



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
27.02.2019 Patentblatt 2019/09

(51) Int Cl.:
F04B 39/00 (2006.01) **F04B 37/18** (2006.01)
F04C 29/04 (2006.01) **F04C 29/02** (2006.01)
F04B 39/04 (2006.01) **F04C 19/00** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17020403.6**

(22) Anmeldetag: **05.09.2017**

(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:
MA MD

- **Dorner, Sascha**
2440 Gramatneusiedl (AT)
- **Nagl, Christoph**
2534 Alland (AT)
- **Fahrthofer, Georg**
2440 Gramatneusiedl (AT)

(30) Priorität: **22.08.2017 DE 102017007921**

(71) Anmelder: **Linde Aktiengesellschaft**
80331 München (DE)

(74) Vertreter: **Gellner, Bernd**
Linde AG
Technology & Innovation
Corporate Intellectual Property
Dr.-Carl-von-Linde-Straße 6-14
82049 Pullach (DE)

(72) Erfinder:
• **Adler, Robert**
2201 Gerasdorf (AT)

(54) **VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES VERDICHTERS UND VERDICHTER**

(57) Verfahren zum Betreiben eines Verdichters (100), bei dem eine ionische Flüssigkeit (a) als Betriebsflüssigkeit verwendet wird, und bei dem zwei verschiedene Materialien (c, d) des Verdichters (100) mit der ionischen Flüssigkeit (a) in Kontakt gebracht werden und ein elektrochemisches Element bilden, wobei eine Gegenspannung (U_G) wenigstens zum teilweisen Ausgleich einer Spannung (U) des elektrochemischen Elements an dem Verdichter (110) angelegt wird. Ein solcher Verdichter (100) ist ebenfalls offenbart.

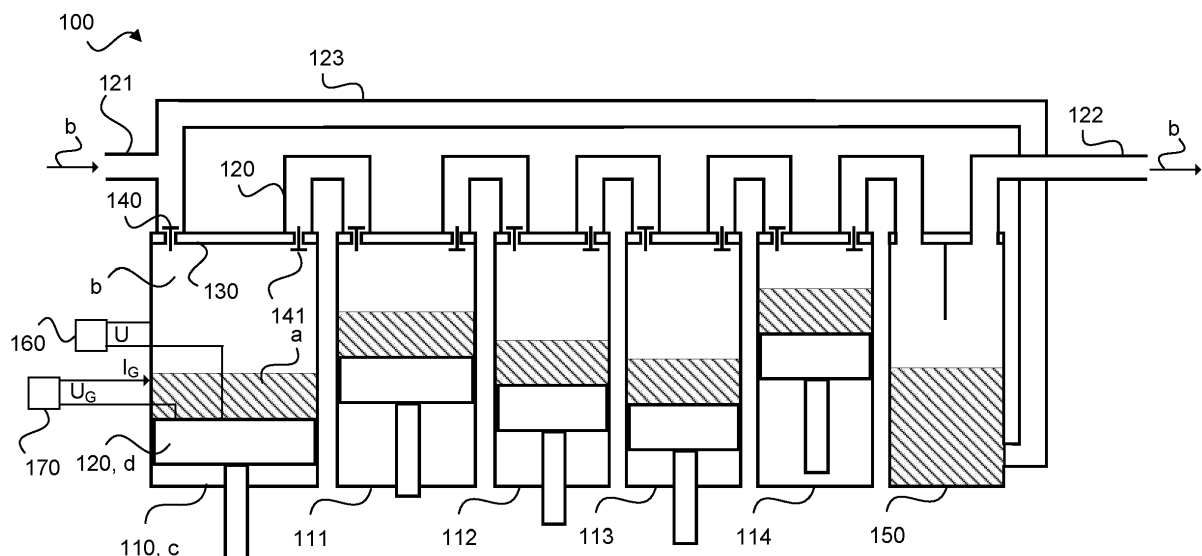


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Verdichters, bei dem eine ionische Flüssigkeit als Betriebsflüssigkeit verwendet wird, sowie einen solchen Verdichter.

Stand der Technik

[0002] Verdichter werden insbesondere zum Verdichten von gasförmigen Medien eingesetzt. Das Medium kann hierzu beispielsweise mittels einer Betriebsflüssigkeit in einem Verdrängerzylinder verdrängt werden. Solche Verdichter werden in diesem Zusammenhang auch als kolbenlose Verdichter bezeichnet.

[0003] Als Betriebsflüssigkeit kann eine ionische Flüssigkeit verwendet werden. Diese ist dann insbesondere in einem eigentlichen Hydraulikölkreis sowie einem Gaskreislauf vorhanden. Ionische Flüssigkeiten haben den Vorteil, dass sie keinen oder zumindest keinen messbaren Dampfdruck aufweisen. Daher kann auf die beschriebene Weise Gas verdichtet werden, ohne dass in dem verdichteten Gas anschließend Bestandteile der Betriebsflüssigkeit verbleiben, wie dies bei herkömmlichen Betriebsflüssigkeiten wie Hydrauliköl der Fall ist.

[0004] Bei ionischen Flüssigkeiten handelt es sich insbesondere um flüssiges Salz, welches daher einen Elektrolyt innerhalb des Verdichters bzw. des Verdichtersystems bildet. Da in einem solchen Verdichter in aller Regel verschiedene Materialien für verschiedene Komponenten bzw. Bauteile des Verdichters verwendet werden, mit denen die ionische Flüssigkeit auch in Kontakt steht, kommt es zur Bildung eines elektrochemischen Elements. Hier geht das in Bezug auf die elektrochemische Spannungsreihe unedlere Material bzw. Element in der ionischen Flüssigkeit in Lösung und wird abgebaut bzw. verbraucht. An anderer Stelle wird dieses Material entsprechend angelagert. Insgesamt führt dies zu einer reduzierten Lebensdauer bzw. Laufzeit des Verdichters.

[0005] Vor diesem Hintergrund stellt sich die Aufgabe, eine Möglichkeit bereitzustellen, bei einem solchen ionischen Verdichter Lebensdauer bzw. Laufzeit zu verlängern.

Offenbarung der Erfindung

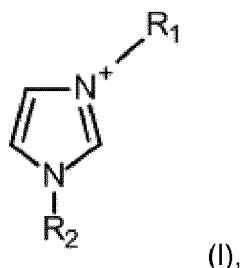
[0006] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Betreiben eines Verdichters sowie einen Verdichter mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Bevorzugte Ausgestaltungen sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche sowie der nachfolgenden Beschreibung.

Vorteile der Erfindung

[0007] Die vorliegende Erfindung geht aus von einem Verfahren zum Betreiben eines Verdichters, bei dem eine ionische Flüssigkeit als Betriebsflüssigkeit verwendet wird. Wenn ein solcher Verdichter zwei verschiedene Materialien aufweist, die mit der ionischen Flüssigkeit in Kontakt gebracht werden, wird automatisch ein elektrochemisches Element gebildet.

[0008] Als ionische Flüssigkeit kommen dabei vorzugsweise Zusammensetzung in Betracht, die einen der folgenden Stoffe aufweisen:

- eine Verbindung gemäß Formel (I)



wobei R_1 und R_2 unabhängig voneinander Wasserstoff oder ein substituiertes oder unsubstituiertes C1-C8 Alkyl sein können, insbesondere ein substituiertes oder unsubstituiertes C1-C4 Alkyl, wobei die Verbindung nach Formel (I) insbesondere ein 1-Ethyl-3-Methylimidazolium ist.

- eine quartäre Ammoniumverbindung, insbesondere eine Verbindung der Formel



wobei jedes R unabhängig voneinander ein substituiertes oder unsubstituiertes C1-C4 Alkyl sein kann, wobei das Alkyl insbesondere durch OH substituiert sein kann, wobei die Verbindung nach Formel (II) insbesondere ein N,N,N-Trimethylethylammonium oder ein Tris(2-hydroxyethyl)-Methylammonium ist.

[0009] Ebenso kann die Zusammensetzung ein Gegenion, insbesondere Cl⁻ aufweisen.

[0010] Als relevante Komponenten oder Bauteile des Verdichters, die hier betroffen sein können, kommen insbesondere Zylinderköpfe, Rohrleitungen, Kolben, Ventilgehäuse und Ventile in Frage. Als Materialien kommen beispielsweise Eisen (bzw. Stahl), Aluminium und Zink in Frage.

[0011] Erfindungsgemäß ist nun vorgesehen, dass eine Gegenspannung wenigstens zum teilweisen Ausgleich einer Spannung des elektrochemischen Elements an dem Verdichter angelegt wird. Besonders zweckmäßig ist es, die Spannung möglichst vollständig, wenigstens aber beispielsweise zu 80%, insbesondere 90%, auszugleichen.

[0012] Durch das Anlegen einer solchen Gegenspannung wird also von extern Strom (also Fremdstrom) in den Verdichter eingeleitet und so der Auflösung des entsprechend unedleren Materials bzw. Elements entgegengewirkt oder diese sogar gestoppt. Es versteht sich, dass eine solche Gegenspannung nicht nur einmal zwischen zwei Materialien angelegt werden kann, sondern im Falle weiterer verschiedener Materialien auch zwischen weiteren Paaren von Materialien. Die Gegenspannung kann dabei durch eine geeignete Spannungsquelle erzeugt und an geeigneten Punkten im Verdichter bzw. den entsprechenden Komponenten bzw. Bauteilen angelegt werden.

[0013] Denkbar ist es nun, die Höhe der Gegenspannung vorab zu ermitteln, beispielsweise basierend auf der elektrochemischen Spannungsreihe und der daraus ableitbaren Spannung der betreffenden Materialien. Für den Fall von Aluminium ($E_0 = -1,66 \text{ V}$) und Zink ($E_0 = -0,76 \text{ V}$) ergibt sich beispielsweise eine Spannung von (betragsmäßig) 0,9 V. Für den Fall von Zink und Eisen ($E_0 = -0,44 \text{ V}$) ergibt sich beispielsweise eine Spannung von (betragsmäßig) 0,32 V. Die Gegenspannung kann dann entsprechend vorgegeben werden.

[0014] Besonders bevorzugt ist es jedoch, wenn die Spannung des elektrochemischen Elements gemessen und basierend darauf die Gegenspannung eingestellt wird. Hierzu kann eine geeignete Messeinrichtung vorgesehen sein, die beispielsweise an geeigneten Punkten der verschiedenen Materialien die anliegende Spannung abgreift. Dies ermöglicht dann eine besonders genaue Einstellung bzw. Vorgabe der Gegenspannung und somit eine möglichst weitgehende Kompensation der durch das elektrochemische Element hervorgerufenen Spannung. Dies führt letztlich zu einem möglichst geringen Verschleiß der Materialien des Verdichters und damit des Verdichters insgesamt.

[0015] Bevorzugt ist es zudem auch, wenn Gegenspannung im Rahmen einer Regelung eingestellt wird. Auf diese Weise können eventuelle Abweichungen während eines Betriebs des Verdichters ausgeglichen werden.

[0016] Vorzugsweise wird als Verdichter ein Kolbenverdichter und/oder ein mehrstufiger Verdichter verwendet, insbesondere also beispielsweise ein mehrstufiger Kolbenverdichter. Solche Verdichter sind verhältnismäßig einfach im Aufbau, profitieren aber dennoch von den Vorteilen der ionischen Flüssigkeit als Betriebsflüssigkeit. Außerdem kommen Schraubenverdichter, Scrollverdichter, Rotationsverdichter, oder Verdichter, in denen Zwei-Phasengemische anwendbar sind, in Betracht.

[0017] Es ist von Vorteil, wenn mittels des Verdichters ein Gas, insbesondere Wasserstoff, oder ein Gasgemisch verdichtet wird. Wie bereits erwähnt, ergibt sich durch die Verwendung der ionischen Flüssigkeit der Vorteil, dass keine Rückstände dieser Flüssigkeit in verdichtetem Gas verbleiben und damit ein besonders reines, verdichtetes Gas erhalten werden kann. Dies ist gerade bei Wasserstoff von besonderem Interesse, da Wasserstoff beispielsweise für Antriebe, insbesondere mit Brennstoffzellen, verwendet wird.

[0018] Gegenstand der Erfindung ist weiterhin ein Verdichter, in dem eine ionische Flüssigkeit als Betriebsflüssigkeit vorgesehen ist, und bei dem zwei verschiedene Materialien des Verdichters mit der ionischen Flüssigkeit in Kontakt stehen und ein elektrochemisches Element bilden. Dabei handelt es sich insbesondere um einen sog. ionischen Verdichter. Zudem ist nun eine Spannungsquelle vorgesehen, mit der eine Gegenspannung wenigstens zum teilweisen Ausgleich einer Spannung des elektrochemischen Elements an dem Verdichter anlegbar ist.

[0019] Vorzugsweise ist zudem eine Messeinrichtung zum Messen der Spannung des elektrochemischen Elements vorgesehen, wobei die Spannungsquelle dazu eingerichtet ist, die Gegenspannung basierend auf der gemessenen Spannung einzustellen.

[0020] Es ist von Vorteil, wenn eine Steuer- und/oder Regeleinheit zum Einstellen und/oder Regeln der Gegenspannung vorgesehen ist. Ebenfalls von Vorteil ist, wenn der Verdichter als Kolbenverdichter und/oder mehrstufig ausgebildet ist.

[0021] Hinsichtlich der näheren Erläuterung sowie weiterer bevorzugter Ausgestaltungen und Vorteile des erfindungsgemäßen Verdichters sei zur Vermeidung von Wiederholungen auf obige Ausführungen zum erfindungsgemäßen Verfahren, das anhand eines Verdichters erläutert wird, verwiesen, die hier entsprechend gelten.

[0022] Die Erfindung ist anhand von Ausführungsbeispielen in der Zeichnung schematisch dargestellt und wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnung beschrieben.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0023]

- 5 Figur 1 zeigt schematisch einen erfindungsgemäßen Verdichter in bevorzugter Ausführungsform, der sich zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens eignet.

Ausführliche Beschreibung der Zeichnung

10 **[0024]** In Figur 1 ist ein erfindungsgemäßer Verdichter 100 in einer bevorzugten Ausführungsform dargestellt. Der Verdichter weist hier fünf Zylinder 110, 111, 112, 113 und 114 auf sowie eine weitere Kammer 150. Der Zylinder 110 weist einen beweglichen Kolben 120 auf sowie ein Einlassventil 140 und ein Auslassventil 141, wobei diese beiden Ventile jeweils in einem Zylinderkopf 130 angeordnet sind.

15 **[0025]** Die weiteren vier Zylinder sind gleichartig ausgebildet, der Übersichtlichkeit halber sind hier jedoch keine Bezugszeichen dargestellt. Anzumerken ist noch, dass die weiteren Zylinder 111 bis 114 kleiner sind als der Zylinder 110, um eine entsprechende, stufenartige Verdichtung zu ermöglichen. Die jeweiligen Kolben können dabei beispielsweise über einen geeigneten (hier nicht dargestellten) Antrieb nach Stand der Technik bewegt werden.

20 **[0026]** Über einen Einlass 121 kann nun ein Gas b, beispielsweise Wasserstoff, in den Zylinder 110 eingebracht werden. Über eine Rohrleitung 120 (oder eine andere geeignete Verbindung) kann in dem Zylinder 110 verdichtetes Gas dann in den nächsten Zylinder 111 geleitet werden. Über weitere solche Rohrleitungen kann das immer weiter verdichtete Gas schließlich in die Kammer 150 und von dort über einen Auslass 122 wieder aus dem Verdichter 100 herausgeführt werden. Zusätzlich ist eine verschließbare Verbindungsleitung 123 vom Einlass 121 zu der Kammer 150 vorgesehen. Die Kammer 150 dient dabei der Abscheidung der ionischen Flüssigkeit aus dem Gasstrom, die Verbindungsleitung 123 erlaubt bedingt durch die Druckdifferenz zwischen der ersten und letzten Verdichterstufe einen Flüssigkeitsstrom, infolgedessen eine gezielte Einspritzung von ionischer Flüssigkeit in den Gasstrom möglich ist.

25 **[0027]** In jedem der Zylinder 110 bis 114 sowie in der Kammer 150 ist nun eine ionische Flüssigkeit a, wie sie eingangs erwähnt wurde, als Betriebsflüssigkeit vorgesehen. Neben einer Wirkung als Kühlung und/oder Schmierung des Verdichters ist es eine Eigenschaft dieser ionischen Flüssigkeit, dass bei der Verdichtung des Gases b keine Rückstände in dem Gas verbleiben. Dies liegt - wie eingangs bereits erwähnt - daran, dass eine ionische Flüssigkeit keinen oder zumindest keinen messbaren Dampfdruck besitzt.

30 **[0028]** Weiterhin ist nun eine Messeinrichtung 160 vorgesehen, mittels welcher hier beispielhaft eine Spannung U zwischen dem Kolben 120 und dem Zylinder 110 bzw. dessen Wandung gemessen wird. Sofern nun der Kolben 120 und der Zylinder 110 bzw. dessen Wandung aus verschiedenen Materialien gefertigt sind, so bilden diese beiden Materialien eine elektrochemische Zelle mit einer - hier mittels der Messeinrichtung 160 - messbaren Spannung U. Beispielsweise kann der Zylinder 110 bzw. dessen Wandung aus Stahl (mit c bezeichnet) gefertigt sein, der Kolben 120 hingegen aus Aluminium (mit d bezeichnet). Dies führt an sich - wie ebenfalls bereits erwähnt - dazu, dass sich eines der Materialien in der ionischen Flüssigkeit b löst und insbesondere an dem anderen Material abscheidet.

35 **[0029]** Weiterhin ist nun eine Spannungsquelle 170, die insbesondere auch Teil einer Steuer- und/oder Regeleinheit sein kann, vorgesehen. Mittels dieser Spannungsquelle 170 ist es nun möglich, eine Gegenspannung U_G an den Verdichter, hier zwischen dem Kolben 120 und dem Zylinder 110 bzw. dessen Wandung anzulegen, sodass ein Strom I_G fließt. Die Gegenspannung kann nun möglichst genau auf die gemessene Spannung abgestimmt werden, sodass resultierend keine oder zumindest eine deutlich geringere Spannung zwischen den entsprechenden Komponenten bzw. Bauteilen des Verdichters vorliegt, was somit eine Lösung des einen Materials in der ionischen Flüssigkeit verhindert oder zumindest verringert. Dies erhöht entsprechend die Lebensdauer des Verdichters 110.

40 **[0030]** Es versteht sich, dass auch weitere solcher Messeinrichtungen und Spannungsquellen (bzw. Steuer- und/oder Regeleinheiten) vorgesehen sein können und zwar jeweils zwischen anderen zwei Komponenten bzw. Bauteilen mit verschiedenen Materialien. Insbesondere kommen hierbei die zuvor erwähnten Komponenten bzw. Bauteile in Frage. Insgesamt kann auf diese Weise die Lebensdauer des Verdichters 110 deutlich erhöht werden.

Patentansprüche

- 50 1. Verfahren zum Betreiben eines Verdichters (100), bei dem eine ionische Flüssigkeit (a) als Betriebsflüssigkeit verwendet wird, und bei dem zwei verschiedene Materialien (c, d) des Verdichters (100) mit der ionischen Flüssigkeit (b) in Kontakt gebracht werden und ein elektrochemisches Element bilden,

55 dadurch gekennzeichnet, dass eine Gegenspannung (U_G) wenigstens zum teilweisen Ausgleich einer Spannung (U) des elektrochemischen Elements an dem Verdichter (110) angelegt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Spannung (U) des elektrochemischen Elements gemessen und basierend darauf die Gegenspannung (U_G) eingestellt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Gegenspannung (U_G) im Rahmen einer Regelung eingestellt wird.

4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei als Verdichter (100) ein Kolbenverdichter, ein Schraubenverdichter, ein Scrollverdichter, ein Rotationsverdichter, ein Verdichter, in dem ein Zwei-Phasengemisch anwendbar ist, und/oder ein mehrstufiger Verdichter verwendet wird.

5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei mittels des Verdichters ein Gas (b), insbesondere Wasserstoff, oder ein Gasgemisch verdichtet wird.

6. Verdichter (110), in dem eine ionische Flüssigkeit (a) als Betriebsflüssigkeit vorgesehen ist, und bei dem zwei verschiedene Materialien (c, d) des Verdichters (100) mit der ionischen Flüssigkeit (a) in Kontakt stehen und ein elektrochemisches Element bilden,

gekennzeichnet durch eine Spannungsquelle (170), mit der eine Gegenspannung (U_G) wenigstens zum teilweisen Ausgleich einer Spannung (U) des elektrochemischen Elements an dem Verdichter (U) anlegbar ist.

7. Verdichter (100) nach Anspruch 6, mit einer Messeinrichtung (160) zum Messen der Spannung (U) des elektrochemischen Elements, wobei die Spannungsquelle (170) dazu eingerichtet ist, die Gegenspannung (U_G) basierend auf der gemessenen Spannung (U) einzustellen.

8. Verdichter (100) nach Anspruch 6 oder 7, mit einer Steuer- und/oder Regeleinheit zum Einstellen und/oder Regeln der Gegenspannung (U_G).

9. Verdichter (100) nach einem der Ansprüche 6 bis 8, der als Kolbenverdichter, Schraubenverdichter, Scrollverdichter, Rotationsverdichter, Verdichter, in dem ein Zwei-Phasengemisch anwendbar ist, und/oder mehrstufig ausgebildet ist.

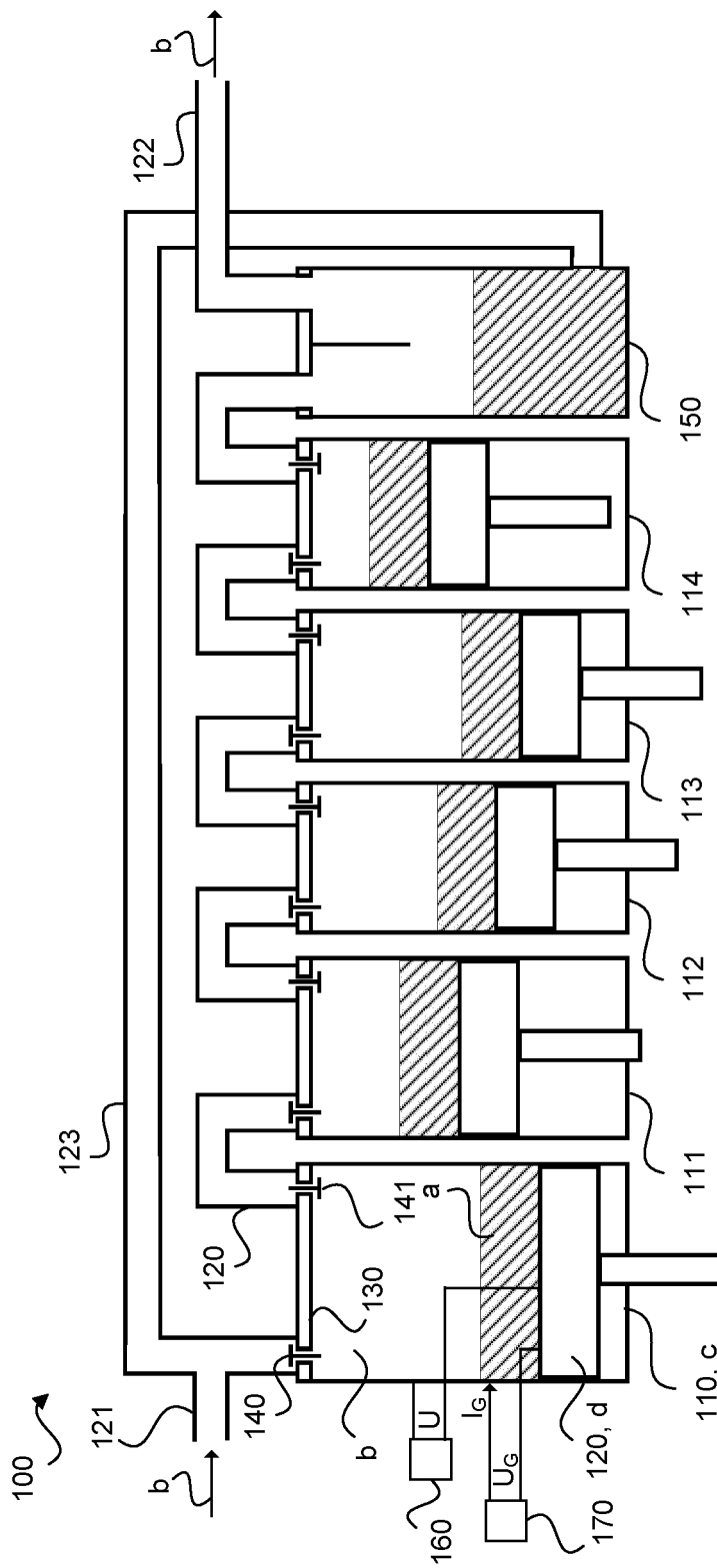


Fig. 1



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 17 02 0403

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)
A	DE 10 2011 101504 A1 (LINDE AG [DE]) 15. November 2012 (2012-11-15) * das ganze Dokument *	1-9	INV. F04B39/00 F04B37/18 F04C29/04
A	US 2010/034671 A1 (ADLER ROBERT [AT] ET AL) 11. Februar 2010 (2010-02-11) * das ganze Dokument *	1-9	F04C29/02 F04B39/04 F04C19/00
A	DE 10 2004 046316 A1 (LINDE AG [DE]) 30. März 2006 (2006-03-30) * das ganze Dokument *	1-9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F04B F04C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 17. Januar 2018	Prüfer Olona Laglera, C
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 03.92 (P04C03)

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

EP 17 02 0403

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.

17-01-2018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102011101504 A1	15-11-2012	DE 102011101504 A1	15-11-2012
		FR 2975141 A1	16-11-2012
		JP 6025393 B2	16-11-2016
		JP 2012241717 A	10-12-2012
		US 2013118362 A1	16-05-2013

US 2010034671 A1	11-02-2010	BR PI0716529 A2	17-09-2013
		CA 2661112 A1	20-03-2008
		CN 101523058 A	02-09-2009
		DE 102006042918 A1	27-03-2008
		EP 2061974 A1	27-05-2009
		JP 5200021 B2	15-05-2013
		JP 2010503787 A	04-02-2010
		KR 20090059156 A	10-06-2009
		US 2010034671 A1	11-02-2010
		WO 2008031527 A1	20-03-2008

DE 102004046316 A1	30-03-2006	AT 530772 T	15-11-2011
		AU 2005289219 A1	06-04-2006
		CA 2581280 A1	06-04-2006
		CN 101023272 A	22-08-2007
		DE 102004046316 A1	30-03-2006
		EP 1792087 A1	06-06-2007
		JP 4986161 B2	25-07-2012
		JP 2008514844 A	08-05-2008
		KR 20070057813 A	07-06-2007
		US 2007258828 A1	08-11-2007
		WO 2006034748 A1	06-04-2006
		ZA 200702362 B	27-08-2008

EPO FORM P0461

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