



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH

709 894 A1

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

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 01089/14

(22) Anmeldedatum: 25.07.2014

(43) Anmeldung veröffentlicht: 29.01.2016

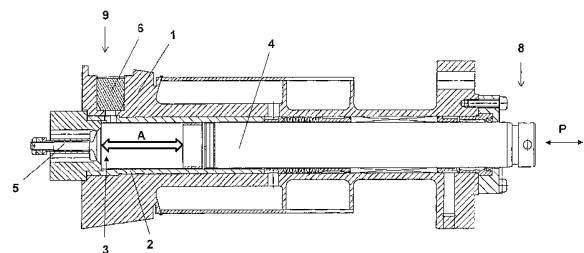
(71) Anmelder:
Fives Cryomec AG, Binnerstrasse 85b
4123 Allschwil (CH)

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

(74) Vertreter:
Schneider Feldmann AG Patent- und Markenanwälte,
Beethovenstrasse 49, Postfach 2792
8022 Zürich (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 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 und weist zumindest im Laufbüchsenbereich eine chrom-basierte reibungsarme Aussenbeschichtung auf.



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-703 376 und der US-2003/0 080 512 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 DE-10 2007 038 188 A1 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-2013/0 118 424, 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 chrom-basierte reibungsarme Innenbeschichtung aufweist und der Pumpenkolben kolbenringlos ist und zumindest im Laufbüchsenbereich eine chrom-basierte reibungsarme Aussenbeschichtung aufweist. Kolbenringlosigkeit bedeutet natürlich ganz grundsätzlich eine wesentliche Konstruktionsvereinfachung.

[0010] Es wird vorgeschlagen sowohl für die Laufbüchse wie auch für den Pumpenkolben chrom-basierte reibungsarme Beschichtungen zu verwenden, die eine Schichtdicke von < 0.01 mm und einen Chrom-Anteil von $> 98\%$ aufweisen. Andere aber grundsätzlich ähnliche chrom-basierte reibungsarme Beschichtungen mit anderen Schichtdicken, verschiedenem Schichtaufbau, ähnlichen Chrom-Anteilen und möglicherweise verschieden 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 festkleben oder sogar aneinander haften, muss die gegenseitige Reibung gering bleiben. Mit der bislang verwendeten Materialkombination von Stahl und Bronze oder Grauguss Hessen 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-10 2005 054 622). 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 Fig. 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 Fig.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.

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.

[0016] 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.

[0017] Weiterhin ist aus der Fig. 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 Aussenbeschichtung auf. Speziell trifft dies auf den zylinderkopfkammernahen Bereich A zu, also am kalten Ende 9 der Kolbenpumpe.

[0018] 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.

[0019] Dabei kann eine zusätzliche Wolfram-Disulphid (WS₂) Schicht zur Verbesserung der Trockenschmierungseigenschaften der Dünnchrombeschichtung vorhanden sein.

[0020] Weiterhin können, wie erwähnt, die chrom-basierten reibungsarmen Beschichtungen von Laufbüchse 2 und Pumpenkolben 4 Mikroerhebungen aufweisen um die gegenseitigen Kontaktflächen zu verkleinern.

Bezugsziffernliste:

[0021]

- 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 chrombasierte 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 chrombasierte 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 (WS₂) 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.

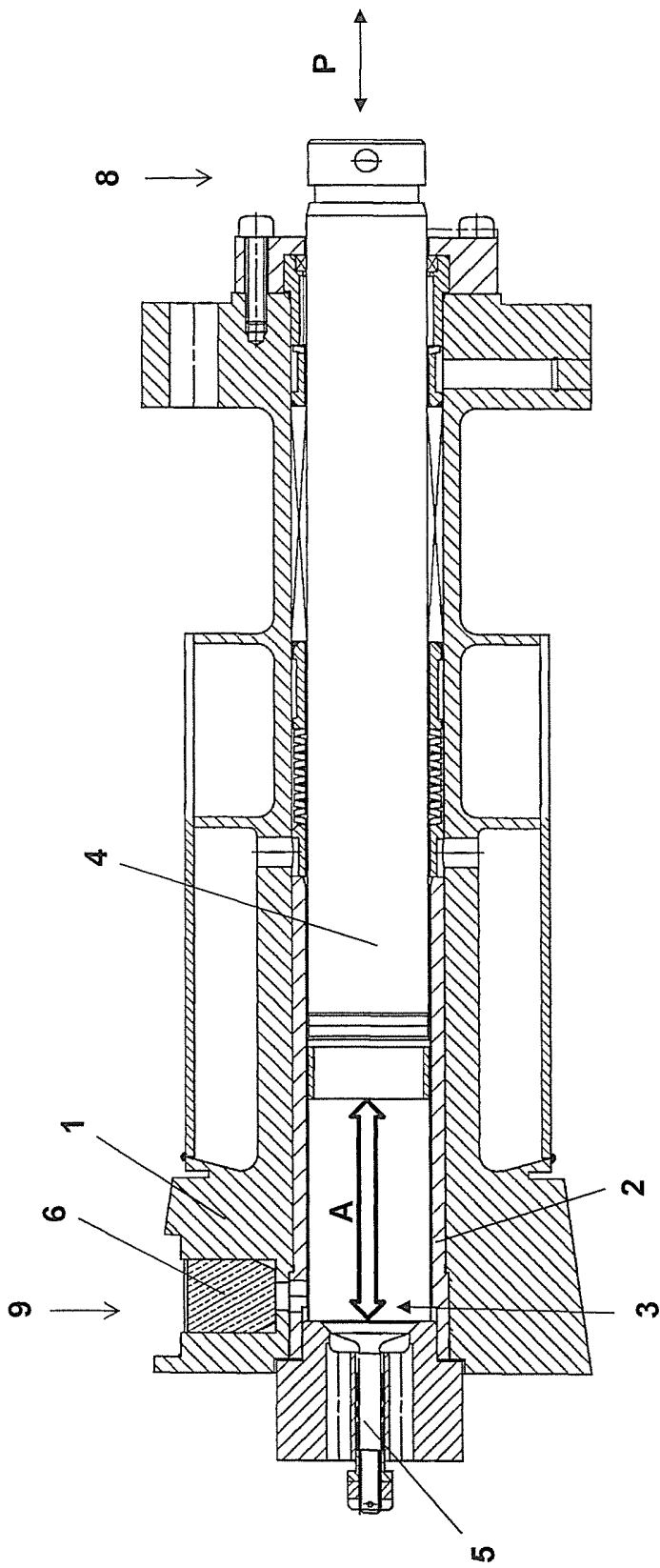


Fig. 1

**RECHERCHENBERICHT ZUR
SCHWEIZERISCHEN PATENTANMELDUNG**

Anmeldenummer: CH01089/14

Klassifikation der Anmeldung (IPC):
F04B15/08, F04B53/14, F04B53/16**Recherchierte Sachgebiete (IPC):**
F04B, F16J**EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE:**

(Referenz des Dokuments, Kategorie, betroffene Ansprüche, Angabe der massgeblichen Teile(*))

- 1 US3220202 A (UNION CARBIDE CORP) 30.11.1965
 Kategorie: **Y** Ansprüche: **1**
 * Spalte 1, Zeile 14- 16; Spalte 3, Zeile 51 - 56; Spalte 4, Zeile 5- 7; Spalte 5, Zeile 64- 68;
 Abbildung 1 *
- 2 US2575394 A (UNION CARBIDE & CARBON CORP) 20.11.1951
 Kategorie: **Y** Ansprüche: **1**
 * Spalte 1, Zeile 1 - 5; Spalte 4, Zeile 70 - Spalte 5, Zeile 8; Spalte 9, Zeile 44 - 46;
 Abbildungen 1, 4 *
- 3 GB1347581 A (PONT A MOUSSON) 27.02.1974
 Kategorie: **A** Ansprüche: **2**
 * Zeile 2, Zeile 52 - 54 *
- 4 US6352366 B1 (SCHNEEBERGER HOLDING AG [CH]) 05.03.2002
 Kategorie: **A** Ansprüche: **2**
 * Spalte 5, Zeile 36 - 48 *
- 5 DE102006025244 A1 (RHEINMETALL WAFFE MUNITION [DE]) 06.12.2007
 Kategorie: **A** Ansprüche: **2**
 * [0011] *
- 6 DE10164848 B4 (NSK LTD [JP]) 02.02.2006
 Kategorie: **A** Ansprüche: **3**
 * [0506] *
- 7 US3945893 A (SUZUKI MOTOR CO) 23.03.1976
 Kategorie: **A** Ansprüche: **4**
 * Ganzes Dokument *

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE:

X:	stellen für sich alleine genommen die Neuheit und/oder die erfinderische Tätigkeit in Frage	D:	wurden vom Anmelder in der Anmeldung angeführt
Y:	stellen in Kombination mit einem Dokument der selben Kategorie die erfinderische Tätigkeit in Frage	T:	der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
A:	definieren den allgemeinen Stand der Technik ohne besondere Relevanz bezüglich Neuheit und erfinderischer Tätigkeit	E:	Patentdokumente, deren Anmelde- oder Prioritätsdatum vor dem Anmeldedatum der recherchierten Anmeldung liegt, die aber erst nach diesem Datum veröffentlicht wurden
O:	nichtschriftliche Offenbarung	L:	aus anderen Gründen angeführte Dokumente
P:	wurden zwischen dem Anmeldedatum der recherchierten Patentanmeldung und dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht	&:	Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

Die Recherche basiert auf der ursprünglich eingereichten Fassung der Patentansprüche. Eine nachträglich eingereichte Neufassung geänderter Patentansprüche (Art. 51, Abs. 2 PatV) wird nicht berücksichtigt.

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt, für die die erforderlichen Gebühren bezahlt wurden.

Rechercheur:	Dunshu Zhou
Recherchebehörde, Ort:	Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum, Bern
Abschlussdatum der Recherche:	07.07.2015

FAMILIENTABELLE DER ZITIERTEN PATENTDOKUMENTE

Die Familienmitglieder sind gemäss der Datenbank des Europäischen Patentamtes aufgeführt. Das Europäische Patentamt und das Institut für Geistiges Eigentum übernehmen keine Garantie für die Daten. Diese dienen lediglich der zusätzlichen Information.

US3220202 A	30.11.1965	US3220202 A	30.11.1965
US2575394 A	20.11.1951	US2575394 A	20.11.1951
GB1347581 A	27.02.1974	GB1347581 A	27.02.1974
		BE776919 A1	17.04.1972
		CH548455 A	30.04.1974
		DE2204737 A1	24.08.1972
		DE2204737 B2	18.07.1974
		DE2204737 C3	13.03.1975
		ES398989 A1	01.07.1975
		FR2124120 A1	22.09.1972
		FR2124120 B1	30.11.1973
		IT948888 B	11.06.1973
		NL7118124 A	10.08.1972
US6352366 B1	05.03.2002	US6352366 B1	05.03.2002
		AT283983 T	15.12.2004
		DE59911191 D1	05.01.2005
		EP1022477 A1	26.07.2000
		EP1022478 A1	26.07.2000
		EP1022478 B1	01.12.2004
DE102006025244 A1	06.12.2007	DE102006025244 A1	06.12.2007
		EP2021724 A1	11.02.2009
		WO2007137716 A1	06.12.2007
DE10164848 B4	02.02.2006	DE10164848 B4	02.02.2006
		DE10027105 A1	08.02.2001
		DE10027105 C2	21.08.2003
		DE10149070 A1	25.07.2002
		DE10149070 B4	08.07.2004
		JP2002130289 A	09.05.2002
		JP3915394 B2	16.05.2007
		JP2001050264 A	23.02.2001
		JP2002115720 A	19.04.2002
		JP2002130261 A	09.05.2002
		JP2002206526 A	26.07.2002
		JP2002286029 A	03.10.2002
		JP2002372056 A	26.12.2002
		JP2003097549 A	03.04.2003
		US6382836 B1	07.05.2002
		US2002085773 A1	04.07.2002
		US6575631 B2	10.06.2003

CH 709 894 A1

US3945893 A	23.03.1976	US3945893 A	23.03.1976
		DE2363943 A1	11.07.1974
		DE2363943 B2	06.04.1978
		DE2363943 C3	09.11.1978
		GB1452780 A	13.10.1976
		JPS4991043 A	30.08.1974
		JPS5242134 B2	22.10.1977