



|   |  |   |
|---|--|---|
| <p>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> :<br/>A61F 2/68, F16F 9/512</p>  | <p>A1</p>  | <p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 95/26171</b><br/><br/>(43) Internationales<br/>Veröffentlichungsdatum: 5. Oktober 1995 (05.10.95)</p> |
| <p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP95/01101<br/>(22) Internationales Anmeldedatum: 23. März 1995 (23.03.95)<br/>(30) Prioritätsdaten:<br/>P 44 10 730.7 28. März 1994 (28.03.94) DE<br/>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): BIEDER-<br/>MANN MOTECH GMBH [DE/DE]; Berta-Suttner-Strasse<br/>23, D-78054 VS-Schwenningen (DE).<br/>(72) Erfinder; und<br/>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): FITZLAFF, Gerhard<br/>[DE/DE]; Enzstrasse 46, D-78054 VS-Schwenningen (DE).<br/>(74) Anwälte: PRÜFER, Lutz, H. usw.; Harthausen Strasse 25d, D-<br/>81545 München (DE).</p> | <p>(81) Bestimmungsstaaten: CA, CN, HU, JP, KR, NO, US,<br/>europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB,<br/>GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).<br/><br/>Veröffentlicht<br/>Mit internationalem Recherchenbericht.</p> |   |

(54) Title: SWING PHASE CONTROL UNIT FOR AN ARTIFICIAL KNEE JOINT

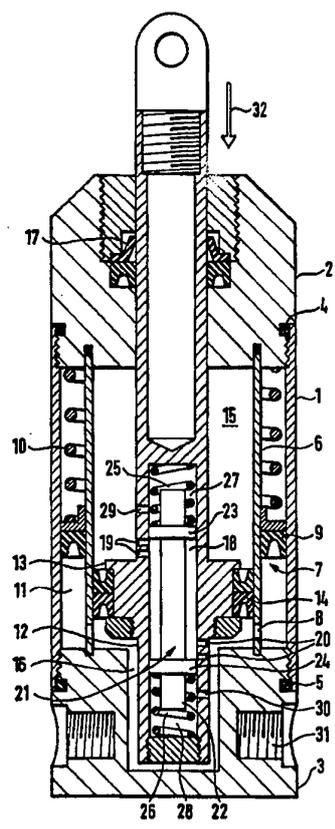
(54) Bezeichnung: SCHWUNGPHASENSTEUERUNG FÜR EIN KÜNSTLICHES KnieGELENK

(57) Abstract

Proposed is a servo-hydraulic swing phase control unit for an artificial knee joint. One end of the control unit has a head element (2) while the other end has a foot element which closes off a cylinder with a reciprocating piston (13) in it. In order to ensure movement-dependent control of the joint, the first and second spaces into which the piston divides the cylinder chamber are connected by a throttle duct (18, 19, 20) whose cross-section can be adjusted by a slide bar (21) as a function of the pressure in the two spaces (15, 16).

(57) Zusammenfassung

Es wird eine servohydraulische Schwunghasensteuerung für ein künstliches Kniegelenk geschaffen. Diese weist einen an seinem einen Ende mit einem Kopfteil (2) und an seinem anderen Ende mit einem Fußteil (3) verschlossenen Zylinder mit einem darin hin und her bewegbaren Kolben (13) auf. Damit eine bewegungsabhängige Steuerung erreicht wird, sind der durch den Kolben unterteilte erste und zweite Raum im Zylinder über einen Drosselkanal (18, 19, 20) verbunden, dessen Querschnitt über einen Schieber (21) in Abhängigkeit des in den beiden Räumen (15, 16) herrschenden Druckes einstellbar ist.



### **LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

|    |                                |    |                                   |    |                                |
|----|--------------------------------|----|-----------------------------------|----|--------------------------------|
| AT | Österreich                     | GA | Gabon                             | MR | Mauretanien                    |
| AU | Australien                     | GB | Vereinigtes Königreich            | MW | Malawi                         |
| BB | Barbados                       | GE | Georgien                          | NE | Niger                          |
| BE | Belgien                        | GN | Guinea                            | NL | Niederlande                    |
| BF | Burkina Faso                   | GR | Griechenland                      | NO | Norwegen                       |
| BG | Bulgarien                      | HU | Ungarn                            | NZ | Neuseeland                     |
| BJ | Benin                          | IE | Irland                            | PL | Polen                          |
| BR | Brasilien                      | IT | Italien                           | PT | Portugal                       |
| BY | Belarus                        | JP | Japan                             | RO | Rumänien                       |
| CA | Kanada                         | KE | Kenya                             | RU | Russische Föderation           |
| CF | Zentrale Afrikanische Republik | KG | Kirgisistan                       | SD | Sudan                          |
| CG | Kongo                          | KP | Demokratische Volksrepublik Korea | SE | Schweden                       |
| CH | Schweiz                        | KR | Republik Korea                    | SI | Slowenien                      |
| CI | Côte d'Ivoire                  | KZ | Kasachstan                        | SK | Slowakei                       |
| CM | Kamerun                        | LI | Liechtenstein                     | SN | Senegal                        |
| CN | China                          | LK | Sri Lanka                         | TD | Tschad                         |
| CS | Tschechoslowakei               | LU | Luxemburg                         | TG | Togo                           |
| CZ | Tschechische Republik          | LV | Lettland                          | TJ | Tadschikistan                  |
| DE | Deutschland                    | MC | Monaco                            | TT | Trinidad und Tobago            |
| DK | Dänemark                       | MD | Republik Moldau                   | UA | Ukraine                        |
| ES | Spanien                        | MG | Madagaskar                        | US | Vereinigte Staaten von Amerika |
| FI | Finnland                       | ML | Mali                              | UZ | Usbekistan                     |
| FR | Frankreich                     | MN | Mongolei                          | VN | Vietnam                        |

## Schwunghasensteuerung für ein künstliches Kniegelenk

Die Erfindung betrifft eine Schwunghasensteuerung für ein künstliches Kniegelenk mit einem an seinem einen Ende mit einem Kopfteil und seinem anderen Ende mit einem Fußteil verschlossenen Zylinder sowie einem in diesem in axialer Richtung hin und her bewegbaren Kolben mit einer durch eine Bohrung im Kopfteil nach außen geführten Kolbenstange zum Verbinden mit einem Oberschenkelteil einer Prothese und einem durch den Kolben begrenzten kopfteilseitigen ersten Raum und einem fußteilseitigen zweiten Raum.

Eine derartige Vorrichtung ist aus der US-PS 5,062,857 bekannt.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Schwunghasensteuerung der eingangs beschriebenen Art zu schaffen, die für extreme Gehbedingungen geeignet ist und die bei allen Bedingungen einen angenehmen Bewegungsablauf ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch die Schwunghasensteuerung nach Patentanspruch 1, 2 oder 3 gelöst.

Vorzugsweise ist der Drosselkanal im Inneren der Kolbenstange vorgesehen, wodurch der Aufbau vereinfacht wird.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Zylinder eine äußere Zylinderwand und im Abstand von dieser eine innere Zylinderwand zum Bilden einer Ringkammer. Die Ringkammer ist über eine Ausnehmung mit dem zweiten Raum verbunden. Der Kolben gleitet im Inneren des von der inneren Zylinderwand begrenzten Zylinderraumes. In der Ringkammer gleitet ein in Richtung zu der Ausnehmung hin federvorgespannter Ringkolben. Dadurch wird erreicht, daß ein Volumenausgleich für die eintauchende Kolbenstange erfolgt und die Steuerung auf die unterschiedliche Beanspruchung bei Beugung und Streckung des Knies so reagiert, daß ein natürlicher Bewegungsablauf erzielt wird.

Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Weitere Merkmale und Zweckmäßigkeiten der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung der Ausführungsbeispiele anhand der Figuren. Die Figuren zeigen:

- Fig. 1 eine Querschnittsansicht eines ersten Ausführungsbeispiels
- Fig. 2 eine Querschnittsansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels
- Fig. 3 eine Ansicht eines vergrößerten Ausschnittes des zweiten Ausführungsbeispiels

**Erstes Ausführungsbeispiel:**

Wie in Fig.1 gezeigt, umfaßt die Vorrichtung einen äußeren Zylindermantel 1, der an seinem kopfseitigen freien Ende von einem Kopfteil 2 und an seinem fußseitigen Ende von einem Fußteil 3 begrenzt ist. Die Verbindung erfolgt in der in der Figur angedeuteten Weise jeweils durch Einschrauben von Kopf- und Fußteil in vorgesehene Innengewinde. Zusätzlich ist jeweils eine entsprechende Dichtung 4, 5 vorgesehen.

In einem Abstand von dem äußeren Zylindermantel ist im Inneren eine innere Zylinderwand 6 vorgesehen, die mit ihren Enden wiederum im Kopfteil bzw. Fußteil dicht eingesetzt ist. Die äußere Zylinderwand 1 und die innere Zylinderwand 6 schließen eine Ringkammer 7 ein. Am fußseitigen Ende weist die innere Zylinderwand 6 Bohrungen 8 auf. In der Ringkammer ist ein Ringkolben 9 gleitend angeordnet. Dieser ist über eine einerseits am Kopfteil 2 und andererseits an dem Ringkolben angreifende Druckfeder 10 in der in der Figur gezeigten Weise in eine zu den Boh-

- 3 -

rungen 8 hin gerichtete Grundstellung federvorgespannt. Im Inneren des von der inneren Zylinderwand 6 umschlossenen Zylinders ist ein von einer Kolbenstange 12 getragener Kolben 13 vorgesehen. Der Kolben 13 trennt mittels geeigneter Dichtungen 14 den Innenraum in dem Zylinder in einen kopfteilseitigen ersten Raum 15 und einen fußteilseitigen zweiten Raum 16. Der zweite Raum 16 ist über die Bohrungen 8 mit dem daran angrenzenden Raum der Ringkammer 7 verbunden. Die Kolbenstange 12 ist über eine koaxiale Bohrung in dem Kopfteil 2 nach außen geführt und weist an ihrem freien Ende eine Öse zum Verbinden mit einem Oberschenkelteil einer Prothese auf. Die Kolbenstange 12 ist in der koaxialen Bohrung gleitend gelagert. Durch Dichtungen 17 folgt eine Abdichtung des ersten Raumes 15.

Wie am besten aus der Figur 1 ersichtlich ist, weist die Kolbenstange 12 in dem Abschnitt des Kolbens und dem auf beiden Seiten daran angrenzenden Bereich eine koaxiale Bohrung 18 auf. Unmittelbar angrenzend an den Kolben sind auf beiden Seiten in axialer Richtung aufeinanderfolgende Drosselbohrungen 19, 20 vorgesehen, die den ersten Raum 15 bzw. den zweiten Raum 16 mit der Bohrung 18 verbinden und mit diesem zusammen einen Drosselkanal bilden. Im Inneren der Bohrung 18 ist ein Schieber 21 vorgesehen. Dieser weist eine Kolbenstange 22 auf, die nahe ihres einen Endes einen in der Bohrung 18 gleitenden ersten Kolben 23 und nahe ihres anderen Endes einen in der Bohrung 18 gleitenden zweiten Kolben 24 aufweist. Der Abstand der beiden Kolben zueinander ist so groß gewählt, daß die Kolben jeweils die Drosselbohrung 19 und 20 und den zwischen diesen liegenden Raum, also den Drosselkanal begrenzen.

Auf der Rückseite von erstem Kolben 23 und zweitem Kolben 24 sind jeweils Druckfedern 25, 26 vorgesehen, die jeweils am Grund der Bohrung und an den Kolben anliegen und den Schieber 21 in die oben beschriebene neutrale Stellung vorspannen.

Der erste Kolben 23 begrenzt in der oben beschriebenen Weise auf der einen Seite den Drosselkanal und auf seiner anderen

- 4 -

Seite einen ersten Vorspannraum 27. Der zweite Kolben 24 begrenzt auf seiner einen Seite den Drosselkanal und auf seiner anderen Seite einen zweiten Vorspannraum 28. Der erste Raum 15 ist über eine einen vernachlässigbaren oder nur einen geringen Strömungswiderstand aufweisende Bohrung 29 verbunden, während der zweite Raum 16 und der zweite Vorspannraum 28 über eine entsprechende einen vernachlässigbaren oder nur einen geringen Strömungswiderstand aufweisende Bohrung 30 miteinander verbunden sind.

Das Fußteil 3 weist in bekannter Weise sich senkrecht zur Längsachse erstreckende Bohrungen 31 zur Verbindung mit einem Unterschenkelteil auf.

Das Zylinderinnere ist beidseitig des Kolbens 13 mit hydraulischer Flüssigkeit gefüllt.

Die Figur 1 zeigt die Stellung der servohydraulischen Schwunghasensteuerung, in der das Kniegelenk über einen längeren Zeitraum gebeugt ist und sich ein Gleichgewicht eingestellt hat. Bei einer jetzt erfolgenden Streckung wird die Kolbenstange 12 entgegengesetzt zu der Richtung des Pfeiles 32 nach außen gezogen und damit der Kolben 13 langsam bis in seine Endstellung zum Anschlag an das Kopfteil 2 bewegt. Dabei erhöht sich zunächst der Druck in dem ersten Raum 15, während sich der Druck im zweiten Raum 16 vermindert. Der Druck im ersten Vorspannraum 27 wird nun größer als derjenige im zweiten Vorspannraum 28, mit der Folge, daß der Schieber 21 sich in Richtung zum Fußteil hin bewegt und zunächst die an den ersten Kolben 23 angrenzende Drosselbohrung abschließt. Das hat zur Folge, daß sich im ersten Raum 15 eine erhebliche Federkraft aufbaut, die die Streckbewegung dämpft.

Bei seiner Rückbewegung aus der gestreckten Stellung in die gewinkelte Stellung wird der Kolben mit der Kolbenstange dann in Richtung des Pfeiles 32 wieder nach unten bewegt. Jetzt bildet sich im zweiten Raum 16 einerseits ein erheblicher Über-

- 5 -

druck auf, und andererseits wird der Ringkolben entgegen der Feder 10 zurückgedrückt. Erfolgt die Bewegung langsam, gleichen sich die Drücke in den Räumen 15 und 16 über den Drosselkanal langsam aus. Erfolgt die Bewegung aber schnell oder gar ruckartig, dann ist der Druckunterschied und damit der Druckunterschied in dem ersten Vorspannraum 27 und zweiten Vorspannraum 28 so groß, daß der Schieber sich nach oben bewegt und zumindest die angrenzende Drosselbohrung 20 schließt, so daß der Drosselkanal noch verkleinert wird und sich ein vergrößerter Dämpfungswiderstand aufbaut.

Die Kraft des im zweiten Raum komprimierten Mediums, unterstützt durch die Kraft der zusammengedrückten Feder 10 des Ringkolbens 9, drückt den Kolben bei der anschließenden Streckbewegung dann nach oben.

In der oben beschriebenen Weise wird also erreicht, daß bei unterschiedlich schnellen Bewegungen des Kniegelenkes eine unterschiedlich große Dämpfung wirksam wird. Darüber hinaus ist durch das Vorsehen des Ringkanales mit dem federvorgespannten Ringkolben beim Beugen eine zusätzliche Federkraft wirksam.

#### Zweites Ausführungsbeispiel:

Wie in Fig. 2 gezeigt ist, weist die Schwungphasensteuerung eine äußere Zylinderwand 101, die an ihrem kopfseitigen freien Ende von einem Kopfteil 102 und an ihrem fußseitigen Ende von einem Fußteil 103 begrenzt ist, auf. Die Verbindung erfolgt in der in der Figur 2 angedeuteten Weise jeweils durch Einschrauben von Kopf- 102 und Fußteil 103 in vorgesehene Innengewinde. Zusätzlich ist jeweils eine entsprechende Dichtung 104, 105 vorgesehen.

In einem Abstand von der äußeren Zylinderwand 101 ist im Inneren eine innere Zylinderwand 106 vorgesehen, die mit ihren Enden wiederum im Kopfteil 102 bzw. Fußteil 103 dicht eingesetzt ist. Die äußere Zylinderwand 101 und die innere Zylinderwand 106 schließen eine Ringkammer 107 ein. Im Inneren des von

- 6 -

der inneren Zylinderwand 106 umschlossenen Zylinders ist ein von einer Kolbenstange 112 getragener Kolben 113 vorgesehen. Der Kolben 113 mit Dichtungen 114 trennt den Innenraum in dem Zylinder in einen kopfteilseitigen ersten Raum 115 und einen fußteilseitigen zweiten Raum 116.

In dem Fußteil 103 ist coaxial zur Kolbenstange 112 ein durchgehender Zylinderabschnitt 165 vorgesehen. Der Zylinderabschnitt 165 weist einen ersten Hohlzylinder 134 mit einem ersten Durchmesser auf, der mit einem Ende mit dem zweiten Raum 116 verbunden ist. An dem Ende ist coaxial ein Ring 145 angeordnet, der einen Innendurchmesser aufweist, der kleiner als der erste Durchmesser ist. Der Zylinderabschnitt 165 weist weiter einen zweiten Hohlzylinder 135 mit dem ersten Durchmesser auf, der mit einem Ende mit Außen verbunden ist. Die beiden Hohlzylinder 134, 135 sind über eine Bohrung 143 verbunden. Die Bohrung 143 weist einen Durchmesser auf der kleiner als der erste Durchmesser ist. Das Fußteil 103 weist einen ersten Kanal 133 auf, der den zweiten Hohlzylinder 135 mit der Ringkammer 107 verbindet.

In dem Zylinderabschnitt 165 ist eine Stange 160 konzentrisch vorgesehen. Die Stange 160 weist einen ersten Abschnitt 161 mit einem Außengewinde auf. Das Außengewinde paßt zu einem in dem zweiten Hohlzylinder 135 vorgesehenen Innengewinde. An den ersten Abschnitt 161 der Stange 160 schließt ein zweiter Abschnitt 162 an, der einen Außendurchmesser aufweist, der kleiner als der Innendurchmesser der Bohrung 143 ist. An den zweiten Abschnitt 162 schließt ein konischer Endabschnitt 163 an (Fig. 3). Innerhalb des ersten Hohlzylinders 135 ist ein erster Ringkolben 142 vorgesehen. Der Außendurchmesser des ersten Ringkolbens 142 ist so gewählt, daß der erste Ringkolben 142 in dem ersten Hohlzylinder 165 in axialer Richtung gleiten kann, und der Innendurchmesser des ersten Ringkolbens 142 ist größer als der minimale Durchmesser des konischen Endabschnittes 163. Der Ring 145 bildet einen Anschlag für den ersten Ringkolben 142. Der erste Ringkolben 142 ist über eine einerseits an dem durch die Bohrung 143 gebildeten ringförmigen Vor-

- 7 -

sprung und andererseits an dem ersten Ringkolben 142 angreifende ersten Druckfeder 144 in der in der Figur 2 gezeigten Weise in eine zu dem Kopfteil 102 hin gerichtete Grundstellung vorgespannt. Die Grundstellung wird durch den Ring 145 festgelegt. Zwischen dem Ringkolben 142 und dem konischen Endabschnitt 163 ist ein erster Drosselkanal 152. In der Grundstellung weist der erste Drosselkanal seinen maximalen Querschnitt auf.

Der Winkel des konischen Endabschnittes 163 ist bevorzugt zwischen  $1^{\circ}$  -  $5^{\circ}$ . Der Winkel des konischen Endabschnittes 163 wird bevorzugt möglichst klein gewählt und die Länge des konischen Endabschnittes 163 möglichst lang. Noch bevorzugter ist der Winkel  $2^{\circ}$  und die Länge 10mm.

Durch Drehen der Stange 160 wird die Stange 160 in axialer Zylinderrichtung bewegt. Dadurch wird der maximale Querschnitt des ersten Drosselkanals 152 eingestellt.

Weiterhin ist in dem Fußteil 103 ein zweiter Kanal 136 vorgesehen, der die Ringkammer 107 mit dem zweiten Raum 116 verbindet. In dem zweiten Kanal ist ein Rückschlagventil 157 angeordnet. Das Rückschlagventil 157 weist eine mit einer Feder verbundene Kugel auf. Die Kugel wird durch die Feder gegen eine Öffnung gedrückt und verschließt die Öffnung. Das Rückschlagventil 157 öffnet sich zu dem zweiten Raum 116 hin.

Die Kolbenstange 112 ist über eine Buchse 108, die in einer koaxialen Bohrung in dem Kopfteil 102 vorgesehen ist, nach außen geführt und weist an ihrem freien Ende eine Öse zum Verbinden mit einem Oberschenkelteil einer Prothese auf. Die Kolbenstange 112 ist in der Buchse 108 gleitend gelagert. Durch Dichtungen 117 erfolgt eine Abdichtung des ersten Raumes 115. In der Kolbenstange 112 ist eine koaxiale Zylinderbohrung 118 vorgesehen, die in dem Abschnitt des ersten Kolbens 113 konisch ausgebildet ist. Der konische Abschnitt der Zylinderbohrung 118 öffnet sich in Richtung zu dem Fußteil 103.

In der Kolbenstange 112 sind in Richtung zu dem Kopfteil 102 spiralförmig angeordnete Bohrungen 148 vorgesehen (Fig. 3).

Damit wird der erste Raum 115 durch die Bohrungen 148 und durch die Zylinderbohrung 118 mit dem zweiten Raum 116 verbunden. Innerhalb der Zylinderbohrung 118 ist ein erster Anschlagzylinder 146 mit einem Außengewinde vorgesehen. Das Außengewinde paßt zu einem in der Zylinderbohrung 118 vorgesehenen Innengewinde. Der erste Anschlagzylinder 146 weist an seinem dem Fußteil 103 zugewandten Ende einen Gummiring 158 auf. An seinem anderen Ende ist eine sechskantförmige Ausnehmung für einen Sechskantschlüssel vorgesehen. In dem ersten Anschlagzylinder 146 ist eine koaxiale Bohrung 149 mit einem Innengewinde vorgesehen.

Weiter ist ein zweiter Anschlagzylinder 147 vorgesehen. Der zweite Anschlagzylinder 147 weist einen ersten Abschnitt mit einem Außengewinde auf. Das Außengewinde paßt zu dem Innengewinde des ersten Anschlagzylinders. An den ersten Abschnitt schließt ein zweiter zylinderförmiger Abschnitt mit einem Durchmesser an. An einem dem zweiten Abschnitt des zweiten Anschlagzylinders 147 zugeordneten Ende schließt eine kreisförmige Anschlagplatte 150 an. Die Plattenebene der Anschlagplatte 150 ist senkrecht zur Achse des Zylinders angeordnet und ein Durchmesser der Anschlagplatte ist größer als der Durchmesser des zweiten Abschnittes. An einem anderen Ende des zweiten Anschlagzylinders ist ein Schlitz für einen Schraubendreher vorgesehen. Der erste Abschnitt des zweiten Anschlagzylinders 147 ist in den ersten Anschlagzylinder eingeschraubt. Der herausstehende zweite Abschnitt des zweiten Anschlagzylinders weist zu dem Fußteil 103 hin.

Ein als Hohlzylinder ausgebildeter Schieber 121 ist auf dem herausstehenden Abschnitt des zweiten Anschlagzylinders 147 gleitend vorgesehen. Der Schieber 121 weist ein erstes Ende und ein zweites Ende auf. Das zweite Ende weist einen zu dem konischen Abschnitt der Zylinderbohrung 118 passenden konischen Verlauf auf. Zwischen dem konischen Verlauf des zweiten Endes des Schiebers 121 und dem konischen Abschnitt der zweiten Zylinderbohrung 118 ist ein zweiter Drosselkanal 151 gebildet (siehe Fig. 3). Durch den ersten Anschlagzylinder 146 mit dem Gummiring 158 und dem ersten Ende des Schiebers 121 wird eine obere

- 9 -

Position des Schiebers 121 festgelegt. In der oberen Position ist der Querschnitt des zweiten Drosselkanals 151 minimal. Durch den zweiten Anschlagzylinder 147 mit der Anschlagplatte 150 und dem zweiten Ende des Schiebers 121 wird eine untere Position des Schiebers 121 festgelegt. In der unteren Position ist der Querschnitt des zweiten Drosselkanals 151 maximal.

In dem Kolben 113 ist eine Öffnung 155 mit einem Rückschlagventil 154 angeordnet. Die Öffnung 155 verbindet den ersten Raum 115 mit der zweiten Zylinderbohrung 118. Das Rückschlagventil 154 weist eine mit einer Feder verbundene Kugel auf. Die Kugel wird durch die Feder gegen die Öffnung 155 gedrückt und verschließt die Öffnung. Das Rückschlagventil 154 öffnet sich zu dem ersten Raum 115 hin.

In der Ringkammer 107 ist ein zweiter Ringkolben 109 gleitend angeordnet. Dieser ist über eine einerseits am Kopfteil 102 und andererseits an dem zweiten Ringkolben 109 angreifende Druckfeder 110 in der in der Figur 2 gezeigten Weise in eine zu dem Fußteil 103 hin gerichtete Grundstellung vorgespannt. In der Ringkammer 107 wird das zusätzlich eingebrachte Volumen der eingetauchten Kolbenstange 112 aufgenommen.

Das Fußteil 103 weist in bekannter Weise sich senkrecht zur Längsachse erstreckende Bohrungen (hier nicht gezeigt) zur Verbindung mit einem Unterschenkelteil der Prothese auf.

Das Kopfteil 102 und die Buchse 108 weisen einen verschließbaren dritten Kanal 166 auf, der mit seinem einen Ende sich in den ersten Raum 115 erstreckt und der mit seinem anderen Ende sich nach außen erstreckt.

Im folgenden wird der Betrieb der Schwungphasensteuerung beschrieben:

Das Zylinderinnere wird mit einer hydraulischen Flüssigkeit gefüllt. Dazu wird die Stange 160 aus dem Fußteil herausgeschraubt und an dem anderen Ende des dritten Kanals 166 wird

- 10 -

eine Vakuumpumpe angeschlossen. Dann wird die hydraulische Flüssigkeit durch den Zylinderabschnitt 165 eingefüllt. Danach wird die Stange 160 in das Fußteil 103 eingeschraubt und der dritte Kanal 166 verschlossen.

Die Figur 2 zeigt die Stellung der Schwungsphasensteuerung, in der das Kniegelenk über einen längeren Zeitraum gebeugt ist und sich ein Gleichgewicht eingestellt hat. Bei einer jetzt folgenden Streckung wird die Kolbenstange 112 entgegengesetzt zu der Richtung des Pfeiles 132 nach außen gezogen und damit der Kolben 113 bis in seine Endstellung zum Anschlag an die Buchse 108 bewegt. Dabei erhöht sich zuerst der Druck in dem ersten Raum 115, während sich der Druck in dem zweiten Raum 116 vermindert. Dies hat zur Folge, daß der Schieber 121 sich in Richtung zum Fußteil 103 hin bewegt, bis er sich in der unteren Position befindet. Bei der Streckung fließt die Hydraulikflüssigkeit von dem ersten Raum 115 durch die Bohrungen 148 und durch den ersten Drosselkanal 151 in den zweiten Raum 116. Als Folge der Bewegung werden die Bohrungen 148 der Reihe nach durch die Buchse 108 abgedeckt, wodurch sich der Strömungswiderstand zwischen dem ersten Raum 115 und dem zweiten Raum 116 erhöht. Damit wird ein sanftes Abbremsen der Streckbewegung bis zum vollständigen Durchstrecken des Beines erreicht. Durch das Rückschlagventil 157 kann sich bei der Streckbewegung kein Druckunterschied zwischen dem zweiten Raum 116 und der Ringkammer 107 sowie dem Zylinderabschnitt 165 aufbauen.

Bei seiner Rückbewegung aus der gestreckten Stellung in die gewinkelte Stellung wird der Kolben 113 mit der Kolbenstange 112 dann in Richtung des Pfeiles 132 wieder nach unten bewegt. Da zu Beginn der Rückbewegung alle Bohrungen 148 durch die Buchse 108 abgedeckt sind, öffnet sich anfänglich das Rückschlagventil 154 und ermöglicht den Beginn der Rückbewegung. Jetzt bildet sich im zweiten Raum 116 einerseits ein erheblicher Überdruck und andererseits werden der erste Ringkolben 142 entgegen der ersten Feder 144 und der zweite Ringkolben 109 entgegen der zweiten Feder 110 zurückgedrückt. Weiterhin wird der Schieber 121 entgegen der Bewegungsrichtung zu der oberen

- 11 -

Position bewegt, wodurch sich der minimale Querschnitt des zweiten Drosselkanales 151 einstellt. Erfolgt die Bewegung langsam, gleichen sich die Drücke in den Räumen 115 und 116 über die Drosselkanäle 151, 152 aus. Erfolgt die Bewegung aber schnell oder ruckartig, ist der Druckunterschied zwischen dem zweiten Raum 116 und dem Zylinderabschnitt 165 sowie der Ringkammer 107 so groß, daß der erste Ringkolben 142 entgegen der ersten Feder 144 in Richtung des Fußteiles 103 bewegt wird, so daß der Querschnitt des ersten Drosselkanales 152 minimal wird oder, bei entsprechender Einstellung durch die Stange 160, der erste Drosselkanal 152 ganz geschlossen wird. Damit wird schlagartig ein vergrößerter Dämpfungswiderstand aufgebaut.

Die Kraft des im zweiten Raum 116 komprimierten Mediums, unterstützt durch die Kraft der zusammengedrückten Federn 110, 144 der Ringkolben 109, 142, drückt den ersten Kolben 113 bei der anschließenden Streckbewegung dann nach oben.

Durch Drehen der Stange 160 wird die Stange 160 in axialer Zylinderrichtung bewegt und damit ändert sich der maximale Querschnitt des ersten Drosselkanals 152. Dadurch wird es möglich die Eintauchgeschwindigkeit des ersten Kolbens 113 zu bestimmen ab der sich die Dämpfung merklich ändert. Durch Drehen der Anschlagzylinder 146 und 147 wird der maximale und minimale Querschnitt des zweiten Drosselkanals 151 eingestellt.

In der oben beschriebenen Ausführungsform wird erreicht, daß bei unterschiedlich schnellen Flexionsbewegungen des Kniegelenkes eine unterschiedlich große Dämpfung wirksam wird. Weiterhin wird durch den vorgesehenen Schieber 121 mit seiner oberen und unteren Position erreicht, daß die bei der Flexion und der Extension des Kniegelenkes unterschiedlich groß wirkenden Kräfte ausgeglichen werden, und damit ein gleichmäßiger Bewegungsablauf garantiert ist. Außerdem wird durch die spiralförmig angeordneten Bohrungen 148 erreicht, daß das Kniegelenk bei der Extension sanft beim Erreichen der vollständigen Streckung abgebremst wird. Durch die einstellbaren Querschnitte der Dros-

- 12 -

selkanäle ist eine individuelle Einstellung der Schwunghasen-  
steuerung an den jeweiligen Träger des künstlichen Kniegelenkes  
möglich.

sen

## PATENTANSPRÜCHE

1. Schwunghasensteuerung für ein künstliches Kniegelenk mit einem an seinem einen Ende mit einem Kopfteil (2) und an seinem anderen Ende mit einem Fußteil (3) verschlossenen Zylinder sowie einem in diesem in axialer Richtung hin und her bewegbaren Kolben (13) mit einer durch eine Bohrung im Kopfteil (2) nach außen geführten Kolbenstange (12) zum Verbinden mit einem Oberschenkelteil einer Prothese und einem durch den Kolben (13) begrenzten kopfteilseitigen ersten Raum (15) und einen fußteilseitigen zweiten Raum (16), einem den ersten und den zweiten Raum (15, 16) verbindenden Drosselkanal (18, 19, 20) und einem Schieber (21) zum Einstellen des Querschnittes des Drosselkanales in Abhängigkeit des in den beiden Räumen (15, 16) herrschenden Druckes.
  
2. Schwunghasensteuerung für ein künstliches Kniegelenk mit einem an seinem einen Ende mit einem Kopfteil (102) und an seinem anderen Ende mit einem Fußteil (103) verschlossenen Zylinder sowie einem in dem Zylinder in axialer Richtung hin- und herbewegbaren ersten Kolben (113) mit einer durch eine Bohrung im Kopfteil (102) nach außen geführten ersten Kolbenstange (112) zum Verbinden mit einem Oberschenkelteil einer Prothese und einem durch den ersten Kolben begrenzten kopfteilseitigen ersten Raum (115) und einem fußteilseitigen zweiten Raum (116), mit einem den ersten und zweiten Raum (115, 116) verbindenden Drosselkanal, dessen Strömungswiderstand in Abhängigkeit der Position der Kolbenstange (113) in axialer Richtung eingestellt wird.
  
3. Schwunghasensteuerung für ein künstliches Kniegelenk mit einem an seinem einen Ende mit einem Kopfteil (102) und an seinem anderen Ende mit einem Fußteil (103) verschlossenen

Zylinder sowie einem in dem Zylinder in axialer Richtung hin- und herbewegbaren Kolben (113) mit einer durch eine Bohrung im Kopfteil (102) nach außen geführten Kolbenstange (112) zum Verbinden mit einem Oberschenkelteil einer Prothese und einem durch den Kolben (113) begrenzten kopfseitigen ersten Raum (115) und einem fußseitigen zweiten Raum (116), wobei der zweite Raum (116) einen an den Kolben (113) angrenzenden ersten Bereich (137) und einen durch einen Drosselkanal (152) und einen Schieber mit dem ersten Bereich (137) verbundenen zweiten Bereich (138) aufweist, und der Schieber in Abhängigkeit des in beiden Bereichen herrschenden Druckes den Querschnitt des Drosselkanales (152) einstellt.

4. Schwunghasensteuerung für ein künstliches Kniegelenk nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Drosselkanal (152) im Fußteil (103) vorgesehen ist und als Zylinderabschnitt (135) mit einem ersten Hohlzylinder (134) mit einem ersten Durchmesser, in der koaxial eine Stange (160) mit einem konisch verlaufenden Endabschnitt (153) vorgesehen ist, ausgestaltet ist und daß in dem ersten Hohlzylinder (134) ein erster Ringkolben (142), der den Schieber bildet, vorgesehen ist, dessen Außendurchmesser so gewählt ist, daß der Schieber in axialer Richtung in dem ersten Hohlzylinder gleiten kann, und dessen Innendurchmesser größer als der minimale Außendurchmesser des konisch verlaufenden Endabschnittes (163) der Stange (160) ist.

5. Schwunghasensteuerung für ein künstliches Kniegelenk nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Zylinder eine äußere Zylinderwand (101) aufweist, daß in einem Abstand von der äußeren Zylinderwand (101) eine innere Zylinderwand (106) zum Bilden des zweiten Bereiches (138) des zweiten Raumes (116) vorgesehen ist, in dem ein zweiter Ringkolben (109) vorgesehen ist, der zum Fußteil (103) hin durch eine Feder (10) vorgespannt ist, und daß der Kolben (113) im Inneren des von der inneren Zylinderwand (106) begrenzten Zylinderraumes gleitet.

6. Schwungsphasensteuerung für ein künstliches Kniegelenk nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Drosselkanal im Inneren der Kolbenstange (12) vorgesehen ist.

7. Schwungsphasensteuerung für ein künstliches Kniegelenk nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Drosselkanal in der Kolbenstange (112) eine erste Bohrung (118), deren eines Ende sich in den zweiten Raum (116) erstreckt und eine Mehrzahl von Bohrungen (148) in der Kolbenstange (112) in axialer Zylinder- richtung aufeinanderfolgend vorgesehen sind, die die erste Boh- rung (118) mit dem ersten Raum (115) verbinden und daß die Boh- rungen (148) so angeordnet sind, daß bei der Kolbenstangenposi- tion in axialer Richtung, bei der der erste Raum (115) sein minimales Volumen aufweist, wenigstens eine Bohrung (148) durch das Kopfteil (102) abgedeckt ist.

8. Schwungsphasensteuerung für ein künstliches Kniegelenk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Drosselkanal im Inneren der Kolbenstange (12) vorgesehen ist und als Zylinder- bohrung (18) ausgestaltet ist und daß der Schieber (21) einen ersten Kolben (23) umfaßt, der auf seiner einen Seite den Dros- selkanal (18) und auf seiner anderen Seite einen ersten Vor- spannraum (27) begrenzt, und daß der erste Kolben (23) eine Kolbenstange (22) umfaßt und diese in einem Abstand von dem ersten Kolben (23) einen zweiten Kolben (24) trägt, der auf seiner dem ersten Kolben (23) zuge- wandten Seite den Drosselkanal und auf seiner anderen Seite einen zweiten Vorspannraum (28) begrenzt.

9. Schwungsphasensteuerung für ein künstliches Kniegelenk nach einem der Ansprüche 1, 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Zylinder eine äußere Zylinderwand (1) umfaßt, daß im Abstand von dieser eine innere Zylinderwand (6) zum Bilden einer Ring- kammer (7) mit einer Ausnehmung (8) zum Verbinden der Ringkam- mer (7) mit dem ersten oder dem zweiten Raum (15, 16) vorgese- hen ist und der Kolben (13) im Inneren des von der inneren Zy- linderwand (6) begrenzten Zylinderraumes gleitet, und daß in

- 16 -

der Ringkammer (7) ein zu der Richtung der Ausnehmung (8) hin federvorgespannter Ringkolben (9) vorgesehen ist.

10. Schwungsphasensteuerung für ein künstliches Kniegelenk nach einem der Ansprüche 2, 6, 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Drosselkanal (151) als zweite Zylinderbohrung (118) in der Kolbenstange (112) mit einem konischen Abschnitt und ein zweiter Schieber (121) als Hohlzylinder mit einem konisch verlaufenden Ende vorgesehen ist, der mit dem konisch verlaufenden Ende den Drosselkanal (151) in dem konischen Abschnitt der zweiten Zylinderbohrung (118) begrenzt.

FIG.1

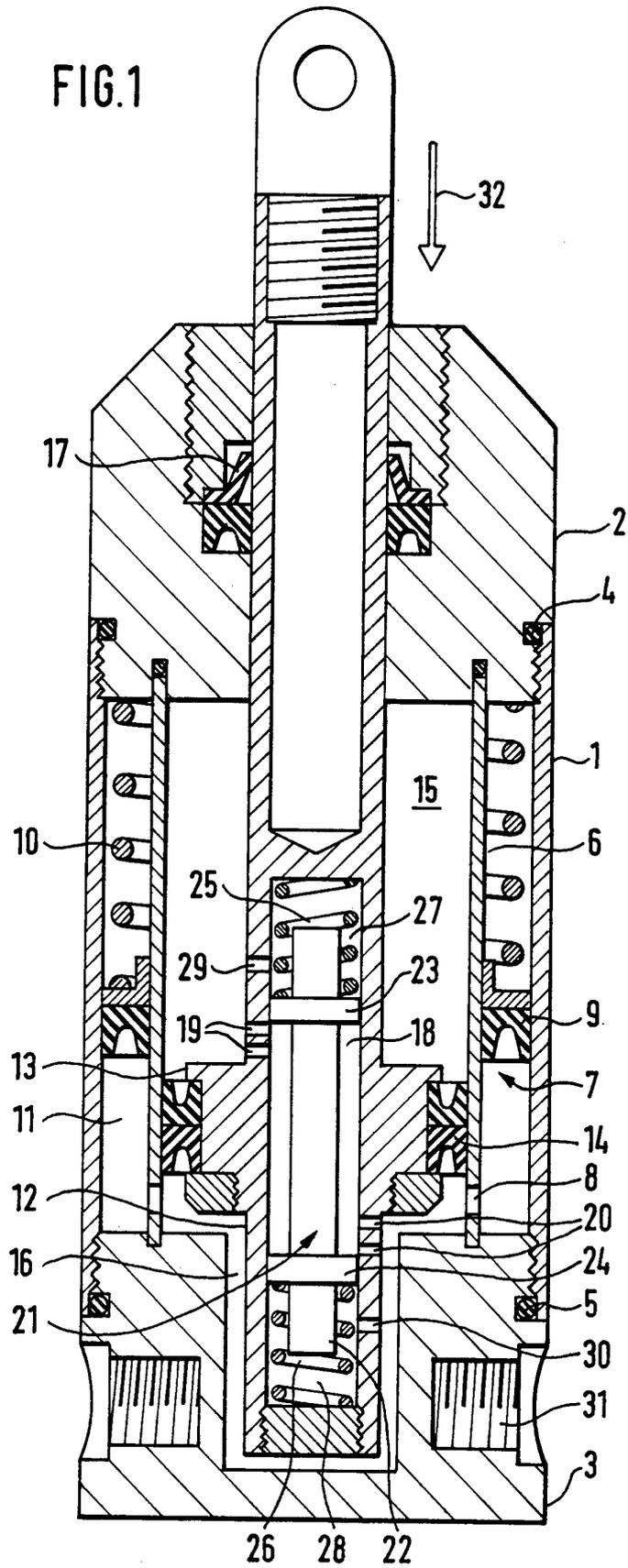


FIG. 2

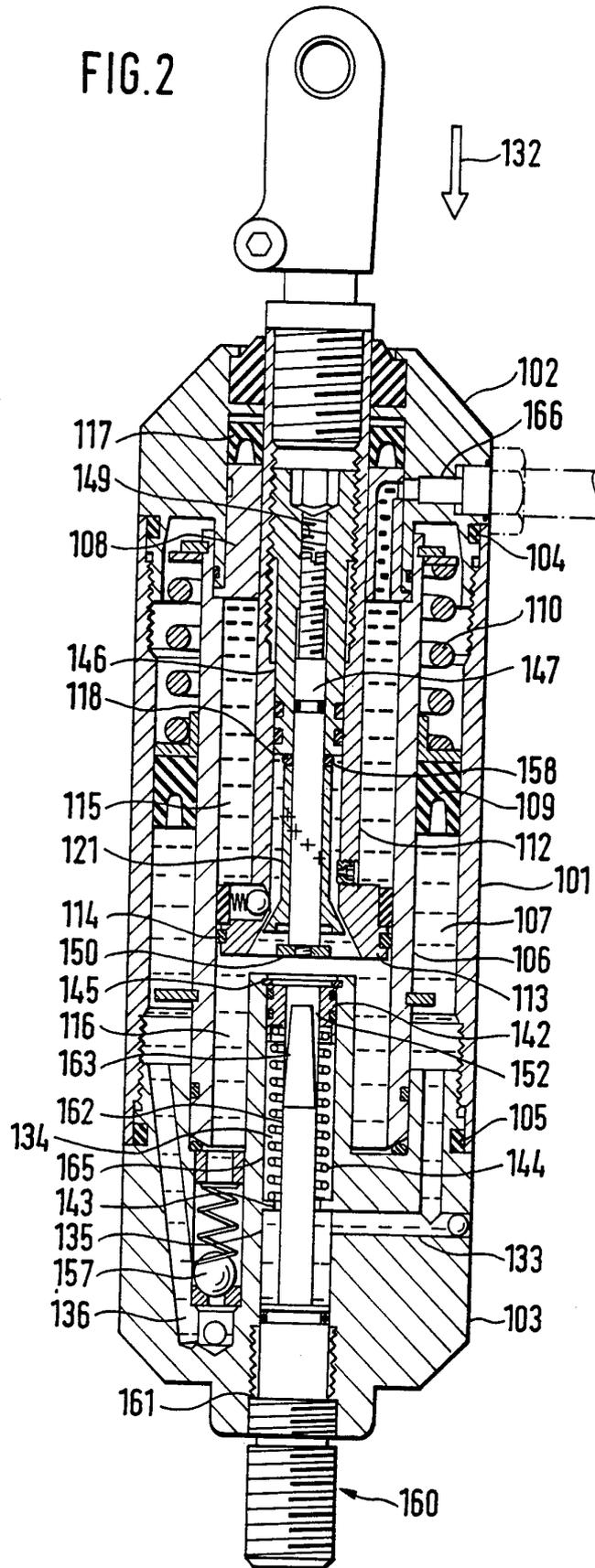
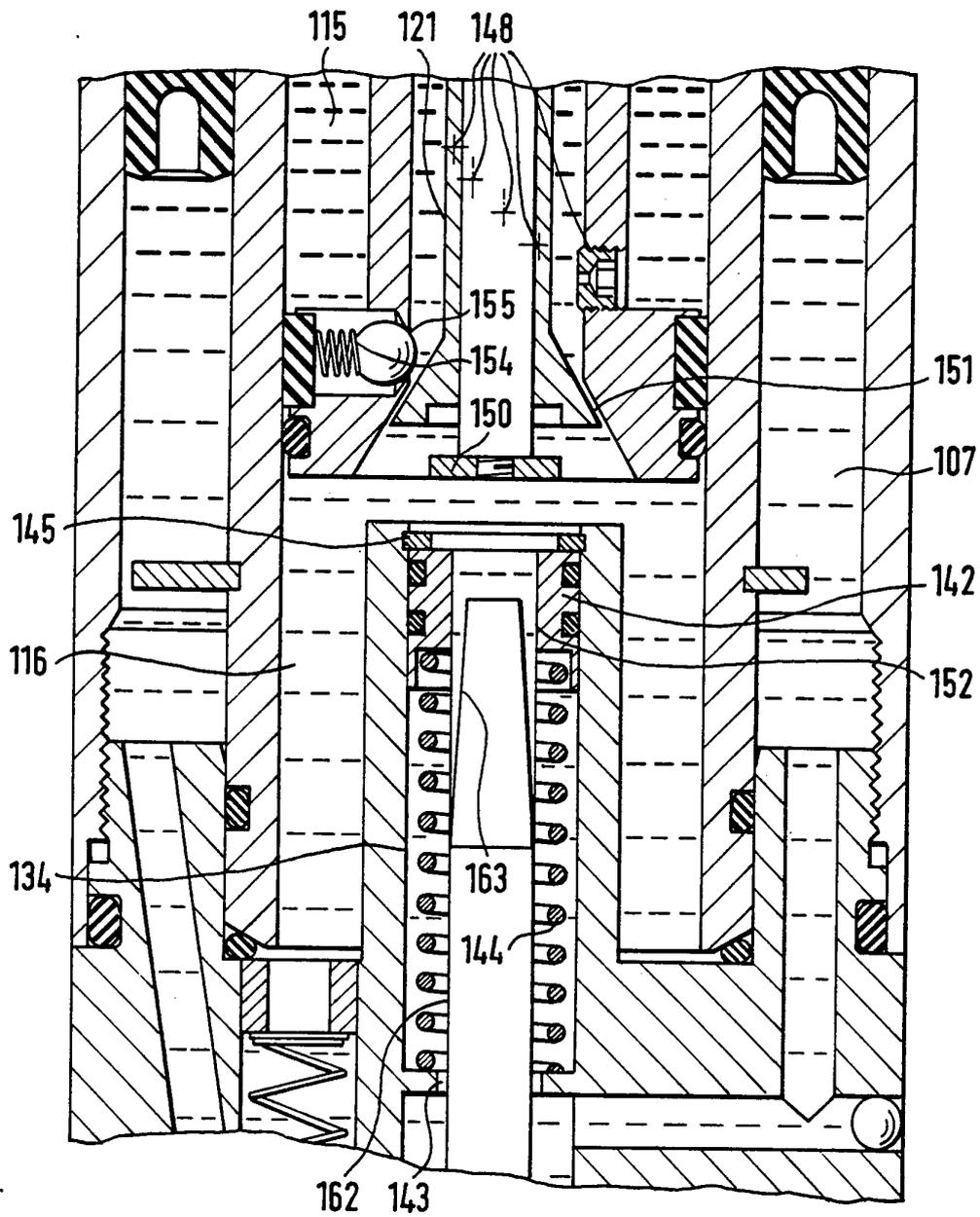


FIG. 3



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 95/01101

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 IPC 6 A61F2/68 F16F9/512

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 6 F16F 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)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                          | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| X          | EP,A,0 300 204 (BOSCH) 25 January 1989<br>see abstract; figures<br>---                                      | 1-3                   |
| X          | EP,A,0 560 652 (BOUCHARD) 15 September 1993<br>see column 3, line 54 - column 4, line 43;<br>figures<br>--- | 1,3,5,9               |
| A          | US,A,5 092 902 (ADAMS) 3 March 1992<br>-----  |                       |

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

10 July 1995

Date of mailing of the international search report

19. 07. 95

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

Steenbakker, J

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

|  |
|--|
| Int. l. Application No<br><b>PCT/EP 95/01101</b> |
|--|

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s)  | Publication date                             |
|--|------------------|--|--|
| EP-A-300204                            | 25-01-89         | DE-A- 3724271<br>DE-A- 3876707<br>JP-A- 1036513<br>US-A- 4850461 | 02-02-89<br>28-01-93<br>07-02-89<br>25-07-89 |
| EP-A-560652                            | 15-09-93         | FR-A- 2688404<br>US-A- 5376138                                   | 17-09-93<br>27-12-94                         |
| US-A-5092902                           | 03-03-92         | NONE   |  |

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 IPK 6 A61F2/68 F16F9/512

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 IPK 6 F16F 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)

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                      | EP,A,0 300 204 (BOSCH) 25.Januar 1989<br>siehe Zusammenfassung; Abbildungen<br>---                                     | 1-3                |
| X                      | EP,A,0 560 652 (BOUCHARD) 15.September<br>1993<br>siehe Spalte 3, Zeile 54 - Spalte 4, Zeile<br>43; Abbildungen<br>--- | 1,3,5,9            |
| A                      | US,A,5 092 902 (ADAMS) 3.März 1992<br>-----  |                    |

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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

10. Juli 1995

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

19. 07. 95

Name und Postanschrift der Internationale 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

Steenbakker, J

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 95/01101

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| EP-A-300204  | 25-01-89                      | DE-A- 3724271                     | 02-02-89                      |
|  |                               | DE-A- 3876707                     | 28-01-93                      |
|  |                               | JP-A- 1036513                     | 07-02-89                      |
|  |                               | US-A- 4850461                     | 25-07-89                      |
| -----  |                               |                                   |                               |
| EP-A-560652  | 15-09-93                      | FR-A- 2688404                     | 17-09-93                      |
|  |                               | US-A- 5376138                     | 27-12-94                      |
| -----  |                               |                                   |                               |
| US-A-5092902                                       | 03-03-92                      | KEINE                             |                               |
| -----  |                               |                                   |                               |