

(19)



(11)

EP 2 982 863 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
10.02.2016 Patentblatt 2016/06

(51) Int Cl.:
F04B 15/08 ^(2006.01) **F04B 53/14** ^(2006.01)
F04B 53/16 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15177246.4**

(22) Anmeldetag: **17.07.2015**

(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

(72) Erfinder:
• **Lewon, Ivan**
68640 Muespach (FR)
• **Drouvot, Philippe**
67730 Blotzheim (FR)

(74) Vertreter: **Schneider Feldmann AG**
Patent- und Markenanwälte
Beethovenstrasse 49
Postfach 2792
8022 Zürich (CH)

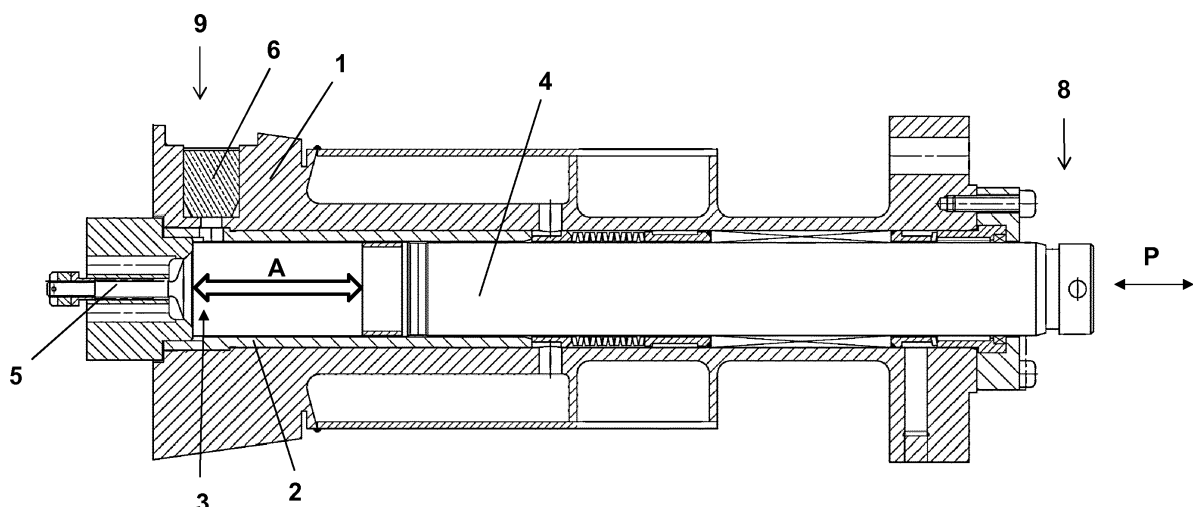
(30) Priorität: **25.07.2014 CH 10892014**

(71) Anmelder: **Fives Cryomec AG**
4123 Allschwil (CH)

(54) HUBKOLBENPUMPE FÜR KRYOGENE FLÜSSIGKEITEN

(57) Eine Hubkolbenpumpe für kryogene Flüssigkeiten hat einen Pumpenzylinder (1) mit einer Laufbüchse (2) und einer Zylinderkopfkammer (3). Ein Pumpenkolben (4) ist in der Laufbüchse (2) linear beweglich geführt und vergrößert / verkleinert dadurch die besagte Zylinderkopfkammer (3). Ein Einlassventil (5) ist in einem Einlassbereich und ein Auslassventil (6) ist in einem Auslassbereich der Zylinderkopfkammer (3) angeordnet. Der

Pumpenkolben (4) ist dazu ausgebildet, sich in der Laufbüchse (2) zwecks Bewirkung des Pumpvorganges hin- und herzubewegen. Die Laufbüchse (2) weist zumindest in einem zylinderkopfnahen Bereich eine chrom-basierte reibungsarme Innenbeschichtung auf, der Pumpenkolben (4) ist kolbenringlos ist und weist zumindest im Laufbüchsenbereich eine chrom-basierte reibungsarme Ausßenbeschichtung auf.

**Fig. 1****EP 2 982 863 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Hubkolbenpumpe für kryogene Flüssigkeiten nach Patentanspruch 1, wobei die Hubkolbenpumpe im Wesentlichen die folgenden Strukturmerkmale aufweist:

- einen Pumpenzylinder mit einer Laufbüchse und einer Zylinderkopfkammer,
- einen Pumpenkolben, der in der Laufbüchse linear beweglich geführt ist,
- ein Einlassventil, das in einem Einlassbereich der Zylinderkopfkammer angeordnet ist und dem Einlass der kryogenen Flüssigkeit dient, und
- ein Auslassventil, das in einem Auslassbereich der Zylinderkopfkammer angeordnet ist und dem Auslass der kryogenen Flüssigkeit dient.

[0002] Der Pumpenkolben ist dazu ausgebildet, sich in der Laufbüchse zwecks Bewirkung des Pumpvorganges hin- und herzubewegen und die Zylinderkopfkammer durch die Hin- und Herbewegung des Pumpenkolbens zu bilden bzw. zu vergrößern und zu verkleinern.

[0003] Die Verschleissfestigkeit ist bei kryogenen Hubkolbenpumpen - wie bei allen Kolbenpumpen - ein Problem, insbesondere dann wenn die Kolbenpumpen mit sehr hohen Drücken arbeiten. Der verschleissempfindliche Bereich sind dabei die Dichtungs- bzw. Kolbenringe an den Pumpenkolben. In diesem Bereich ist deshalb auch die Materialkombination zwischen Laufbüchsen und Kolbenringen von besonderer Bedeutung, denn hohe Abriebfestigkeit und gute Gleiteigenschaften sind hier wichtig. Erschwerend tritt natürlich hinzu, dass man im extremen Tieftemperaturbereich arbeitet und dass die Art des zu pumpenden Mediums (z.B. flüssiger Sauerstoff) unter Umständen die Anzahl der einsetzbaren Materialkombinationen noch zusätzlich einschränken kann.

[0004] Hubkolbenpumpen für kryogene Flüssigkeiten die mit sehr hohen Drücken arbeiten sind beispielsweise aus der CH-703376 und der US-2003/0080512 bekannt. In der ersteren wird erwähnt, dass die in einem kolbenspitzennahen bzw. zylinderkopfkammernahen Bereich angeordneten Dichtungsringe aus einer Kombination von PTFE und Bronzeringen bestehen, die letztere gibt noch etwas detaillierte Hinweise, indem sie erwähnt, dass der Bronzeanteil der Ringe grösser als 50% sei, ein Wolfram-Disulphid-Anteil von etwa 5% verwendet werde und dass im Übrigen ebenfalls PTFE eingesetzt werde. Es ist bekannt, dass Kombinationen von Laufbüchsen aus Edelstahl und reibungsarmen Kolbenringen aus Bronze & PTFE Mischung in diesem Technologiebereich üblich sind.

[0005] Andererseits ist auch bekannt, dass für besonders verschleissfeste Oberflächen heutzutage oft Hartchrombeschichtungen verwendet werden. So ist beispielsweise im allgemeinen Stand der Technik zu Kolbenmaschinen, so etwa in der DE102007038188A1 ein verschleissfest beschichtetes Maschinenelement, insbesondere ein Kolbenring mit einer auf der Oberfläche aufgetragenen Hartchromschicht, beschrieben. Unter Maschinenelementen werden in dieser Publikation aber auch Druckzylinder, Kolben und dergleichen verstanden. Offensichtlich handelt es sich bei den konkret erwähnten Anwendungen aber um solche im Hochtemperaturbereich, nämlich für Kolbenmotoren. Grundsätzlich wird die Hartchromschicht eingeführt um den Verschleiss durch Reibung möglichst zu vermindern, allerdings geht es hier wegen dem Hauptanwendungsbereich für Kolbenmotoren natürlich vorwiegend darum, auch eine hohe Brandspurfestigkeit zu erzielen. Letzteres ist für kryogene Anwendungen jedoch nicht von Bedeutung.

[0006] Schliesslich zeigt die US-20130118424, dass Chrom als Beschichtungsmaterial wegen der hohen Verschleissfestigkeit teilweise auch bereits bei Kolbenpumpen für kryogene Medien eingesetzt wird. So zeigt diese Publikation, dass ein Kolben einer solchen Kolbenpumpe zwar in einem kolbenspitzenfernen Dichtungsbereich, nicht aber in einem kolbenspitzennahen Kolbenringbereich mit einer Hartchrombeschichtung versehen ist. Man scheint dieser Offenbarung als Ganzes lediglich entnehmen zu können, dass die Hartchrombeschichtung im Dichtungsbereich zusammen mit einem Abstreifer anscheinend deshalb gewählt wurde um Schäden an den Dichtungen, die teilweise auch durch Verschmutzungspartikel in den kryogenen Medien entstehen können, möglichst zu vermeiden.

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, eine Hubkolbenpumpe für kryogene Flüssigkeiten anzugeben, die im hochbelasteten Kolbenring- bzw. Dichtungsbereich besonders verschleissarme und zugleich besonders reibungsarme Materialien bzw. Materialkombinationen aufweist und die zudem besonders einfach aufgebaut ist.

[0008] Diese Aufgabe wird durch die Merkmalskombination des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0009] Die Lösung besteht darin, dass die Laufbüchse zumindest in einem zylinderkopfnahen Bereich eine chrombasierte reibungsarme Innenbeschichtung aufweist und der Pumpenkolben kolbenringlos ist und zumindest im Laufbüchsenbereich eine chrombasierte reibungsarme Aussenbeschichtung aufweist. Kolbenringlosigkeit bedeutet natürlich ganz grundsätzlich eine wesentliche Konstruktionsvereinfachung.

[0010] Es wird vorgeschlagen sowohl für die Laufbüchse wie auch für den Pumpenkolben chrombasierte reibungsarme Beschichtungen zu verwenden, die eine Schichtdicke von < 0.01 mm und einen Chrom-Anteil von > 98% aufweisen. Andere aber grundsätzlich ähnliche chrombasierte reibungsarme Beschichtungen mit anderen Schichtdicken, verschiedenem Schichtaufbau, ähnlichen Chrom-Anteilen und möglicherweise verschiedenen Restanteilen anderer Metalle sind natürlich ebenfalls möglich, im gegenwärtigen Entwicklungsstand aber noch wenig erprobt. Die vorgeschlagene Dicke

und Zusammensetzung hat in Versuchen bereits gute Ergebnisse erbracht.

[0011] Chrom-Beschichtungen sind also grundsätzlich nicht nur hart, sie haben auch einen sehr niedrigen Reibungskoeffizienten. Generell müssen bei der Wahl der Materialkombinationen aber noch weitere Gesichtspunkte beachtet werden, denn Toleranzen und Oberflächenrauheit beeinflussen das erzielbare Resultat ebenfalls. So muss man bei kolbenringlosen Maschinen davon ausgehen, dass man zur Erzielung eines annähernd gleich hohen Pumpen-Wirkungsgrades wie bei kolbenringverwendenden Maschinen engere Toleranzen zwischen dem Pumpenkolben und der Kolbenhülse vorsehen muss. Um das Risiko zu vermindern, dass die Oberflächen von Pumpenkolben und Kolbenhülse festklemmen oder sogar aneinander haften, muss die gegenseitige Reibung gering bleiben. Mit der bislang verwendeten Materialkombination von Stahl und Bronze oder Grauguss liessen sich Klemm- und Haftprobleme möglicherweise vermeiden, das Problem des Verschleisses der Kolben bliebe aber trotzdem bestehen und somit hätte man wohl noch in verstärktem Mass das Problem des raschen Abfalls des Pumpenwirkungsgrades bzw. die damit verbundenen hohen Standzeiten und aufwendigen Wartungsarbeiten. Alternative Materialkombinationen, die für kolbenringlose Maschinen überhaupt in Betracht kommen, müssen also nicht nur eine geringe gegenseitige Reibung und eine sehr gute Abriebfestigkeit aufweisen, sondern auch die erwähnten Haftprobleme bei engen Toleranzen berücksichtigen. Chrom-auf-Chrom Materialkombinationen sind prinzipiell geeignet, weil sie zumindest die beiden erstgenannten Eigenschaften aufweisen.

[0012] Enge Toleranzen bei der Paarung von Kolbenhülse und Kolben und glatte Oberflächen zur Erzielung eines niedrigen Reibungskoeffizienten haben also ihre eigene Problematik. Zwar ist bekannt, dass sich der Reibungskoeffizient zwischen zwei Materialien bei sehr glatten Oberflächen verringert, allerdings nimmt das Haftisiko dann ebenfalls zu. Es müssen also gegebenenfalls noch weitere Massnahmen getroffen werden, um das Haftisiko zu verkleinern. Eine solche Massnahme besteht darin, dass man eine chrom-basierte reibungsarme Beschichtung verwendet, die Mikroerhebungen aufweist, um die gegenseitigen Kontaktflächen zu verkleinern. Im Prinzip ist eine ähnliche Idee im Motorenbereich vorgeschlagen worden, allerdings sind dort die physikalischen und chemischen Bedingungen völlig verschieden, wird doch entweder ganz oder zumindest teilweise noch das Vorhandensein eines Schmiermittels vorausgesetzt (siehe z.B. DE-102005054622). Die Umsetzung ist deshalb nicht ohne weiteres auf schmiermittelfreie kryogene Hubkolbenpumpen übertragbar.

[0013] Die Erfindung wird im Folgenden anhand einer Zeichnung näher beschrieben. Dabei zeigt die

Fig. 1 Eine Hubkolbenpumpe für kryogene Flüssigkeiten mit einer Laufbüchsen-Innenbeschichtung und einer Kolben-Aussenbeschichtung die chrom-basiert und reibungsarm sind.

[0014] Die Figur 1 zeigt eine Hubkolbenpumpe für kryogene Flüssigkeiten mit einer Laufbüchsen-Innenbeschichtung und einer Kolben-Aussenbeschichtung die chrom-basiert und reibungsarm sind in einer Querschnittsdarstellung. Dargestellt ist in vereinfachter Form lediglich der Pumpenkolbenbereich weil die übrigen Bestandteile der Hubkolbenpumpe für das Verständnis der vorliegenden Erfindung nicht von Belang sind.

[0015] Die Hubkolbenpumpe gemäss Figur 1 hat im Wesentlichen die folgenden Strukturmerkmale:

Ein Pumpenzylinder 1 hat im Innern eine Laufbüchse 2 und eine Zylinderkopfkammer 3. Die Zylinderkopfkammer 3 ist in dieser Figur allerdings nicht ohne weiteres erkennbar, angedeutet ist deshalb lediglich der Bereich in dem sie sich im Betrieb der Hubkolbenpumpe ausbildet. In der Laufbüchse 2 ist ein Pumpenkolben 4 in einer Bewegungsrichtung P linear beweglich geführt, und zwar so, dass er eine Hin- und Herbewegung ausführt. Die Antriebsmittel für den Pumpenkolben, nämlich ein Pumpenmotor, sind nicht dargestellt, wohl aber ein Antriebsende 8 des Pumpenkolbens 4, das mit dem Antriebsmittel verbindbar ist. Weil der Pumpenkolben 4 hier in der maximalen Vorschubstellung gezeigt ist, ist das Volumen der Zylinderkopfkammer 3 in dieser Darstellung auch auf dem tiefsten Wert, nämlich praktisch gleich Null.

[0016] Ein Einlassventil 5 ist in einem Einlassbereich der Zylinderkopfkammer 3 angeordnet und dient dem Einlass der kryogenen Flüssigkeit in die Zylinderkopfkammer 3. Ein Auslassventil 6 ist in einem Auslassbereich der Zylinderkopfkammer 3 angeordnet und dient dem Auslass der kryogenen Flüssigkeit aus der Zylinderkopfkammer 3. Einlassventil 5 und Auslassventil 6 befinden sich an dem dem Antriebsende 8 entgegengesetzten kalten Ende 9.

[0017] Weiterhin ist zu vermerken, dass der Pumpenkolben 4 in einem zylinderkopfkammernahen Bereich A kolbenringlos ist. Der Pumpenkolben ist, wie erwähnt, dazu ausgebildet, sich in der Laufbüchse zwecks Bewirkung des Pumpvorganges in einer Pumprichtung P hin- und herzubewegen und die Zylinderkopfkammer 3 durch die Hin- und Herbewegung des Pumpenkolbens zu bilden bzw. zu vergrössern und zu verkleinern.

[0018] Weiterhin ist aus der Figur 1 ersichtlich, dass sich die Laufbüchse 2, in der sich der Pumpenkolben 4 effektiv hin- und herbewegt, nicht über die gesamte Länge des Pumpenzylinders 1 erstreckt. Die Laufbüchse 2 weist in ihrem Inneren eine chrom-basierte reibungsarme Innenbeschichtung auf. Der Pumpenkolben 4 weist zumindest in dem Bereich, der bei der Hin- und Herbewegung mit der Laufbüchse in Berührung steht, eine chrom-basierte reibungsarme Aussen-

beschichtung auf. Speziell trifft dies auf den zylinderkopfkammernahen Bereich A zu, also am kalten Ende 9 der Kolbenpumpe.

[0019] Die chrom-basierte reibungsarme Innenbeschichtung der Laufbüchse 2 und die chrom-basierte reibungsarme Aussenbeschichtung des Pumpenkolbens 4 haben beispielsweise eine Schichtdicke von < 0.01 mm und einen Chrom-Anteil von $> 98\%$. Es handelt sich somit um eine Dünnschichtbeschichtung.

[0020] Dabei kann eine zusätzliche Wolfram-Disulphid (WS_2) Schicht zur Verbesserung der Trockenschmierungsseigenschaften der Dünnschichtbeschichtung vorhanden sein.

[0021] Weiterhin können, wie erwähnt, die chrom-basierten reibungsarmen Beschichtungen von Laufbüchse 2 und Pumpenkolben 4 Mikroerhebungen aufweisen um die gegenseitigen Kontaktflächen zu verkleinern.

Bezugsziffernliste:

[0022]

1	Pumpenzylinder
2	Laufbüchse
3	Zylinderkopfkammer
4	Pumpenkolben
5	Einlassventil
6	Auslassventil
7 8 Antriebsende 9	kaltes Ende

A zylinderkopfkammernaher Bereich
P Bewegungsrichtung

Patentansprüche

1. Hubkolbenpumpe für kryogene Flüssigkeiten mit

- einer Zylinderkopfkammer (3) und einer Laufbüchse (2) in einem Pumpenzylinder (1),
 - einem Pumpenkolben (4), der in der Laufbüchse (2) linear geführt ist,
 - einem Einlassventil (5), das in einem Einlassbereich der Zylinderkopfkammer (3) angeordnet ist, und
 - einem Auslassventil (6), das in einem Auslassbereich der Zylinderkopfkammer (3) angeordnet ist,
- wobei der Pumpenkolben (4) dazu ausgebildet ist, sich in der Laufbüchse (2) zwecks Bewirkung des Pumpvorganges hin- und herzubewegen,
- dadurch gekennzeichnet, dass**
- die Laufbüchse (2) zumindest in einem zylinderkopfnahen Bereich eine chrom-basierte reibungsarme Innenbeschichtung aufweist, und
- der Pumpenkolben (4) kolbenringlos ist und zumindest im Laufbüchsenbereich eine chrom-basierte reibungsarme Aussenbeschichtung aufweist.

2. Hubkolbenpumpe nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die chrom-basierte reibungsarme Innenbeschichtung und die chrom-basierte reibungsarme Aussenbeschichtung dazu dienen, den Verschleiss zu senken und die eine Schichtdicke von < 0.01 mm und einen Chrom-Anteil von $> 98\%$ aufweisen.

3. Hubkolbenpumpe nach Patentanspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die chrom-basierte reibungsarmen Beschichtungen eine zusätzliche Wolfram-Disulphid (WS_2) Schicht zur Verbesserung der Trockenlaufeigenschaften aufweist.

4. Hubkolbenpumpe nach einem der Patentansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die chrom-basierte reibungsarmen Beschichtungen Mikroerhebungen aufweisen um die gegenseitigen Kontaktflächen zu verkleinern.

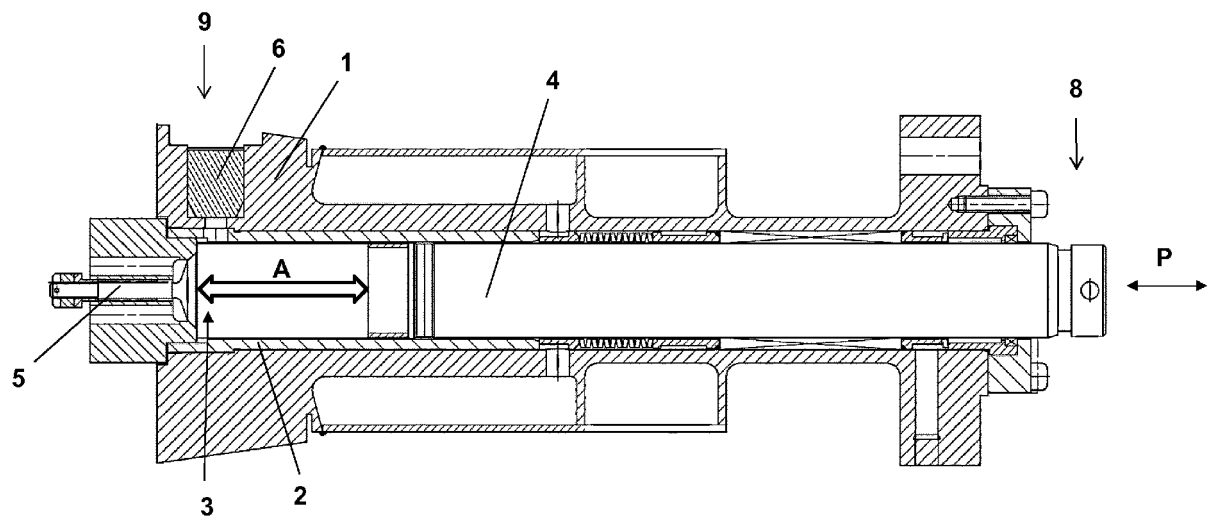


Fig. 1



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 15 17 7246

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)
Y A	CA 734 207 A (UNION CARBIDE CORPORATION [US]) 17. Mai 1966 (1966-05-17) * Kolbenringloser Plunger einer Kryopumpe mit chrom-basierter Beschichtung zumindest am Plunger * * Seite 8, Zeile 4 - Zeile 7 * * Seite 1, Zeile 1 - Zeile 11 * * Seite 3, Zeile 24 - Seite 5, Zeile 23 * * Abbildung 1 *	1,2,4 3	INV. F04B15/08 F04B53/14 F04B53/16
Y A	DE 16 20 112 U (STROETZEL, MAX [DE]) 15. Februar 1951 (1951-02-15) * Hochdruck-Kolbenpumpe mit chrom-basierter Beschichtung an Kolben und Laufbüchse * * Seite 2, Absatz 4 - Seite 3, Absatz 1 * * Abbildung 1 *	1,2,4 3	
Y A	US 3 220 202 A (UNION CARBIDE CORPORATION [US]) 30. November 1965 (1965-11-30) * Kolbenringloser Plunger einer Kryopumpe mit chrom-basierter Beschichtung zumindest am Plunger * * Spalte 3, Zeile 47 - Spalte 5, Zeile 68 * * Abbildung 1 *	1,2,4 3	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F04B
Y A	DE 10 2008 011456 A1 (INSTITUT FÜR LUFT- & KÄLTETECHNIK GMBH [DE]) 3. September 2009 (2009-09-03) * Kryopumpe mit Laufbüchse bestehend aus einem chrom-basiertem Material * * Ansprüche 1, 7 * * Absatz [0024] *	1,2,4 3	
----- -/-			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 21. Dezember 2015	
		Prüfer Gnüchtel, Frank	
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 : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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 (P04C03)



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 15 17 7246

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 32 723 B (NORDDEUTSCHE CHEMISCHE WERKE GMBH [DE]) 26. Juni 1958 (1958-06-26) * Krypumppe mit Kolben und Laufbüchse bestehend aus Chrom * * Spalte 1, Zeile 23 - Zeile 29 * -----	1-4	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 21. Dezember 2015	Prüfer Gnüchtel, Frank
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 Patentedokument, 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	

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 15 17 7246

5

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

21-12-2015

10

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CA 734207	A	17-05-1966	KEINE
DE 1620112	U	15-02-1951	KEINE
US 3220202	A	30-11-1965	KEINE
DE 102008011456 A1	A1	03-09-2009	KEINE
DE 1032723	B	26-06-1958	KEINE

15

20

25

30

35

40

45

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

- CH 703376 [0004]
- US 20030080512 A [0004]
- DE 102007038188 A1 [0005]
- US 20130118424 A [0006]
- DE 102005054622 [0012]