

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
9. Februar 2006 (09.02.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2006/012820 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **F04B 33/00**,  
45/02, 45/04, A61F 2/78, 2/80

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2005/001124

(22) Internationales Anmeldedatum:  
24. Juni 2005 (24.06.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2004 036 669.1 28. Juli 2004 (28.07.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **OTO BOCK HEALTHCARE IP GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Max-Nader-Strasse 15, 37115 Duderstadt  
(DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **MOSLER, Lüder**

[DE/DE]; Woflgärten 3, 37115 Duderstadt (DE). **HILL-MANN, Martin** [DE/DE]; Im Frankental 4, 37115 Duderstadt (DE). **CARSTENS, Ralf** [DE/DE]; Pastor-Sander-Wogen 63, 37083 Göttingen (DE).

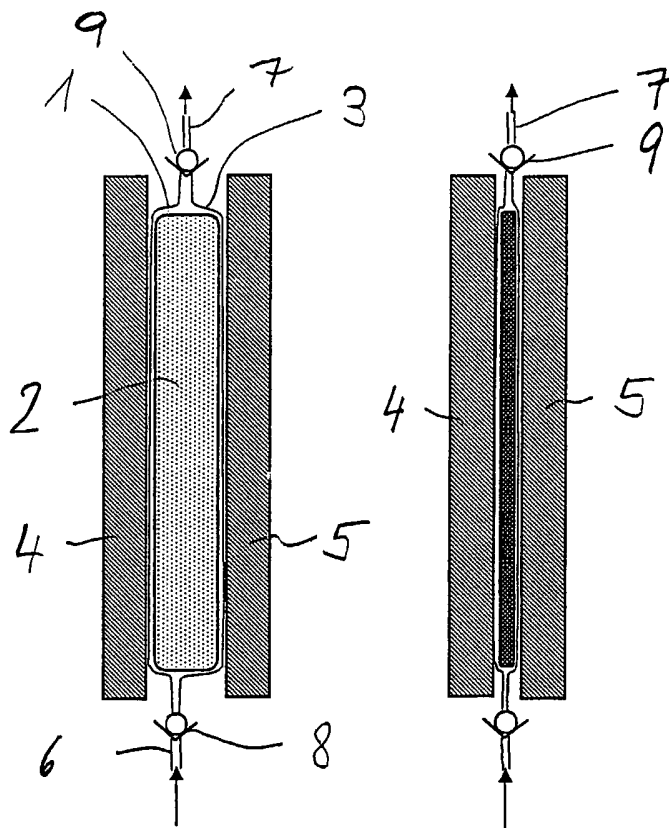
(74) **Anwalt: LINS, Edgar**; Gramm, Lins & Partner GbR, Theodor-Heuss-Strasse 1, 38122 Braunschweig (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** PUMP COMPRISING A MOVING WALL AND USE OF A PUMP OF THIS TYPE

(54) **Bezeichnung:** PUMPE MIT EINER BEWEGBAREN WANDUNG UND VERWENDUNG EINER DERARTIGEN PUMPE



(57) **Abstract:** The invention relates to a pump comprising a wall (3; 21, 22; 31, 32, 33), which forms an enclosed fluid volumetric space (1) and which can be moved by a first force (F) in a direction resulting in a decrease in volume and, after a preceding decrease in volumetric space, can be moved by a second force in a direction resulting in an increase in volume. The pump also comprises an inlet valve (8), which communicates with an inlet valve (6), and comprises an outlet valve (9) in an outlet line (7) of the fluid volumetric space (1). The inventive pump has a compact design due to the fact that it is provided in the form of a vacuum pump whose volumetric space can be decreased by the external first force acting against an elastically deformable material (2; 21, 22; 33) whose restoring force, after the external force ceases, generates the second force acting counter to the generated vacuum.

(57) **Zusammenfassung:** Eine Pumpe mit einer ein abgeschlossenes Fluidvolumen (1) bildenden Wandung (3; 21, 22; 31, 32, 33), die mittels einer ersten Kraft (F) in Richtung Volumenverkleinerung und mittels einer zweiten Kraft - nach einer vorhergehenden Volumenverkleinerung - in Richtung Volumenvergrößerung bewegbar ist, und mit einem Einlassventil (8), das mit einer Einlassöffnung (6) kommuniziert und mit einem Auslassventil (9) in einer Auslassleitung (7) des Fluidvolumens (1), erlaubt eine konstruktive Ausbildung auf kleinstem Raum, wenn die Pumpe als Unterdruckpumpe

ausgebildet ist, deren Volumen durch die externe erste Kraft gegen ein elastisch verformbares Material

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2006/012820 A1



(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW, ARIPO Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

— hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL,

— Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

## **Pumpe mit einer bewegbaren Wandung und Verwendung einer derartigen Pumpe**

Die Erfindung betrifft eine Pumpe mit einer ein abgeschlossenes Fluidvolumen bildenden Wandung, die mittels einer ersten externen Kraft in Richtung Volumenverkleinerung und mittels einer zweiten Kraft – nach einer vorhergehenden Volumenverkleinerung – in Richtung Volumenvergrößerung bewegbar ist, und mit einem Einlassventil, das mit einer Einlassöffnung kommuniziert, und mit einem Auslassventil in einer Auslassleitung des Fluidvolumens.

Die Erfindung betrifft ferner eine Verwendung einer derartigen Pumpe.

Derartige Pumpen sind beispielsweise als Schlauchpumpen bekannt, bei denen aus einem mit einem Fluid gefüllten Schlauch das Fluid mittels den Schlauch zusammenpresender und in eine Längsrichtung des Schlauches bewegter Druckrollen ausgepresst wird. Durch die Bewegung der Rolle wird das stromwärts liegende Ende des Schlauches mit Fluid wieder gefüllt, wenn dieses Ende mit einem Fluidvorrat in Verbindung steht. Die Antriebskraft für die Bewegung der Rollen wird durch einen Motor erzeugt, der beispielsweise als elektrischer oder hydraulischer Motor ausgebildet sein kann. Derartige Pumpen werden zur Förderung eines Volumens in Druckrichtung verwendet.

Eine andere Art der Pumpe der eingangs erwähnten Art sind Membranpumpen, bei denen das Fluidvolumen durch die mittels eines Pleuels hin- und herbewegte Membran verkleinert und anschließend wieder vergrößert wird. Das Pleuel überträgt somit sowohl die erste Kraft zur Volumenverkleinerung als auch die zweite Kraft zur Volumenvergrößerung.

In vielen Fällen ist es lediglich erforderlich, eine Pumpleistung nur in bestimmten Betriebszuständen abzurufen, wenn in einer Vorrichtung Bewegungen ablaufen, deren Kraftfluss für die Betätigung einer Pumpe verwendbar ist. So ist es beispielsweise bekannt, den Zwischenraum zwischen einem Amputationsstumpf eines Patienten und einem darüber angeordneten, luftdicht ausgebildeten Liner zu evakuieren, um durch das gebildete Vakuum einen festen Sitz des mit einer Prothese verbundenen Liners zu gewährleisten. Hierfür

wird eine Kolbenpumpe verwendet, die beim Auftreten des Patienten mittels der Prothese auf den Boden einen Evakuierungshub ausübt und mittels einer Rückstellfeder zurückgestellt wird. Derartige Pumpen sind, insbesondere wegen des erforderlichen Rückstellmechanismus, relativ voluminös.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Pumpe der eingangs erwähnten Art so auszubilden, dass sie auf kleinem Raum ausführbar ist.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist erfindungsgemäß eine Pumpe der eingangs erwähnten Art dadurch gekennzeichnet, dass sie als Unterdruckpumpe ausgebildet ist, deren Volumen durch die externe erste Kraft gegen ein elastisch verformbares Material verkleinerbar ist, dessen Rückstellkraft nach Beendigung der externen Kraftereinwirkung die gegen den hergestellten Unterdruck wirkende zweite Kraft bildet.

Bei der erfindungsgemäßen Pumpe wird der Arbeitshub, mit dem das Fluid, insbesondere Luft, aus einem abgeschlossenen Volumen abgesaugt wird, durch die Rückstellkraft des elastisch verformbaren Materials bewirkt. Die vorherige Verformung zur Volumenverkleinerung des Fluidmaterials erfolgt durch eine extern angreifende erste Kraft. Die erfindungsgemäße Pumpe ermöglicht somit eine sehr unkomplizierte und kleinvolumige Ausführung, mit der ein geringer bis mittlerer Unterdruck erzeugt werden kann.

In einer ersten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist die Wandung zwei starre, einander gegenüberliegende Wände auf, wobei das elastisch verformbare Material in dem durch die Wände gebildeten Zwischenraum angeordnet ist. Hierbei kann das elastisch verformbare Material mit einem am Rand umlaufenden und das Fluidvolumen begrenzenden Dichteinsatz gebildet sein. Diese Ausführungsform bietet den Vorteil, dass die externe Kraft unmittelbar an einer der starren Wände angreifen kann.

In einer anderen, ebenfalls Vorteile aufweisenden Ausführungsform ist die Wandung flexibel ausgebildet, wobei an der flexiblen Wandung das elastisch verformbare Material, vorzugsweise flächig, anliegt. Dabei kann mit einer relativ dünnen Materiallage eine für viele Anwendungsfälle ausreichend hohe Rückstellkraft erzeugt werden.

Das elastische Material kann ein offenporiger Schaumstoff sein, der innerhalb des Fluidvolumens angeordnet ist und der die Rückstellkraft nach einer durchgeführten Volumenverkleinerung ausübt. Demgemäß wird der Schaumstoff vom Fluid, das bevorzugt Luft ist, durchströmt. In dieser Ausführungsform nimmt die Erzeugung der Rückstellkraft überhaupt keinen zusätzlichen Raum ein, da hierfür das Fluidvolumen selbst ausgenutzt wird. Dabei ist es zweckmäßig, wenn der Schaumstoff das Fluidvolumen – bis auf konstruktive Restvolumina - vollständig ausfüllt. Ein alternatives durchströmbares elastisches Material, das für die Erfindung verwendbar ist, ist ein Abstandsgewirk.

Die Realisierung der erfindungsgemäßen Pumpe gelingt in einfacher Weise, wenn das elastische Material allseitig von der flexiblen Wandung umgeben ist. Möglich ist es aber auch, die Wandung teilweise starr auszubilden und einen solchen Teil der Wandung flexibel zu gestalten, der für die Volumenverkleinerung benötigt wird.

Die erfindungsgemäße Pumpe lässt sich vorzugsweise mit einer bevorzugten flächigen Ausdehnung mit einer demgegenüber geringen Dicke erstellen und so in vielen Fällen unproblematisch in eine Vorrichtungskonstruktion integrieren.

Zum Zusammenpressen des Fluidvolumens ist wenigstens ein flächig an der flexiblen Wandung anliegendes Andruckelement vorgesehen. Insbesondere kann das Fluidvolumen mit der flexiblen Wandung zwischen zwei flächigen Andruckelementen angeordnet sein.

Die Anordnung der Ventile kann auf den entsprechenden schmalen Seiten der flexiblen Wandung erfolgen, bevorzugt jedoch auch in Ausnehmungen eines der Andruckelemente oder beider Andruckelemente, wodurch Walkvorgänge der flexiblen Wandung verringert werden.

Die erfindungsgemäße Pumpe lässt sich mit Vorteil im Kraftfluss eines Systems integrieren, in dem Kräfte entstehen, die zur Ausübung einer der beiden Kräfte ausgenutzt werden. Die erfindungsgemäße Pumpe ist insbesondere als Vakuumpumpe geeignet.

In einem speziellen Anwendungsfall stellt die Pumpe einen Teil einer Prothese für eine untere Extremität dar. Vorzugsweise wird dabei die beim Auftreten aufgrund des Körper-

gewichts entstehende Kraft als erste Kraft ausgenutzt. Die Pumpe kann insbesondere zur Vakuumunterstützung eines Saugschaftes der Prothese, insbesondere zur Evakuierung des Zwischenraums zwischen einem Liner und dem Prothesenschaft eingesetzt werden. Ein bevorzugter Einsatzort für die erfindungsgemäße Pumpe ist ein künstlicher Fuß, der die flächige Ausbildung der Pumpe senkrecht zu dem bei der Belastung mit dem Körpergewicht entstehenden Kraftfluss besonders gut ermöglicht.

Die Erfindung soll im Folgenden anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. Es zeigen:

- Figur 1            eine schematische Darstellung einer Pumpe im Ausgangszustand nach einer ersten Ausführungsform;
- Figur 2            die Pumpe gemäß Figur 1 im zusammengedrückten Zustand;
- Figur 3            eine Pumpe in einem Ausgangszustand nach einer zweiten Ausführungsform;
- Figur 4            eine Pumpe in einer dritten Ausführungsform, die in einen künstlichen Fuß integriert ist;
- Figur 5            eine Anordnung eines elastisch verformbaren Materials, bestehend aus zwei Lagen mit zueinander zeigenden Profilierungen, die im unbelasteten Zustand einen Fluidraum bilden;
- Figur 6            die Anordnung gemäß Figur 5 im belasteten Zustand, in dem das komprimierte Material der Lage den Fluidraum vollständig ausfüllt;
- Figur 7            eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Pumpe mit zwei starren, einander gegenüber liegenden Platten und einem am Rand umlaufenden Einsatz aus einem elastisch verformbaren Material, im unbelasteten Zustand;

Figur 8 die Anordnung gemäß Figur 7 im belasteten Zustand.

Die in Figur 1 dargestellte Pumpe weist ein geschlossenes Fluidvolumen 1 auf, das praktisch vollständig mit einem elastischen Material in Form eines offenporigen, elastischen Schaumstoffs 2 ausgefüllt ist. Der Schaumstoff 2 weist eine im Wesentlichen flächige Ausdehnung mit einer geringen Breite auf. Er ist allseitig von einer flexiblen Wandung 3 umgeben, die somit vier schmale Seiten und zwei demgegenüber groß dimensionierte flächige Seiten aufweist. An den flächigen Seiten liegen zwei flächige Andruckelemente 4, 5 an.

An gegenüberliegenden schmalen Seiten weist die flexible Wandung 3 eine rohr- oder schlauchförmige Zuführung 6 und einen rohr- oder schlauchförmigen Ausgang 7 auf. Sowohl die Zuführung 6 als auch der Ausgang 7 sind mit jeweils einem Rückschlagventil 8, 9 versehen.

Für den Pumpvorgang werden die Andruckelemente 4, 5 relativ aufeinander zu bewegt, wie dies Figur 2 verdeutlicht. Dadurch wird das Fluidvolumen 1 mit dem darin befindlichen Schaumstoff 2 zusammengedrückt, wodurch Fluid, vorzugsweise Luft, über das Rückschlagventil 9 und den Ausgang 7 entweicht. Entfällt die Andruckkraft der Andruckelemente 4, 5, sorgt die elastische Rückstellkraft des Schaumstoffs 2 für die Rückstellung des Fluidvolumens 1 in den Ausgangszustand der Figur 1, wobei Fluid über den Zugang 6 und das Rückschlagventil 8 in das Fluidvolumen 1 eingesaugt wird.

Bei der in Figur 3 dargestellten Modifikation der Pumpe ist die Andruckplatte 5' mit Ausnehmungen 10 versehen, in denen die Rückschlagventile 8, 9 angeordnet sind. Dadurch werden die Walkvorgänge der flexiblen Wandung 3 im Bereich der Rückschlagventile 8, 9 deutlich reduziert.

Figur 4 zeigt ein Anwendungsbeispiel für eine Pumpe der in den Figuren 1 bis 3 beschriebenen Art. Die Pumpe ist dabei in einen künstlichen Fuß 11 integriert, dessen Funktionsaufbau mit einem Unterschenkelrohr 12 einer Unterschenkelprothese verbunden ist. Der Funktionsteil des künstlichen Fußes besteht aus einem S-förmigen Federeinsatz 13, des-

sen freie Enden einen oberen Anschlussschenkel 14 und einen unteren Sohlenschenkel 15 ausbilden. Dazwischen befindet sich ein im Wesentlichen horizontales Zwischenstück 16, das mit dem Anschlussschenkel 14 bzw. dem Sohlenschenkel 15 durch jeweils ein gekrümmtes Übergangsstück 17, 18 so verbunden ist, dass das im Wesentlichen horizontale Zwischenstück 16 unter Gewichtseinwirkung relativ zum Sohlenschenkel 15 des Einsatzes 13 federn kann. Unter Einwirkung des Gewichts des Prothesenträgers beim Aufsetzen des Fußes auf den Boden wird somit der Abstand zwischen dem Zwischenstück 16 und dem Sohlenschenkel 15 verringert. Diese Abstandsverringerng wird für die erfindungsgemäß eingesetzte Pumpe ausgenutzt, indem das Zwischenstück 16 mit einem Andruckelement 5'' verbunden ist. Das an sich flächige Andruckelement 5'' ist in seiner Form an die Form des Zwischenstücks 16 und des gekrümmten Übergangs 17 angepasst, um die Positionierung des Andruckelements 5'' zu erleichtern. Zwischen dem Andruckelement 5'' und dem hier als Gegen-Andruckelement 4 fungierenden Sohlenschenkel 15 befindet sich das durch den Schaumstoff 2 ausgefüllte Fluidvolumen 1 innerhalb der den Schaumstoff 2 allseitig umgebenden flexiblen Wandung 3. Nur schematisch ist einer der Anschlüsse 6, 7 angedeutet, der sich durch eine Ausnehmung 10 des Andruckelements 5'' erstreckt und beispielsweise als Zugang 6 über eine Schlauchleitung mit dem Zwischenraum zwischen einem Amputationsstumpf und einem den Amputationsstumpf umgebenden Liner verbunden sein kann, um diesen Zwischenraum zu evakuieren.

Die Funktion der in den Fuß 11 eingesetzten Pumpe entspricht vollständig der anhand der Figuren 1 bis 3 erläuterten Funktion. Als Andruckkraft für das Andruckelement 5'' wirkt die Belastung des künstlichen Fußes 11 mit dem Körpergewicht, wodurch das Zwischenstück 16 nach unten in Richtung auf den Sohlenschenkel 15 gedrückt wird und so das Fluidvolumen 1 und den Schaumstoff 2 zusammenpresst. Dadurch entweicht Luft aus dem Fluidvolumen 1. Bei der Entlastung des künstlichen Fußes 11, spätestens beim Abheben des Fußes 11 vom Boden für den nächsten Schritt, bewirkt der Schaumstoff 2 die Rückstellung der Pumpe in die Figur 4 dargestellte Ausgangsstellung. Dabei wird über den Zugang 6 Luft aus dem Zwischenraum zwischen dem Amputationsstumpf und dem umgebenden Liner in das Fluidvolumen 1 eingesaugt, also in dem Zwischenraum ein gewünschter Unterdruck erzeugt, der den Sitz des Liners am Amputationsstumpf stabilisiert.



Es ist erkennbar, dass ein künstlicher Fuß 11 für die Integration der Pumpe gemäß Figur 4 geeignet ist, weil eine flächige Ausbildung des Fluidvolumens 1 und des Schaumstoffs 2 senkrecht zum (vertikalen) Kraftfluss aufgrund der ebenfalls zur Flächigkeit tendierenden Anatomie des Fußes 11 gut möglich ist. Dennoch ist es selbstverständlich auch möglich, eine entsprechende Pumpe in anderen, eine relative Bewegung zueinander ausführenden Prothesenteilen, beispielsweise in einem Kniegelenk, anzuordnen.

Die Figuren 5 und 6 zeigen ein Ausführungsbeispiel, bei dem das elastisch verformbare Material durch zwei Lagen 21, 22 gebildet ist, die mit jeweils einer profilierten Oberfläche 23, 24 zueinander zeigen. Die profilierten Oberflächen sind dabei durch Vorsprünge 25 gebildet, deren Breite kleiner ist als eine Ausnehmung 26 zwischen den Vorsprüngen 25. Demgemäß ragen die Spitzen 25 der Lage 21 in die Ausnehmungen 26 der Lage 22 und umgekehrt, wobei die den Fluidraum 1 bildenden, von dem elastisch verformbaren Material nicht ausgefüllten Räume entstehen.

Wird nun auf die Lagen 21, 22 ein das Zusammendrücken bewirkender Druck ausgeübt, werden die Spitzen 25 in der Höhenrichtung zusammengedrückt und das Material weicht in die Breite aus, sodass die Räume zwischen den Spitzen 25 und den Ausnehmungen 26 – im Idealfall vollständig – ausgefüllt werden, wie dies in Figur 6 dargestellt ist. Entfällt die externe Kraft, die die Lagen 21, 22 gegeneinander drückt, stellt sich die Ausgangssituation der Lagen 21, 22 ein, wie sie in Figur 5 dargestellt ist. Die Rückstellung bewirkt ein Ansaugen von Fluid, insbesondere Luft, aus einem mit dem Fluidraum 1 verbundenen Unterdruckraum.

Die Lagen 21, 22 können aus einem so stabilen Kunststoffmaterial gebildet sein, dass die Lagen 21, 22 zugleich die Wandung 3 bilden. Alternativ können die Lagen 21, 22 jedoch auch mit Andruckplatten 4, 5, wie sie in den Ausführungsformen gemäß der Figuren 1 bis 3 dargestellt sind, zusammenwirken.

Bei dem in den Figuren 7 und 8 dargestellten Ausführungsbeispiel wird der Fluidraum durch zwei zueinander parallele starre Wände 31, 32 und durch einen umlaufenden, die Ränder der starren Wände 31, 32 miteinander abdichtend verbindenden Einsatz 33 aus einem elastisch verformbaren Material begrenzt. Der Einsatz 33 ist dabei ein hohlkehleri-

ges Profil aus einem stabilen, fluiddichten Material, das mit den Wänden 31, 32 durch Klebung o.ä. fluiddicht verbunden ist.

Durch eine externe erste Kraft  $F$  werden die starren Wände 31, 32 gegeneinander gedrückt, wie dies in Figur 8 zum Ausdruck gebracht ist. Dadurch wird der Fluidraum 1 maximal verkleinert, wodurch das in dem Fluidraum 1 enthaltene Fluid durch den Ausgang 7 entweicht. Entfällt die externe Kraft  $F$ , stellt sich der in Figur 7 dargestellte Zustand aufgrund der Rückstellkraft des Einsatzes 33 wieder ein, wodurch über die Zuführung 6 Fluid in den Fluidraum 1 gesaugt wird.

Es ist erkennbar, dass die in den Figuren 5 bis 8 dargestellten Ausführungsbeispiele in gleicher Weise eingesetzt werden können, wie die Ausführungsbeispiele gemäß den Figuren 1 bis 3, also insbesondere auch in einem künstlichen Fuß o. ä.

Die erfindungsgemäßen Pumpen können insbesondere in Prothesenteilen auch für andere Zwecke verwendet werden, beispielsweise als Hydraulikpumpe für die Steuerung von dynamischen Funktionen, beispielsweise für die Steuerung von hydraulischen Dämpfungszylindern oder zur Bewegung von konstruktiven Elementen der Prothese, beispielsweise aus einem nicht gekoppelten in einen gekoppelten Zustand, um eine dynamische Anpassung an die Gebrauchssituation vorzunehmen.

## Ansprüche

1. Pumpe mit einer ein abgeschlossenes Fluidvolumen (1) bildenden Wandung (3; 21, 22; 31, 32, 33), die mittels einer ersten Kraft (F) in Richtung Volumenverkleinerung und mittels einer zweiten Kraft – nach einer vorhergehenden Volumenverkleinerung – in Richtung Volumenvergrößerung bewegbar ist, und mit einem Einlassventil (8), das mit einer Einlassöffnung (6) kommuniziert und mit einem Auslassventil (9) in einer Auslassleitung (7) des Fluidvolumens (1), **dadurch gekennzeichnet, dass sie** als Unterdruckpumpe ausgebildet ist, deren Volumen durch die externe erste Kraft gegen ein elastisch verformbares Material (2; 21, 22; 33) verkleinerbar ist, dessen Rückstellkraft nach Beendigung der externen Kraft die gegen den hergestellten Unterdruck wirkende zweite Kraft bildet.
2. Pumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Wandung zwei starre, einander gegenüberliegende Wände (31, 32) aufweist und dass das elastisch verformbare Material (33) in dem durch die Wände gebildeten Zwischenraum angeordnet ist.
3. Pumpe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das elastisch verformbare Material mit einem Rand umlaufenden und das Fluidvolumen (1) begrenzenden Dichteinsatz (33) gebildet ist.
4. Pumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Wandung (3) flexibel ausgebildet ist und dass an der flexiblen Wandung (3) das elastisch verformbare Material (2) anliegt.
5. Pumpe nach Anspruch 4 dadurch gekennzeichnet, dass das elastische Material ein durchströmbares Material ist, das innerhalb des Fluidvolumens (1) angeordnet ist und dessen Rückstellkraft die zweite Kraft bildet.
6. Pumpe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das durchströmbare material ein offenporiger Schaumstoff (2) ist.

7. Pumpe nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das elastische Material das Fluidvolumen (1) ausfüllt.
8. Pumpe nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das elastische Material allseitig von der flexiblen Wandung (3) umgeben ist.
9. Pumpe nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das elastische Material mit einer flächigen Ausdehnung und mit einer gegenüber der flächigen Ausdehnung kleinen Dicke ausgebildet ist.
10. Pumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das elastisch verformbare Material zwei aneinander anliegende Lagen (21, 22) mit zueinander zeigenden, Zwischenräume bildenden Profilierungen (23, 24) aufweist und dass die Zwischenräume durch die erste Kraft verkleinerbar sind.
11. Pumpe nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenräume zwischen den beiden Lagen (21, 22) durch die externe erste Kraft auf Null verkleinerbar sind.
12. Pumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das elastisch verformbare Material durch die Wandung selbst gebildet ist.
13. Pumpe nach einem der Ansprüche 4 bis 12, gekennzeichnet durch wenigstens ein flächig an der flexiblen Wandung (3) anliegendes Druckelement (4, 5, 5', 5'').
14. Pumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Ventile (8, 9) auf den der Dicke entsprechenden schmalen Seiten der Wandung (3) befinden.
15. Pumpe nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventile (8, 9) an gegenüber liegenden schmalen Seiten der Wandung (3) angeordnet sind.
16. Pumpe nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventile (8, 9) in Ausnehmungen (10) der Andruckelemente (5', 5'') angeordnet sind.
17. Pumpe nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventile (8, 9) in Ausnehmungen (10) eines der Andruckelemente (5', 5'') angeordnet sind.

18. Verwendung einer Pumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 17 in einem System, in dem Kräfte entstehen, durch Anwendung der Pumpe im Kraftfluss des Systems zur Ausübung der ersten Kraft (F).
19. Verwendung einer Pumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 17 als Teil einer Prothese (11) für eine untere Extremität.
20. Verwendung einer Pumpe nach Anspruch 19, bei der die beim Auftreten aufgrund des Körpergewichts entstehende Kraft als erste Kraft (F) benutzt wird.
21. Verwendung nach einem der Ansprüche 18 bis 20 zur Vakuumunterstützung eines Saugschaftes der Prothese (11).

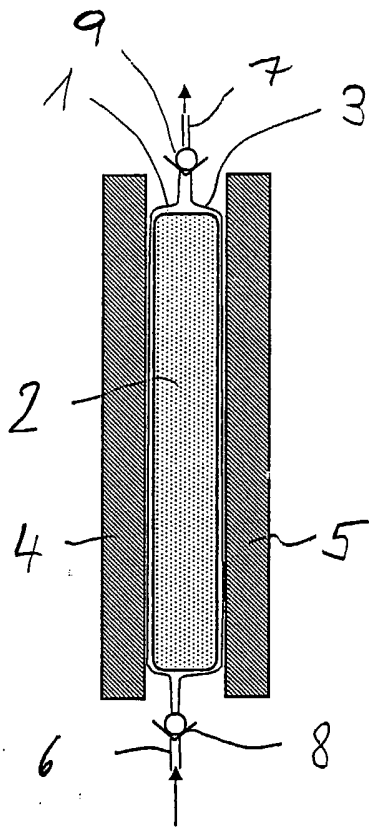


Fig. 1

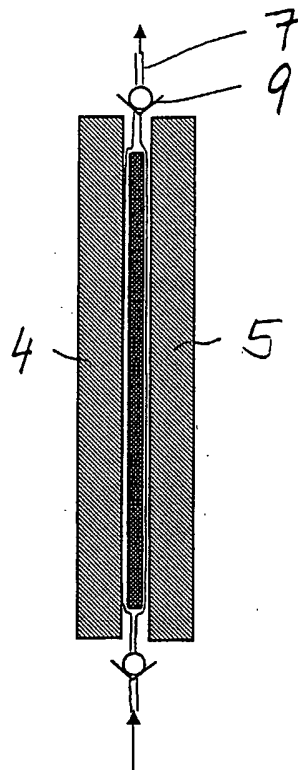


Fig. 2

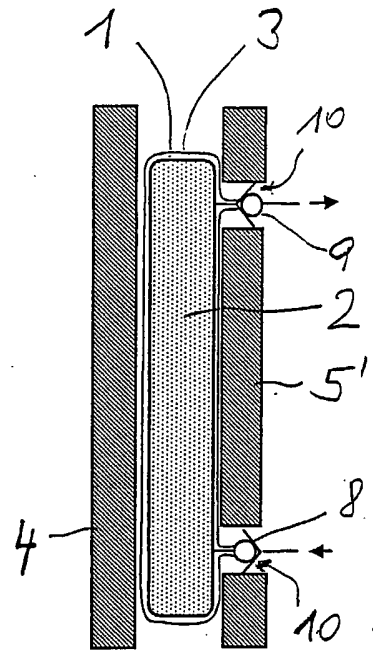


Fig. 3

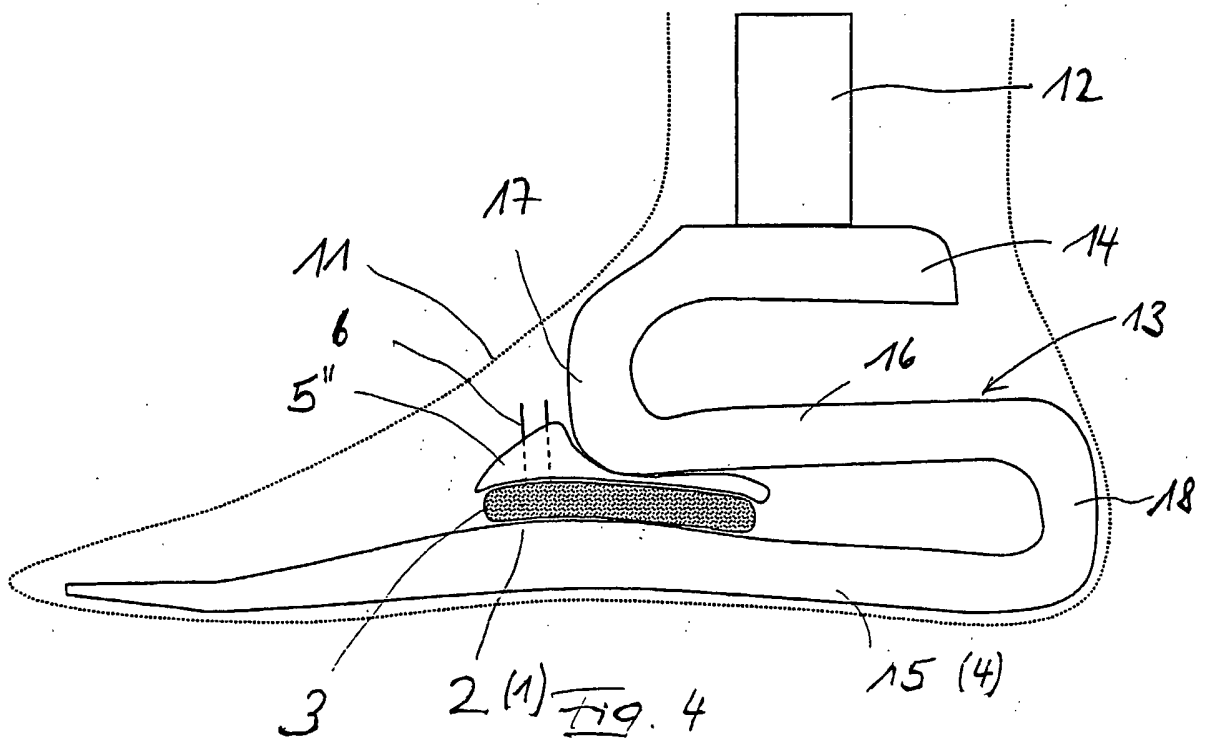
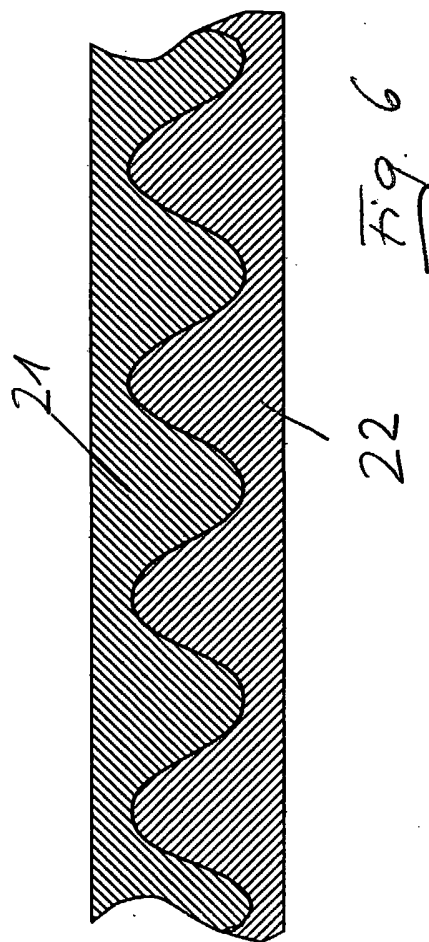
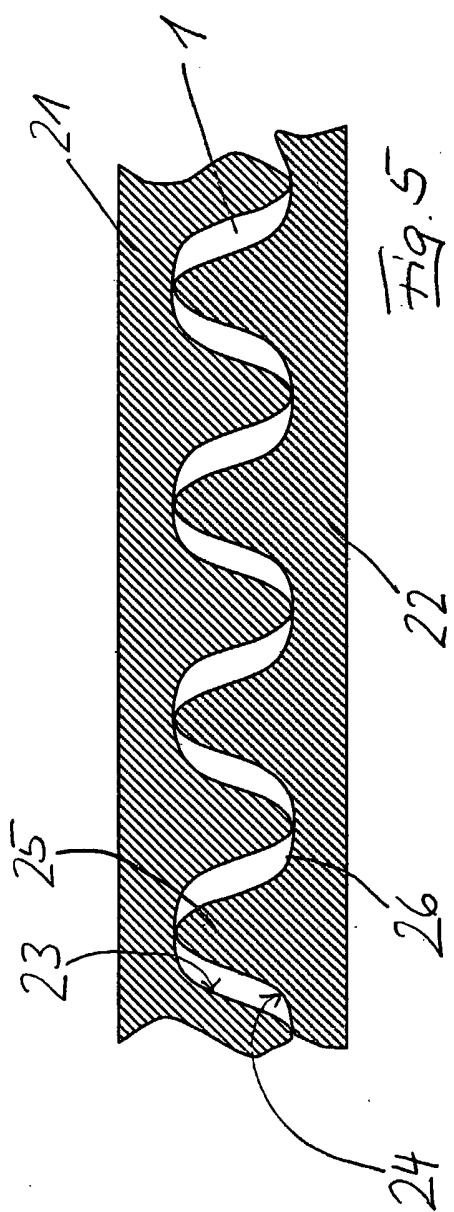
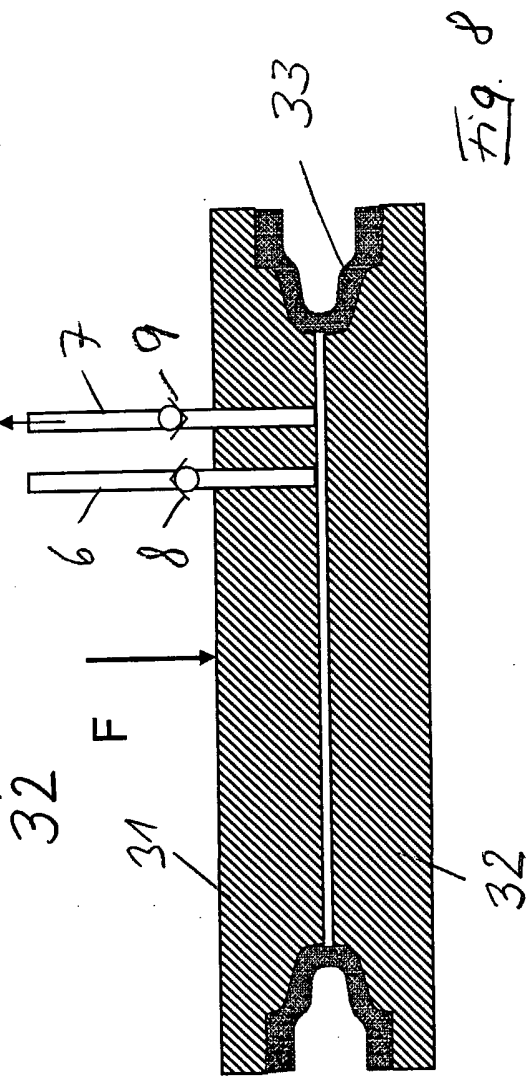
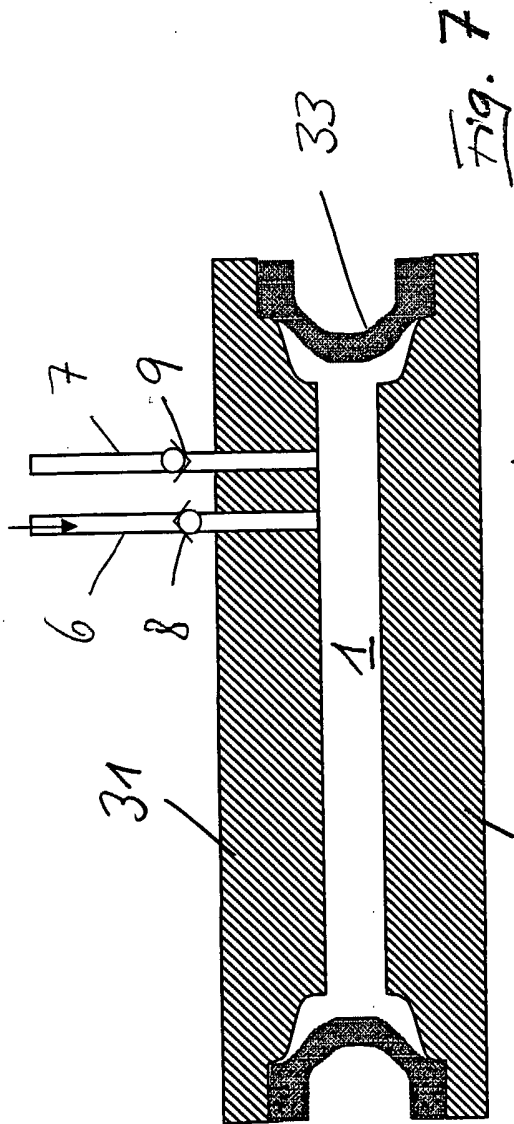


Fig. 4







# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE2005/001124

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 IPC 7 F04B33/00 F04B45/02 F04B45/04 A61F2/78 A61F2/80

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 IPC 7 F04B A61F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)  
 EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 02/067825 A (CASPER, BARBARA J.) 6 September 2002 (2002-09-06) page 21, paragraph 7 - page 24, paragraph 3 claim 1 figures 17-25	1,2, 18-21
X	FR 2 538 350 A (DEMESENCE, THIERRY) 29 June 1984 (1984-06-29) page 3, line 14 - page 4, line 24 figures 1,2	1-3,12, 18
X	US 3 133 696 A (MIRANDO LOUIS) 19 May 1964 (1964-05-19) column 2, line 44 - column 3, line 37 column 3, line 66 - column 4, line 10 figures 2,3	1,4-9
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of box C.       Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents:

*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *&* document member of the same patent family
---	---

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
27 September 2005	06/10/2005

Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Gnüchtel, F
--	---------------------------------------

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE2005/001124

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 004 116 A (WTEAM WORLDWIDE CORP.) 21 December 1999 (1999-12-21) column 1, line 10 - line 30 column 2, line 47 - column 3, line 7 figures 1,2A -----	1,4-6
X	DE 19 52 065 A1 (WILKE, HARALD) 29 April 1971 (1971-04-29) page 5, line 13 - page 6, line 14 page 8, line 7 - line 20 figures 1,2 -----	1
A	DE 745 981 C (SPITZFADEM, GUSTAV; GEISEN, ALOIS) 22 May 1944 (1944-05-22) the whole document -----	1,18-21

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No PCT/DE2005/001124
---

Patent document cited in search report	Publication date	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 02067825	A	06-09-2002	CA 2447937 A1 EP 1361841 A2 JP 2005509448 T	06-09-2002 19-11-2003 14-04-2005
FR 2538350	A	29-06-1984	NONE	
US 3133696	A	19-05-1964	NONE	
US 6004116	A	21-12-1999	NONE	
DE 1952065	A1	29-04-1971	NONE	
DE 745981	C	22-05-1944	NONE	

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Internationales Aktenzeichen  
PCT/DE2005/001124

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 F04B33/00 F04B45/02 F04B45/04 A61F2/78 A61F2/80

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**  
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 F04B A61F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)  
EPO-Internal

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie <sup>o</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 02/067825 A (CASPER, BARBARA J.) 6. September 2002 (2002-09-06) Seite 21, Absatz 7 - Seite 24, Absatz 3 Anspruch 1 Abbildungen 17-25	1,2, 18-21
X	FR 2 538 350 A (DEMESENCE, THIERRY) 29. Juni 1984 (1984-06-29) Seite 3, Zeile 14 - Seite 4, Zeile 24 Abbildungen 1,2	1-3,12, 18
X	US 3 133 696 A (MIRANDO LOUIS) 19. Mai 1964 (1964-05-19) Spalte 2, Zeile 44 - Spalte 3, Zeile 37 Spalte 3, Zeile 66 - Spalte 4, Zeile 10 Abbildungen 2,3	1,4-9
	----- -/-	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen  Siehe Anhang Patentfamilie

<sup>o</sup> Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
27. September 2005	06/10/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter  Gnüchtel, F
---	--

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/DE2005/001124

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 004 116 A (WTEAM WORLDWIDE CORP.) 21. Dezember 1999 (1999-12-21) Spalte 1, Zeile 10 - Zeile 30 Spalte 2, Zeile 47 - Spalte 3, Zeile 7 Abbildungen 1,2A -----	1,4-6
X	DE 19 52 065 A1 (WILKE, HARALD) 29. April 1971 (1971-04-29) Seite 5, Zeile 13 - Seite 6, Zeile 14 Seite 8, Zeile 7 - Zeile 20 Abbildungen 1,2 -----	1
A	DE 745 981 C (SPITZFADEM, GUSTAV; GEISEN, ALOIS) 22. Mai 1944 (1944-05-22) das ganze Dokument -----	1,18-21

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2005/001124

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 02067825	A	06-09-2002	CA 2447937 A1 EP 1361841 A2 JP 2005509448 T	06-09-2002 19-11-2003 14-04-2005
FR 2538350	A	29-06-1984	KEINE	
US 3133696	A	19-05-1964	KEINE	
US 6004116	A	21-12-1999	KEINE	
DE 1952065	A1	29-04-1971	KEINE	
DE 745981	C	22-05-1944	KEINE	