschen Patentanmeldung mit dem amtlichen

- 25 Aktenzeichen 102004046316.6 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Verdichten eines gasförmigen Mediums beschrieben, bei welchem die Verdichtung des gasförmigen Mediums durch eine Flüssigkeit erfolgt, in welcher sich das gasförmige Medium nicht löst und / oder die von dem gasförmigen Medium rückstandsfrei trennbar ist.

30

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Flüssigkeit zur Verdichtung eines gasförmigen Mediums bereitzustellen, welche als Betriebsmittel, zur Übertragung der zur Verdichtung notwendigen Kraft direkt auf das Gas besonders geeignet ist. Darüber hinaus soll die Flüssigkeit zur Verdichtung des gasförmigen Mediums auch

dafür geeignet sein, in konventionellen Verdichtern und Kompressoren eingesetzt werden zu können.

- 5 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Flüssigkeit einen Dampfdruck kleiner 10^{-3} mbar aufweist.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist die Flüssigkeit einen Dampfdruck kleiner 10^{-6} mbar, insbesondere sogar kleiner 10^{-9} mbar, auf.

- 10 Eine Flüssigkeit mit einem derart niedrigen Dampfdruck ist besonders dafür geeignet, als „flüssiger Verdichterkolben“ eingesetzt zu werden, da ein Verschleppen der Flüssigkeit in das zu verdichtende Gas durch Verdampfen vermieden ist. Mit dem niedrigen Dampfdruck sind vorteilhafter Weise eine geringe Entflammbarkeit, eine geringe Kompressibilität und eine gute Leitfähigkeit
15 verbunden.

- Im Rahmen der Erfindung eignen sich besonders solche Flüssigkeiten zur Verdichtung des gasförmigen Mediums, die im Druckbereich des Verdichtungsvorganges thermisch stabil sind und welche keine oder nur eine sehr
20 geringe Löslichkeit für das jeweilige gasförmige Medium aufweisen.

Eine besondere Eignung besitzen Flüssigkeiten, die ionische Verbindungen oder Gemische mehrerer ionischer Verbindungen der allgemeinen Formel $[Q^+]_n[Z^n]_n$ sind,

- 25 - wobei das betreffende Kation $[Q^+]$ ein quaterniertes oder protoniertes Ammonium- $[R^1R^2R^3R^4N^+]$, Phosphonium- $[R^1R^2R^3R^4P^+]$ oder Sulfonium- $[R^1R^2R^3S^+]$ Kation oder ein analoger quaternierter oder protonierter Stickstoff-, Phosphor- oder Schwefel-Heteroaromat ist,
- wobei die Reste R^1, R^2, R^3, R^4 alle gleich, zum Teil gleich oder unterschiedlich
30 sind,
- wobei die Reste R^1, R^2, R^3 und R^4 Protonen (Wasserstoffatome), lineare, cyclische, verzweigte, gesättigte oder ungesättigte Alkylreste, mono- oder polycyclische aromatische oder heteroaromatische Reste oder mit weiteren funktionellen Gruppen substituierte Derivate dieser Reste sind,

- wobei R^1, R^2, R^3, R^4 auch untereinander verbunden sein können (mehrbindiger Rest),
- wobei $[Z^{n-}]$ ein Anion mit der negativen Ladungszahl n^- ist oder auch
- ein mit m Wasserstoffatomen protoniertes Anion $[H_m Z^{(n-m)-}]$ ist.

5

Gerade diese ionischen Verbindungen weisen jene Eigenschaften auf – thermische Stabilität im Temperatur- und Druckbereich der Verdichtung keine bzw. eine geringe Löslichkeit für das gasförmige Medium – die sie zur Verdichtung von gasförmigen Medien prädestinieren.

10

In diesem Zusammenhang wird auf die WO 2005/021484 A2 verwiesen, welche sich mit einem Verfahren zur Herstellung ionischer Flüssigkeiten, ionischer Feststoffe oder Gemische derselben befasst. Die im Rahmen der gegenständlichen Erfindung einsetzbaren ionischen Verbindungen lassen sich mit den in dieser Druckschrift

15

beschriebenen Verfahren effizient und kostengünstig herstellen.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann $[Z^{n-}]$ ein Anion sein, welches mit $[Q^+]$ eine zur Verdichtung eines gasförmigen Mediums geeignete ionische Verbindung bildet.

20

Alternativ dazu kann das $[Z^{n-}]$ eines der folgenden Anionen sein: Tetrafluoroborat $[BF_4^-]$, Hexafluorophosphat $[PF_6^-]$, Bis-(trifluormethylsulfonyl)imid $[(CF_3SO_2)_2N^-]$, Tris-(trifluormethylsulfonyl)methid $[(CF_3SO_2)_3C^-]$, Trifluormethansulfonat $[CF_3SO_2^-]$, Trifluoracetat $[CF_3CO_2^-]$, Methansulfonat $[CH_3SO_2^-]$, Dicyanamid, $[NCNCN^-]$,

25

Tricyanamid $[C(CN)_3^-]$, Formiat, Propanoat, Butanoat, Heptafluorbutanoat, Pentanoat, Hexanoat, Heptanoat, Octanoat, Nonanoat, Decanoat, Ethansulfonat, Propansulfonat, Butansulfonat, Pentansulfonat, Hexansulfonat, Heptansulfonat, Octansulfonat, Nonansulfonat, Decansulfonat, Acetat, Chlorid, Bromid, Iodid, Nitrat, Chlorat, Perchlorat, Bromat, Perbromat, Phosphat, Borat, Sulfat, Hydrogensulfat,

30

Alkylsulfat, Arylsulfat, Dialkylphosphat, Diarylphosphat, Alkylphosphonat, Arylphosphonat, Alkylcarboxylat, Arylcarboxylat, Carbonat, Hydrogencarbonat, Alkylcarbonat, Arylcarbonat, Gluconat, Tartrat, Ascorbat, Lactat, Citrat, Benzoat, Salicylat etc. oder ein Derivat derselben.

Von den ionischen Verbindungen sind folgende, auch in Kombination miteinander, besonders geeignet: 1-Ethyl-3-methylimidazolium ethylsulfat (CAS 342573-75-5) oder 1-Butyl-3-methylimidazolium methylsulfat (CAS 401788-98-5) oder 1-Ethyl-3-methylimidazolium thiocyanat (CAS 331717-63-6) oder 1-Butyl-3-methylimidazolium thiocyanat (CAS 344790-87-0) oder Methyltributylammonium dibutylphosphat.

Einen niedrigen Dampfdruck in der Größenordnung von 10^{-4} bis 10^{-10} mbar weisen auch bestimmte molekulare Flüssigkeiten auf. Aus der Klasse dieser Flüssigkeiten eignet sich besonders ein Perfluoropolyether, ein Polyphenyl-Ether oder Polyphenyl-Thioether, Siliconöl, Mineralöl, synthetisches Öl oder ein Gemisch aus zumindest zwei dieser Substanzen.

Im Rahmen der Erfindung können auch Flüssigkeiten verwendet werden, die ein Gemisch aus zumindest einer ionischen Verbindung mit zumindest einer molekularen Flüssigkeit sind.

Die meisten im Rahmen der Erfindung zur Verdichtung eines gasförmigen Mediums erwähnten und besonders geeigneten Flüssigkeiten weisen bereits günstige Schmier- Korrosions- und Dichtungseigenschaften auf. Für bestimmte Verwendungszwecke und auch beim Einsatz bestimmter Substanzen kann es jedoch von Vorteil sein, der Substanz bzw. der Flüssigkeit ionische oder molekulare Additive beizumischen, wie beispielsweise Korrosionsschutzadditive, Oxidationsschutz-Additive, Reduktionsschutz-Additive, pH-Puffersubstanzen und/oder Säurefänger, Komplexbildner, Emulgatoren, Dispergentien, Detergentien, Verschleißschutz-Additive, Extrem-Pressure-Additive, Friktionsmodifikatoren, Viskositätsmodifikatoren, Geliermittel, Dichtungsadditive, Konservierungsmittel, Pour-Point-Additive, Schauminhibitoren, Radikalfänger und Wasserregulatoren.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Flüssigkeit eine Emulsion, gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform kann die Flüssigkeit flüssigkristallin sein oder ein Gemisch eines mikro- bis nanokristallinen Feststoffes mit zumindest einer ionischen und / oder zumindest einer molekularen Flüssigkeit sein. In manchen ihrer Kenngrößen verhalten sich derartige Flüssigkeiten eher wie

Feststoffe, was sie für ihre Verwendung zur Verdichtung von gasförmigen Medien besonders geeignet macht.

- Gemäß der Erfindung vorgeschlagene Flüssigkeiten werden bevorzugt in einem
- 5 Verdichter- oder Kompressorsystem zur Verdichtung eines gasförmigen Mediums eingesetzt. Dabei kann die Flüssigkeit mit dem zu verdichtenden gasförmigen Medium unmittelbar die Phasengrenzfläche bilden oder es kann an der Phasengrenzfläche zu dem zu verdichtenden Gas eine Membran eingebracht sein.
- 10 Je nach ihren sonstigen Eigenschaften eignet sich die eingesetzte Flüssigkeit gleichzeitig vorteilhafter Weise auch dazu, als Mittel zum Betrieb von Ventilen, von Mess-, Regel- und Steuereinheiten, von Kühlsystemen, von bewegten mechanischen Teilen oder von Dichtungen des Verdichter- oder Kompressorsystem eingesetzt zu werden.
- 15 Die eingesetzte Flüssigkeit kann ferner unter den herrschenden oder vorgesehenen Betriebsbedingungen flüssig sein, jedoch vor der Inbetriebnahme des Verdichters oder Kompressors im festen Aggregatzustand vorliegen. Auf diese Weise ist auch ein vor der Inbetriebnahme des Verdichters oder Kompressors im festen
- 20 Aggregatzustand vorliegender ionischer Feststoff verwendbar.

Weitere Merkmale, Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung.

- 25 Einige der verwendeten Begriffe sind wie folgt zu verstehen:

- Ionische Flüssigkeiten:** Ionische Flüssigkeiten sind - im Sinne der anerkannten Literatur (z.B. Wasserscheid, Peter; Welton, Tom (Eds.); „*Ionic Liquids in Synthesis*“, Verlag Wiley-VCH 2003; ISBN 3-527-30515-7; Rogers, Robin D.;
- 30 Seddon, Kenneth R. (Eds.); „*Ionic Liquids - Industrial Applications to Green Chemistry*“, ACS Symposium Series 818, 2002; ISBN 0841237891“) - flüssige organische Salze oder Salzgemische bestehend aus organischen Kationen und organischen oder anorganischen Anionen, mit Schmelzpunkten von unter 100°C.

- Ionische Feststoffe:** Der Begriff „ionische Feststoffe“ beinhaltet in dieser Anmeldung Salze im Sinne der ionischen Flüssigkeiten, mit Schmelzpunkten von 100°C und höher. Es besteht neben diesem definitionsgemäß festgelegten Schmelzbereich und dem damit verbundenen Aggregatzustand kein
- 5 prinzipieller chemischer oder physikalischer Unterschied zu ionischen Flüssigkeiten.

Ionische Verbindungen: Sind alle ionischen Flüssigkeiten und ionischen Feststoffe im Sinne der oben angeführten Definitionen.

- 10 **Molekulare Flüssigkeiten:** Sind zum Unterschied zu Ionischen Verbindungen konventionelle, auf molekularer Basis aufgebaute Flüssigkeiten; sie sind daher nicht aus Ionen aufgebaut, also keine Salze.

- 15 Ionische Verbindungen – Verbindungen, welche ionische Flüssigkeiten oder ionische Feststoffe sind - weisen äußerst interessante Eigenschaften auf, wie beispielsweise einen sehr geringen bis nahezu nicht messbaren Dampfdruck, einen sehr großen Liquidusbereich, gute elektrische Leitfähigkeit und ungewöhnliche Solvations-Eigenschaften. Diese Eigenschaften prädestinieren sie für den Einsatz in verschiedenen Bereichen technischer Anwendungen. So können sie
- 20 beispielsweise als Lösungsmittel (bei organischer und anorganischer Synthese im Allgemeinen, bei der Übergangsmetallkatalyse, der Biokatalyse, der Phasentransfer-Katalyse, bei Mehrphasen-Reaktionen, in der Photochemie, in der Polymersynthese und der Nanotechnologie), als Extraktionsmittel (bei der flüssig-flüssig- und der flüssig-gasförmigen-Extraktion im Allgemeinen, der Entschwefelung
- 25 von Rohöl, der Entfernung von Schwermetallen aus Abwässern, der Flüssigmembranextraktion), als Elektrolyte (in Batterien, Brennstoffzellen, Kondensatoren, Solarzellen, Sensoren, in der Elektrochromie, der Galvanotechnik, in der elektrochemischen Metallbearbeitung, in der elektrochemischen Synthese im Allgemeinen, bei der elektroorganischen Synthese, der Nanotechnologie), als
- 30 Schmierstoffe, als Thermofluide, als Gele, als Reagenzien zur organischen Synthese, in der „Green Chemistry“ (Ersatz für Volatile Organic Compounds), als Antistatika, in Spezialanwendungen der Analytik (Gaschromatographie, Massenspektroskopie, Kapillaronenelektrophorese), als Flüssigkristalle, etc. (unvollständige Aufzählung) eingesetzt werden. Diesbezüglich wird beispielsweise

auf „Rogers, Robin D.; Seddon, Kenneth R. (Eds.); Ionic Liquids - Industrial Applications to Green Chemistry, ACS Symposium Series 818, 2002; ISBN 0841237891“ und „Wasserscheid, Peter; Welton, Tom (Eds.); Ionic Liquids in Synthesis, Verlag Wiley-VCH 2003; ISBN 3527305157“ verwiesen.

5

Die Optimierung der Eigenschaften für die jeweilige Anwendung kann in weiten Grenzen durch eine Variation der Struktur von Anion und Kation bzw. eine Variation ihrer Kombination erfolgen, was den ionischen Flüssigkeiten die Bezeichnung „Designer Solvents“ (siehe beispielsweise Freemantle, M.; Chem. Eng. News, 78, 2000, 37) eingebracht hat.

10

Zu den im Rahmen der Erfindung besonders geeigneten ionischen Verbindungen zählen niederschmelzende organische Salze, bestehend aus organischen Kationen und organischen oder anorganischen Anionen, der allgemeinen Formel $[Q^+]_n[Z^n^-]$,

15

- wobei das betreffende Kation $[Q^+]$ ein quaterniertes oder protoniertes Ammonium- $[R^1R^2R^3R^4N^+]$, Phosphonium- $[R^1R^2R^3R^4P^+]$ oder Sulfonium- $[R^1R^2R^3S^+]$ Kation oder ein analoger quaternierter oder protonierter Stickstoff-, Phosphor- oder Schwefel-Heteroaromat (siehe Abbildung 1) ist,
- wobei die Reste R^1, R^2, R^3, R^4 alle gleich, teilweise gleich oder unterschiedlich sein können. Diese Reste R^1, R^2, R^3 und R^4 können Protonen (Wasserstoffatome), lineare, cyclische, verzweigte, gesättigte oder ungesättigte Alkylreste, mono- oder polycyclische aromatische oder heteroaromatische Reste oder mit weiteren funktionellen Gruppen substituierte Derivate dieser Reste sein, wobei R^1, R^2, R^3, R^4 auch untereinander verbunden sein können (mehrbindiger Rest),
- wobei $[Z^n^-]$ ein Anion mit der negativen Ladungszahl n^- ist.

20

25

30

$[Z^n^-]$ kann auch ein mit m Wasserstoffatomen protoniertes Anion $[H_mZ^{(n-m)-}]$ sein. Im Falle des Phosphats $[PO_4^{3-}]$ wären dies beispielsweise das Dihydrogenphosphat $[H_2PO_4^-]$ und das Hydrogenphosphat $[HPO_4^{2-}]$. Grundsätzlich kann $[Z^n^-]$ ein Anion sein, welches mit $[Q^+]$ eine zur Verdichtung eines gasförmigen Mediums geeignete ionische Verbindung bildet.

- Bevorzugt ist $[Z^{n-}]$ eines der folgenden Anionen: Tetrafluoroborat $[BF_4^-]$, Hexafluorophosphat $[PF_6^-]$, Bis-(trifluormethylsulfonyl)imid $[(CF_3SO_2)_2N^-]$, Tris-(trifluormethylsulfonyl)methid $[(CF_3SO_2)_3C^-]$, Trifluormethansulfonat $[CF_3SO_2^-]$, Trifluoracetat $[CF_3CO_2^-]$, Methansulfonat $[CH_3SO_2^-]$, Dicyanamid $[NCNCN^-]$, Tricyanamid $[C(CN)_3^-]$, Formiat, Propanoat, Butanoat, Heptafluorbutanoat, Pentanoat, Hexanoat, Heptanoat, Octanoat, Nonanoat, Decanoat, Ethansulfonat, Propansulfonat, Butansulfonat, Pentansulfonat, Hexansulfonat, Heptansulfonat, Octansulfonat, Nonansulfonat, Decansulfonat, Acetat, Chlorid, Bromid, Iodid, Nitrat, Chlorat, Perchlorat, Bromat, Perbromat, Phosphat, Borat, Sulfat, Hydrogensulfat, Alkylsulfat, Arylsulfat, Dialkylphosphat, Diarylphosphat, Alkylphosphonat, Arylphosphonat, Alkylcarboxylat, Arylcarboxylat, Carbonat, Hydrogencarbonat, Alkylcarbonat, Arylcarbonat, Gluconat, Tartrat, Ascorbat, Lactat, Citrat, Benzoat, Salicylat etc. (unvollständige Aufzählung) oder ein Derivat derselben.
- Die nachstehende, oben bereits erwähnte Abbildung 1 gibt Beispiele heteroalicyclischer und heteroaromatischer Kationen $[Q^+]$, wobei es sich um eine unvollständige Aufzählung handelt:

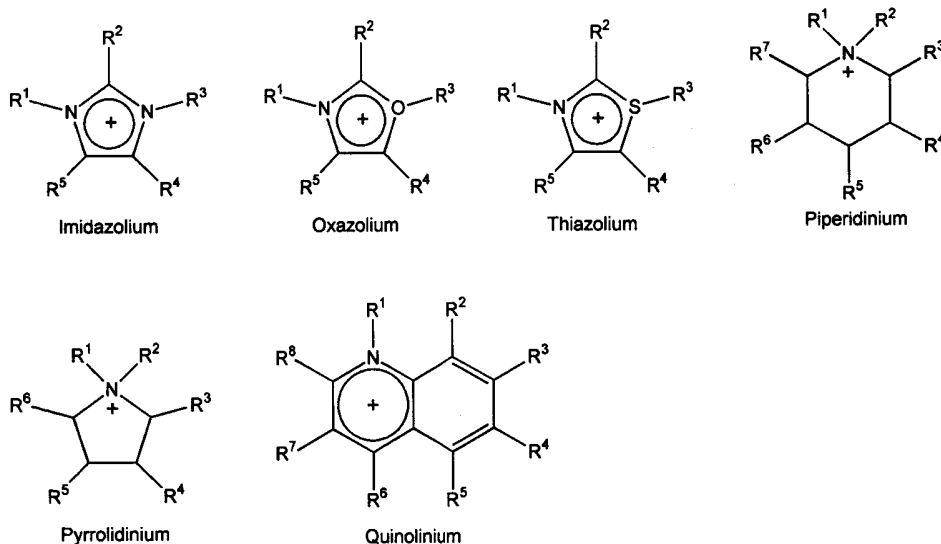


Abbildung 1

Anmerkung: Für die zusätzlichen Reste R^5 , R^6 , R^7 , R^8 gilt dieselbe Definition wie für die beschriebene Definition der Reste R^1 , R^2 , R^3 , R^4 .

Ionische Verbindungen eignen sich besonders gut als Medium bzw. Flüssigkeit zur Verdichtung eines gasförmigen Mediums, insbesondere wegen ihres äußerst niedrigen bis nicht messbaren Dampfdruckes. Unter einem niedrigen Dampfdruck ist
5 dabei ein Dampfdruck kleiner 10^{-3} mbar, insbesondere kleiner 10^{-6} bzw. sogar kleiner 10^{-9} mbar, zu verstehen. Der niedrige Dampfdruck ist dafür verantwortlich, dass ein nicht erwünschtes Verschleppen der zur Verdichtung des gasförmigen Mediums eingesetzten Flüssigkeit bzw. ionischen Verbindung durch Verdampfen wirkungsvoll verhindert wird. Der äußerst niedrige Dampfdruck geht mit einer sehr
10 geringen Entflammbarkeit und einer geringen Kompressibilität einher. Eine weitere vorteilhafte Eigenschaft ionischer Verbindungen ist ihre geringe Neigung zur elektrostatischen Aufladung, wodurch auch eine potentielle Zündung brennbarer Gase vermieden wird. Eine Vielzahl von Gasen, wie beispielsweise Wasserstoff und Kohlenmonoxid haben eine sehr geringe Löslichkeit in vielen ionischen
15 Verbindungen, wodurch eine etwaige Schaumbildung und Kompressionsverluste minimiert werden. Ein weiterer Vorteil ist die gute Anpassbarkeit der chemischen und physikalischen Eigenschaften ionischer Verbindungen durch entsprechende Variation der Struktur von Kationen und Anionen und deren Kombination, in der erreichbaren hohen Stabilität gegenüber thermischen Belastungen und chemischen
20 Einflüssen. Es sind hohe Zersetzungstemperaturen erreichbar und eine gute Redox-Stabilität.

Einige ionische Flüssigkeiten zeigen flüssigkristalline Eigenschaften und verhalten sich dadurch in manchen ihrer Kenngrößen eher wie Feststoffe als wie
25 Flüssigkeiten, was sie für eine Anwendung als „flüssige Verdichterkolben“ besonders prädestiniert.

Zu den im Rahmen der Erfindung zur Verdichtung eines gasförmigen Mediums besonders geeigneten ionischen Flüssigkeiten mit niedrigem Dampfdruck zählen:
30 1-Ethyl-3-methylimidazolium ethylsulfat (CAS 342573-75-5) oder 1-Butyl-3-methylimidazolium methylsulfat (CAS 401788-98-5) oder 1-Ethyl-3-methylimidazolium thiocyanat (CAS 331717-63-6) oder 1-Butyl-3-methylimidazolium thiocyanat (CAS 344790-87-0) oder Methyltributylammonium dibutylphosphat. Auch

Gemische aus zumindest zwei dieser Substanzen können vorteilhafter Weise eingesetzt werden.

- Im Rahmen der Erfindung kommen als Alternativen zu ionischen Flüssigkeiten
- 5 andere Flüssigkeiten, insbesondere molekulare Flüssigkeiten, zur Verdichtung von gasförmigen Medien in Frage, die ebenfalls einen geringen, wenn auch im Vergleich zu den meisten ionischen Verbindungen etwas höheren Dampfdruck, besitzen. Von den molekularen Flüssigkeiten sind beispielsweise besonders geeignet:
- 10 Perfluoropolyether (z.B. Fomblin[®] / Fa. Solvay Solexis Inc.) oder Polyphenyl-Ether oder Polyphenyl-Thioether (z.B. Santovac[®] / Fa. Monsanto Co.) oder ein Siliconöl (z.B. ein Tetramethyltetraphenyltrisiloxan AN140 / Fa. Wacker Chemie GmbH) oder ein Mineralöl (z.B. Balzers B3 / Fa. Balzers AG) oder synthetisches Öl (z.B. Alcatel 111 / Fa. Alcatel Hochvakuum Technik GmbH) oder jede andere Flüssigkeit ,
- 15 welche sich durch einen geringen bis sehr geringen Dampfdruck auszeichnet und welche für die erwähnte Anwendung geeignete physikalisch-chemische Eigenschaften aufweist, wie z.B. geringe Gaslöslichkeit, thermische und chemische Stabilität, geeigneter Liquidusbereich, etc. (unvollständige Aufzählung).

- Die ionischen Verbindungen und die molekularen Flüssigkeiten können zusätzlich
- 20 mit ionischen und / oder molekularen Additiven versetzt sein, um weitere Anforderungen, wie beispielsweise Korrosionseigenschaften, Dichtungseigenschaften, Viskosität, tribologisches Verhalten, chemische und physikalische Stabilität, Verträglichkeit gegenüber Konstruktionsmaterialien wie z.B. Metallen und Elastomeren, zu optimieren. Es kommt insbesondere zumindest eines
- 25 der folgenden Additive in Frage: Korrosionsschutzadditive, Oxidationsschutz-Additive, Reduktionsschutz-Additive, pH-Puffersubstanzen und/oder Säurefänger, Komplexbildner, Emulgatoren, Dispergentien, Detergentien, Verschleißschutz-Additive, Extrem-Pressure-Additive, Friktionsmodifikatoren, Viskositätsmodifikatoren, Geliermittel, Dichtungsadditive, Konservierungsmittel,
- 30 Pour-Point-Additive, Schauminhibitoren, Radikalfänger, Wasserregulatoren.

Erfindungsgemäß einsetzbare Flüssigkeiten können auch Gemische aus zumindest einer ionischen Verbindung mit zumindest einer molekularen Flüssigkeit sein. Dabei kann die Flüssigkeit eine Emulsion sein oder flüssigkristallin bzw. ein Gemisch eines

mikro- bis nanokristallinen Feststoffes mit zumindest einer ionischen und / oder zumindest einer molekularen Flüssigkeit sein.

5 Die von der Erfindung erfassten Flüssigkeiten können ferner in einem Verdichter- oder Kompressorsystem neben der Verdichtung des gasförmigen Mediums auch weitere Aufgaben übernehmen: Sie können in sämtlichen, dem Verdichtersystem zugehörigen Bauteilgruppen und Bauteilen, wie z.B. Ventilen, Meß-, Regel- und Steuereinheiten, Kühlsystemen, bewegten mechanischen Teilen wie z.B. Lagern und Dichtsystemen (unvollständige Aufzählung) gleichzeitig als Betriebsmittel
10 eingesetzt werden.

Darüber hinaus können bestimmte im Rahmen der Erfindung einsetzbare Flüssigkeiten im zu verdichtenden Gas gegebenenfalls vorhandene feste, flüssige oder gasförmige Verunreinigungen, wie beispielsweise Wasser, Sauerstoff,
15 Lösungsmittelreste, entfernen.

Die in einem Verdichter- oder Kompressorsystem verwendete erfindungsgemäße Flüssigkeit kann dabei mit dem zu verdichtenden gasförmigen Medium unmittelbar die Phasengrenzfläche bilden, alternativ dazu kann an der Phasengrenzfläche zu
20 dem zu verdichtenden Gas eine Membran eingebracht sein.

Vor dem Einsatz als Verdichtungsmittel kann die ionische Verbindung auch ein ionischer Feststoff sein, welcher bei typischem Temperaturbereich der Verwendung dann flüssig ist.

25

5 PATENTANSPRÜCHE

- 10 1. Flüssigkeit zur Verdichtung eines gasförmigen Mediums, welche die zur Verdichtung notwendige Kraft direkt auf das Gas überträgt, dadurch gekennzeichnet, dass sie einen Dampfdruck kleiner 10^{-3} mbar aufweist.
- 15 2. Flüssigkeit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie einen Dampfdruck kleiner 10^{-6} mbar, insbesondere kleiner 10^{-9} mbar, aufweist.
3. Flüssigkeit nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass sie im Temperatur- und Druckbereich des Verdichtungs Vorganges thermisch stabil ist.
- 20 4. Flüssigkeit nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass sie keine bzw. nur eine geringe Löslichkeit für das zu verdichtende Gas aufweist.
- 25 5. Flüssigkeit nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine ionische Verbindung oder ein Gemisch mehrerer ionischer Verbindungen der allgemeinen Formel $[Q^+]_n[Z^{n-}]$ ist,
- 30 - wobei das betreffende Kation $[Q^+]$ ein quaterniertes oder protoniertes Ammonium- $[R^1R^2R^3R^4N^+]$, Phosphonium- $[R^1R^2R^3R^4P^+]$ oder Sulfonium- $[R^1R^2R^3S^+]$ Kation oder ein analoger quaternierter oder protonierter Stickstoff-, Phosphor- oder Schwefel-Heteroaromat ist,
- wobei die Reste R^1, R^2, R^3, R^4 alle gleich, zum Teil gleich oder unterschiedlich sind,

- wobei die Reste R^1, R^2, R^3 und R^4 Protonen (Wasserstoffatome), lineare, cyclische, verzweigte, gesättigte oder ungesättigte Alkylreste, mono- oder polycyclische aromatische oder heteroaromatische Reste oder mit weiteren funktionellen Gruppen substituierte Derivate dieser Reste sind,
 - 5 - wobei R^1, R^2, R^3, R^4 auch untereinander verbunden sein können (mehrbindiger Rest),
 - wobei $[Z^{n-}]$ ein Anion mit der negativen Ladungszahl n^- ist oder auch
 - ein mit m Wasserstoffatomen protoniertes Anion $[H_m Z^{(n-m)-}]$ ist.
- 10 6. Flüssigkeit nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass $[Z^{n-}]$ ein Anion ist, welches mit $[Q^+]$ eine zur Verdichtung eines gasförmigen Mediums geeignete ionische Verbindung bildet.
- 15 7. Flüssigkeit nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass $[Z^{n-}]$ eines der folgenden Anionen ist: Tetrafluoroborat $[BF_4^-]$, Hexafluorophosphat $[PF_6^-]$, Bis-(trifluormethylsulfonyl)imid $[(CF_3SO_2)_2N^-]$, Tris-(trifluormethylsulfonyl)methid $[(CF_3SO_2)_3C^-]$, Trifluormethansulfonat $[CF_3SO_2^-]$, Trifluoracetat $[CF_3CO_2^-]$, Methansulfonat $[CH_3SO_2^-]$, Dicyanamid $[NCNCN^-]$, Tricyanamid $[C(CN)_3^-]$, Formiat, Propanoat, Butanoat, Heptafluorbutanoat,
- 20 Pentanoat, Hexanoat, Heptanoat, Octanoat, Nonanoat, Decanoat, Ethansulfonat, Propansulfonat, Butansulfonat, Pentansulfonat, Hexansulfonat, Heptansulfonat, Octansulfonat, Nonansulfonat, Decansulfonat, Acetat, Chlorid, Bromid, Iodid, Nitrat, Chlorat, Perchlorat, Bromat, Perbromat, Phosphat, Borat, Sulfat, Hydrogensulfat, Alkylsulfat, Arylsulfat, Dialkylphosphat, Diarylphosphat,
- 25 Alkylphosphonat, Arylphosphonat, Alkylcarboxylat, Arylcarboxylat, Carbonat, Hydrogencarbonat, Alkylcarbonat, Arylcarbonat, Gluconat, Tartrat, Ascorbat, Lactat, Citrat, Benzoat, Salicylat etc. oder ein Derivat derselben.
- 30 8. Flüssigkeit nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass es sich um 1-Ethyl-3-methylimidazolium ethylsulfat (CAS 342573-75-5) oder 1-Butyl-3-methylimidazolium methylsulfat (CAS 401788-98-5) oder 1-Ethyl-3-methylimidazolium thiocyanat (CAS 331717-63-6) oder 1-Butyl-3-methylimidazolium thiocyanat (CAS 344790-87-0) oder Methyltributylammonium

dibutylphosphat oder um ein Gemisch aus zumindest zwei dieser Substanzen handelt.

- 5 9. Flüssigkeit nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine molekulare Flüssigkeit ist.
- 10 10. Flüssigkeit nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass sie ein Perfluoropolyether, ein Polyphenyl-Ether oder Polyphenyl-Thioether, ein Siliconöl, ein Mineralöl, ein synthetisches Öl oder ein Gemisch aus zumindest zwei dieser Substanzen ist.
- 15 11. Flüssigkeit nach einem der Ansprüche 1 bis 7 und 9 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass sie ein Gemisch zumindest einer ionischen Verbindung mit zumindest einer molekularen Flüssigkeit ist.
- 20 12. Flüssigkeit nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass sie zumindest ein ionisches oder molekulares Additiv enthält, wie z.B. Korrosionsschutzadditive, Oxidationsschutz-Additive, Reduktionsschutz-Additive, pH-Puffersubstanzen und/oder Säurefänger, Komplexbildner, Emulgatoren, Dispergentien, Detergentien, Verschleißschutz-Additive, Extrem-Pressure-Additive, Friktionsmodifikatoren, Viskositätsmodifikatoren, Geliermittel, Dichtungsadditive, Konservierungsmittel, Pour-Point-Additive, Schauminhibitoren, Radikalfänger, Wasserregulatoren.
- 25 13. Flüssigkeit nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Emulsion ist.
- 30 14. Flüssigkeit nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass sie flüssigkristallin ist oder ein Gemisch eines mikro- bis nanokristallinen Feststoffes mit zumindest einer ionischen und / oder zumindest einer molekularen Flüssigkeit ist.
15. Verwendung der Flüssigkeit nach einem der Ansprüche 1 bis 14 in einem Verdichter- oder Kompressorsystem zur Verdichtung eines gasförmigen

Mediums.

- 5 16. Verwendung der Flüssigkeit nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass sie mit dem zu verdichtenden gasförmigen Medium unmittelbar die Phasengrenzfläche bildet.
- 10 17. Verwendung der Flüssigkeit nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass an ihrer Phasengrenzfläche zum zu verdichtenden Gas eine Membran eingebracht ist.
- 15 18. Verwendung der Flüssigkeit nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass sie zusätzlich als Mittel zum Betrieb von Ventilen, von Mess-, Regel- und Steuereinheiten, von Kühlsystemen, von bewegten mechanischen Teilen oder von Dichtungen des Verdichter- oder Kompressorsystem eingesetzt wird.
- 20 19. Verwendung der Flüssigkeit nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass sie unter Betriebsbedingungen flüssig ist und vor Inbetriebnahme des Verdichters oder Kompressors im festen Aggregatzustand vorliegt.

5 **NEUE PATENTANSPRÜCHE**

10 1. Verwendung

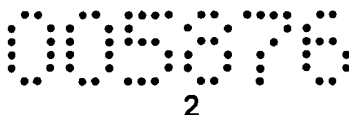
einer flüssigen ionischen Verbindung oder eines Gemisches mehrerer flüssiger ionischer Verbindungen der allgemeinen Formel $[Q^+]_n[Z^n^-]$,

- 15 - wobei das betreffende Kation $[Q^+]$ ein quaterniertes oder protoniertes Ammonium- $[R^1R^2R^3R^4N^+]$, Phosphonium- $[R^1R^2R^3R^4P^+]$ oder Sulfonium- $[R^1R^2R^3S^+]$ Kation oder ein analoger quaternierter oder protonierter Stickstoff-, Phosphor- oder Schwefel-Heteroaromat ist,
- 20 - wobei die Reste R^1, R^2, R^3, R^4 alle gleich, zum Teil gleich oder unterschiedlich sind,
- wobei die Reste R^1, R^2, R^3 und R^4 Protonen (Wasserstoffatome), lineare, cyclische, verzweigte, gesättigte oder ungesättigte Alkylreste, mono- oder polycyclische aromatische oder heteroaromatische Reste oder mit weiteren funktionellen Gruppen substituierte Derivate dieser Reste sind,
- 25 - wobei R^1, R^2, R^3, R^4 auch untereinander verbunden sein können (mehrbindiger Rest),
- wobei $[Z^n^-]$ ein Anion mit der negativen Ladungszahl n^- ist oder auch
- ein mit m Wasserstoffatomen protoniertes Anion $[H_mZ^{(n-m)}^-]$ ist,

30 und/oder einer molekularen Flüssigkeit

zur Verdichtung eines gasförmigen Mediums, wobei die jeweilige Flüssigkeit die zur Verdichtung notwendige Kraft direkt auf das Gas überträgt und einen

NACHGEREICHT



Dampfdruck kleiner 10^{-3} mbar aufweist.

2. Verwendung nach Anspruch 1, bei der die Flüssigkeit einen Dampfdruck kleiner 10^{-6} mbar, insbesondere kleiner 10^{-9} mbar, aufweist.

5

3. Verwendung nach Anspruch 1 oder 2, bei der die Flüssigkeit im Temperatur- und Druckbereich des Verdichtungs Vorganges thermisch stabil ist.

4. Verwendung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der die Flüssigkeit keine bzw. nur eine geringe Löslichkeit für das zu verdichtende Gas aufweist.

10

5. Verwendung einer Flüssigkeit nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der $[Z^n]$ ein Anion ist, welches mit $[Q^+]$ eine zur Verdichtung eines gasförmigen Mediums geeignete ionische Verbindung bildet.

15

6. Verwendung einer Flüssigkeit nach einem der Ansprüche 1 bis 4 bei der $[Z^n]$ eines der folgenden Anionen ist: Tetrafluoroborat $[BF_4^-]$, Hexafluorophosphat $[PF_6^-]$, Bis-(trifluormethylsulfonyl)imid $[(CF_3SO_2)_2N^-]$, Tris-(trifluormethylsulfonyl)methid $[(CF_3SO_2)_3C^-]$, Trifluormethansulfonat $[CF_3SO_2^-]$, Trifluoracetat $[CF_3CO_2^-]$, Methansulfonat $[CH_3SO_2^-]$, Dicyanamid $[NCN CN^-]$, Tricyanamid $[C(CN)_3^-]$, Formiat, Propanoat, Butanoat, Heptafluorbutanoat, Pentanoat, Hexanoat, Heptanoat, Octanoat, Nonanoat, Decanoat, Ethansulfonat, Propansulfonat, Butansulfonat, Pentansulfonat, Hexansulfonat, Heptansulfonat, Octansulfonat, Nonansulfonat, Decansulfonat, Acetat, Chlorid, Bromid, Iodid, Nitrat, Chlorat, Perchlorat, Bromat, Perbromat, Phosphat, Borat, Sulfat, Hydrogensulfat, Alkylsulfat, Arylsulfat, Dialkylphosphat, Diarylphosphat, Alkylphosphonat, Arylphosphonat, Alkylcarboxylat, Arylcarboxylat, Carbonat, Hydrogencarbonat, Alkylcarbonat, Arylcarbonat, Gluconat, Tartrat, Ascorbat, Lactat, Citrat, Benzoat, Salicylat etc. oder ein Derivat derselben.

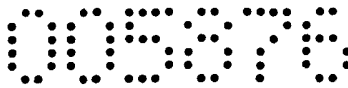
20

25

30

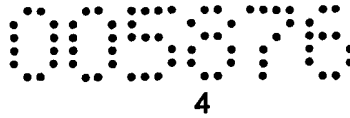
7. Verwendung einer Flüssigkeit nach einem der Ansprüche 1 bis 6, welche 1-Ethyl-3-methylimidazolium ethylsulfat (CAS 342573-75-5) oder 1-Butyl-3-methylimidazolium methylsulfat (CAS 401788-98-5) oder 1-Ethyl-3-methylimidazolium thiocyanat (CAS 331717-63-6) oder 1-Butyl-3-

NACHGEREICHT



methylimidazolium thiocyanat (CAS 344790-87-0) oder Methyltributylammonium dibutylphosphat oder um ein Gemisch aus zumindest zwei dieser Substanzen ist.

- 5 8. Verwendung einer molekularen Flüssigkeit nach einem der Ansprüche 1 bis 4, welche ein Perfluoropolyether, ein Polyphenyl-Ether oder Polyphenyl-Thioether, ein Siliconöl, ein Mineralöl, ein synthetisches Öl oder ein Gemisch aus zumindest zwei dieser Substanzen ist.
- 10 9. Verwendung einer Flüssigkeit nach einem der Ansprüche 1 bis 8, welche zumindest ein ionisches oder molekulares Additiv enthält, wie z.B. Korrosionsschutzadditive, Oxidationsschutz-Additive, Reduktionsschutz-Additive, pH-Puffersubstanzen und/oder Säurefänger, Komplexbildner, Emulgatoren, Dispergentien, Detergentien, Verschleißschutz-Additive, Extrem-
15 Pressure-Additive, Friktionsmodifikatoren, Viskositätsmodifikatoren, Geliermittel, Dichtungsadditive, Konservierungsmittel, Pour-Point-Additive, Schauminhibitoren, Radikalfänger, Wasserregulatoren.
- 20 10. Verwendung einer Flüssigkeit nach einem der Ansprüche 1 bis 9 als Emulsion.
- 25 11. Verwendung einer Flüssigkeit nach einem der Ansprüche 1 bis 10 als flüssigkristalline Flüssigkeit oder im Gemisch mit einem mikro- bis nanokristallinen Feststoff.
- 30 12. Verwendung einer Flüssigkeit nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass sie mit dem zu verdichtenden gasförmigen Medium unmittelbar die Phasengrenzfläche bildet.
13. Verwendung einer Flüssigkeit nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass an ihrer Phasengrenzfläche zum zu verdichtenden Gas eine Membran
eingebracht ist.
14. Verwendung einer Flüssigkeit nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass sie zusätzlich als Mittel zum Betrieb von Ventilen, von



Mess-, Regel- und Steuereinheiten, von Kühlsystemen, von bewegten mechanischen Teilen oder von Dichtungen des Verdichter- oder Kompressorsystem eingesetzt wird.

- 5 15. Verwendung der Flüssigkeit nach einem der Ansprüche 1 bis 14, welche unter Betriebsbedingungen flüssig ist und vor Inbetriebnahme des Verdichters oder Kompressors im festen Aggregatzustand vorliegt.

NACHGEREICHT



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC⁸:

C07F 9/54 (2006.01); **C07C 211/62** (2006.01)

Recherchierter Prüfstoß (Klassifikation):

C07F, C07C, F04C19/00

Konsultierte Online-Datenbank:

EPOQUE: EPODOC, WPI, Volltext englisch, deutsch

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 6. Mai 2005 eingereichten Ansprüchen erstellt.

Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	WO2005021484 A2 (Kalb et al) 10. März 2005 (10.03.2005) <i>Ansprüche</i>	1-8
	--	
X	WO03051894 A1 (CYTEC CANADA INC) 26. Juni 2003 (26.06.2003) <i>Ansprüche</i>	1-8
	--	
X	EP1182196 A1 (SOLVENT INNOVATION GMBH) 27. Februar 2002 (27.02.2002) <i>Ansprüche</i>	1-8

Datum der Beendigung der Recherche:
15. Februar 2006

☐ Fortsetzung siehe Folgeblatt

Prüfer(in):
Dr. SLABY

¹⁾ Kategorien der angeführten Dokumente:

- X Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

- A Veröffentlichung, die den **allgemeinen Stand der Technik** definiert.
- P Dokument, das **von Bedeutung** ist (Kategorien X oder Y), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie X), aus dem ein **älteres Recht** hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- & Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.