

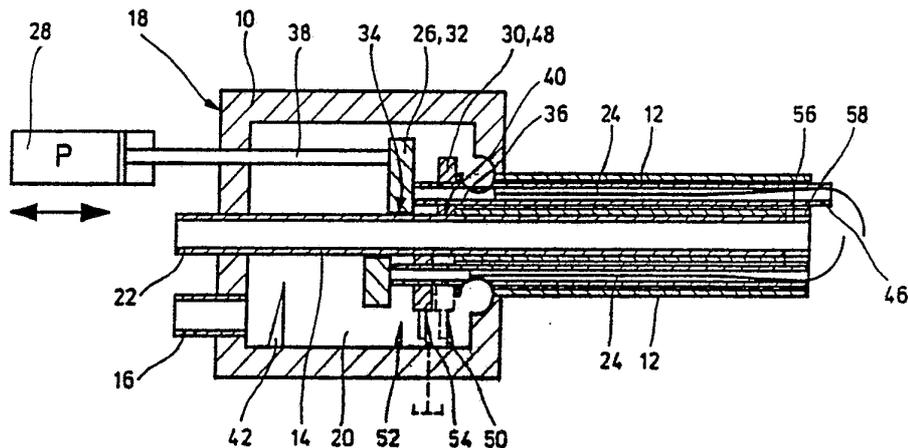


PCT
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<p>(51) Internationale Patentklassifikation⁵ : A61F 9/00</p>	A1	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 90/02536</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 22. März 1990 (22.03.90)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE89/00577</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 6. September 1989 (06.09.89)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: P 38 30 226.8 6. September 1988 (06.09.88) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): STORZ INSTRUMENT GMBH [DE/DE]; Im Schuhmachergewann 4, D-6900 Heidelberg (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US) : KLEIN, Leonhard [DE/DE]; Blumenstraße 5, D-6900 Heidelberg (DE).</p> <p>(74) Anwalt: G. MEYER-ROEDERN; Blumenstraße 1, D-6900 Heidelberg (DE).</p>		<p>(81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), JP, LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), US.</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>

(54) Title: DEVICE FOR SURGICAL REMOVAL OF THE NUCLEUS LENTIS FROM THE CAPSULA LENTIS OF AN EYE

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUM OPERATIVEN ENTFERNEN DES LINSENKERNS AUS DER LINSENKAPSEL EINES AUGES



(57) Abstract

The device has an excision implement in the form of a gripper driven back and forth which, in a closing movement of its jaws (24) penetrates into the nucleus lentis and transports material enclosed between the jaws to the opening region of a suction line (14). The opening and closing movement of the gripper is controlled by a low-friction slide mounted on the jaws (24). The slide moves in the suction line (14) between telescopic guide tubes (12) through which perfusion liquid flows at the same time.

(57) Zusammenfassung

Die Vorrichtung hat ein Abtragwerkzeug in Gestalt eines angetriebenen hin- und herbeweglichen Greifers, der sich in einer Schließbewegung seiner Backen (24) in den Linsen Kern eingräbt und erfaßtes Material in den Mündungsbereich einer Absaugleitung (14) transportiert. Die Öffnungs- und Schließbewegung des Greifers wird von einem reibungsgehemmt auf die Backen (24) aufgezogenen Schieber gesteuert. Dieser läuft in die Absaugleitung (14) zwischen sich einschließenden Teleskopführungsrohren (12), durch die zugleich Infusionsflüssigkeit zugeführt wird.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

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

AT	Österreich	ES	Spanien	ML	Mali
AU	Australien	FI	Finnland	MR	Mauritanien
BB	Barbados	FR	Frankreich	MW	Malawi
BE	Belgien	GA	Gabon	NL	Niederlande
BF	Burkina Fasso	GB	Vereinigtes Königreich	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	RO	Rumänien
BJ	Benin	IT	Italien	SD	Sudan
BR	Brasilien	JP	Japan	SE	Schweden
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SN	Senegal
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SU	Soviet Union
CG	Kongo	LI	Liechtenstein	TD	Tschad
CH	Schweiz	LK	Sri Lanka	TG	Togo
CM	Kamerun	LJ	Luxemburg	US	Vereinigte Staaten von Amerika
DE	Deutschland, Bundesrepublik	MC	Monaco		
DK	Dänemark	MG	Madagaskar		

Beschreibung

Vorrichtung zum operativen Entfernen des Linsenkerns aus der Linsenkapsel eines Auges

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum operativen Entfernen des Linsenkerns aus der Linsenkapsel eines Auges mit einem Werkzeug zum mechanischen Abtragen von Linsenkernmaterial, das eine Infusionsleitung für die Zufuhr einer Infusionsflüssigkeit und eine Absaugleitung aufweist, durch die abgetragenes Linsenkernmaterial im Flüssigkeitsstrom absaugbar ist.

Das Entfernen des Linsenkerns ist Teil der operativen Behandlung des Katarakts (grauen Stars). Der Linsenkern wird durch eine in die Linsenkapsel eingefügte künstliche Linse (Kapselsacklinse) ersetzt. Eine bekannte Vorrichtung der genannten Art hat ein Abtragwerkzeug in Gestalt eines an der Spitze abgeschrägten Rohrkörpers, der durch Ultraschall in hochfrequente Schwingungen versetzt und von dem Operateur durch eine Öffnung in der Hornhaut und der Linsenkapsel über den zu entfernenden

Linsenkern geführt wird. Das Linsenkernmaterial wird in einer schabenden Bewegung aufgesprengt, aufgewirbelt und durch die Absaugleitung abgesaugt. Durch die gleichzeitige Einspeisung von Infusionsflüssigkeit in die Linsenkapsel ist sichergestellt, daß ständig genug Spülflüssigkeit vorhanden ist, und daß die Vorderkammer ihre mechanische Konfiguration beibehält, also beim Absaugen nicht in sich zusammenfällt.

Bei Einsatz der bekannten Vorrichtung kommt man an sich mit einer relativ kleinen Operationsöffnung in der Hornhaut und der Linsenkapsel aus. Problematisch ist aber, daß man Ultraschallenergie in das biologische Gewebe einträgt, was an unerwünschter Stelle, beispielsweise der Netzhaut, zu Beschädigungen führen kann. Über Nebenwirkungen und Spätfolgen der Ultraschallbehandlung gibt es kaum gesicherte Erkenntnisse. Auch ist es schwierig, kleine lose Partikel (Fragmente bzw. Kernreste) zu erfassen, da diese unter der Ultraschalleinwirkung regelrecht vor der Spitze des Abtragwerkzeugs "tanzen" und frei schwimmend davor hergeschoben werden. Üblicherweise versucht der Operateur, die Partikel an einer als Widerlager dienenden Partie des Linsenkerns oder der Linsenkapsel zu erfassen, womit aber das Risiko einer unkontrollierten Ultraschalleinstrahlung einhergeht. Die Alternative ist, unter Inkaufnahme einer größeren Operationsöffnung mit einem als Widerlager wirkenden Hilfsinstrument in die Linsenkapsel einzufahren.

Bei einer anderen Operationstechnik öffnet man die Linsenkapsel mit einem relativ großen Schnitt, extrahiert den Linsenkern und löst ihn z. B. mit einer Pinzette ab. Sodann fährt man mit einem Saug- und Spülgerät in die Linsenkapsel hinein und entfernt Kernreste und Rinde. Nachteilig dabei ist die große Operationsöffnung und die hohe mechanische Belastung, die beim Herausdrücken des Linsenkerns auf den Aufhängeapparat (Cilarkörper mit Zonulafasern) der Linse ausgeübt wird. Eine kleine Operationsöffnung ist erwünscht, damit die Statik der Vorderkammer mit dem Aufhängeapparat erhalten bleibt. Außerdem ist eine kleine Operationsöffnung für die Weiterentwicklung einer neuen Technik zur Wiederherstellung der natürlichen Linse erforderlich, bei der man nach Entfernen des Linsenkerns eine Kunststoffmasse, insbesondere ein Silikonpolymerisat, in die Linsenkapsel einbringt und an Ort und Stelle erhärten läßt. Das Ergebnis ist eine neue Linse, die in Form und Größe der natürlichen Linse voll entspricht und sich genau an deren Position in dem natürlichen Aufhängeapparat befindet.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung der genannten Art zu schaffen, mit der bei sehr kleiner Operationsöffnung ein einfaches und wirkungsvolles Entfernen des Linsenkerns einschließlich kleiner Fragmente durch makromechanische Einwirkung möglich ist.

Diese Aufgabe wird bei einer solchen Vorrichtung dadurch gelöst, daß das Abtragwerkzeug ein Greifer ist, der in einer zyklischen Bahnbewegung von dem Mündungsbereich der Absaugleitung weg und dorthin zurück sowie einer vorzugsweise im Mündungsbereich der Absaugleitung stattfindenden Öffnungsbewegung und einer im Abstand vom Mündungsbereich der Absaugleitung erfolgenden Schließbewegung antreibbar ist.

Der erfindungsgemäße Greifer hat einen sehr kompakten Aufbau. Er kann durch eine Schnittöffnung von ca. 4 mm Länge in die Linsenkapsel eingeführt werden und arbeitet sich grabend in das Material des Linsenkerns ein, das dadurch ohne problematische Ultraschalleinstrahlung schnell und wirkungsvoll zerstört wird. Gegenüber dem herkömmlichen Ultraschallsystem ist eine Verkürzung der Operationszeit möglich. Die beim Schließen des Greifers auftretenden Kräfte wirken gegeneinander und kompensieren sich, so daß die Belastungen der Linsenkapsel und des Aufhängeapparats gering sind. Mit dem Greifer können ohne weiteres auch kleine, frei schwimmende Fragmente erfaßt werden. Die Bahnbewegung des Greifers bringt das davon festgehaltene Material in den unmittelbaren Mündungsbereich der Absaugleitung, wo es von dem Saugstrom erfaßt und restlos abgesaugt wird.

In einer bevorzugten Bauform ist der Greifer in einer hin- und hergehenden Längsbewegung angetrieben, von der seine Öffnungs- und Schließbewegung abgeleitet ist. Es wird so ein

auf engstem Raum arbeitender Greifer mit einem unaufwendigen und robusten Bewegungsmechanismus realisiert.

Der Greifer arbeitet vorzugsweise mit einer Taktfrequenz von ca. 1 Hz (1/s). Es wird so eine schnelle Zerstörung des Linsenkerns erreicht, während der der Operateur das Arbeiten des Greifers visuell ohne weiteres verfolgen und gut steuern kann.

Zum Antrieb des Greifers kann ein Elektromotor, insbesondere ein Getriebemotor, ein elektromagnetischer Linearantrieb z. B. in Gestalt eines Tauchspulenantriebs u.a.m. dienen. Bevorzugt ist aber ein pneumatischer Antrieb des Greifers, der eine einfache Reinigung und Sterilisierung ermöglicht und bei einfacher Leitungsführung sicherheitstechnisch völlig unbedenklich ist.

Der Greifer hat vorzugsweise wenigstens ein Paar symmetrisch angeordneter, beim Schließen des Greifers synchron aufeinander zu beweglicher Backen. Die Backen eines Backenpaares arbeiten beim Schließen gegeneinander, so daß sich die auf das erfaßte Material ausgeübten Kräfte kompensieren und nur geringe mechanische Belastungen an der Linsenkapsel und dem Aufhängeapparat auftreten.

Die Backen sind vorzugsweise federnd und durch ihre Eigenelastizität in eine der Greiferstellungen, insbesondere die Greiferschließstellung, vorgespannt. Die Bewegungsmechanik für

den Greifer ist dadurch unaufwendig im Aufbau. Die Backen können insbesondere aus aufeinanderzu gekrümmten Federdrähten, vorzugsweise Flachdrähten, bestehen.

In einer bevorzugten Ausführungsform geht der Antrieb für die hin- und hergehende Längsbewegung direkt auf die Backen. Diese sind durch einen reibungsgehemmt mitgenommenen, anschlagbegrenzt in Längsrichtung verstellbaren Schieber beaufschlagt, der die Öffnungs- und Schließbewegung der Backen steuert.

Es kann eine Anschlaganordnung vorgesehen sein, mit der sich der Hub des Schiebers variabel vorgeben läßt. Man kann so den Arbeitshub der Backen beeinflussen, so daß diese in Anpassung an die jeweiligen Operationsbedingungen mehr oder weniger weit ausgreifen. Eine unaufwendige, bedienungsfreundliche und in der Verstellmöglichkeit hinreichend variable Anschlaganordnung besteht aus zwei den Hub des Schiebers beidseitig begrenzenden Festanschlägen und einem dazwischen in die Bahn des Schiebers bringbaren Verstellanschlag.

Der Schieber ist vorzugsweise ein Rohrschieber mit zwei parallelen, auf die Backen aufgezogenen Schieberrohren. Diese Bauform zeichnet sich durch eine hohe Führungsgenauigkeit aus.

Die Backen können durch die Kraft einer Feder, gegen die der Antrieb arbeitet, in eine in die Schieberrohre zurückgezogene

Stellung vorgespannt sein. Die feinen Spitzen der Backen sind dadurch in der Ruhestellung optimal gegen Beschädigungen geschützt.

In einer bevorzugten Bauform hat die erfindungsgemäße Vorrichtung zwei parallele Führungsrohre, die eine Teleskopführung für die darin aufgenommenen Schieberrohre bilden. Damit ist eine präzise Führung des Rohrschiebers gewährleistet, was der guten Handhabbarkeit und Betriebssicherheit der erfindungsgemäßen Vorrichtung zugute kommt.

Das greiferaustrittseitige Ende der Führungsrohre bildet vorzugsweise eine Schneide, an der im Greiferrückhub das von den Backen erfaßte Material zerkleinert wird. Damit bietet auch das Absaugen relativ großer, mit dem Greifer abgelöster Fragmente keinerlei Schwierigkeiten.

Die Führungsrohre und gegebenenfalls auch die Schieberrohre können zugleich als Infusionsleitung dienen und damit in vorteilhafter Weise eine Doppelfunktion erfüllen. Die Absaugleitung ist vorzugsweise in paralleler Anordnung zwischen den Führungsrohren vorgesehen. Besonders empfiehlt sich eine Drillingsrohranordnung, bei der die Führungsrohre und die Absaugleitung unmittelbar aneinander angrenzend in einer Ebene liegen und greiferaustrittseitig auf gleicher Höhe enden. Diese Drillingsrohranordnung erlaubt bei kleiner Operationsöffnung ein weit-

gehend flüssigkeitsdichtes Arbeiten am Auge. Bei Verwendung eines geregelten Saug- und Spülsystems wird das Kollabieren der Augenvorderkammer mit Sicherheit verhindert.

Die Absaugleitung kann greiferaustrittseitig geschlitzt oder in anderer Weise derart gestaltet sein, daß die Backen darin eintreten können. Man zieht so das von dem Greifer erfaßte Material regelrecht in die Absaugleitung hinein, wobei es an den schneidenartigen Kanten der Führungsrohre zerrieben wird und voll in den Saugstrom gelangt.

Die Absaugleitung ist vorzugsweise durchgehend gerade und an ihrem dem Greifer abgewandten Ende für Anschluß- und Reinigungszwecke zugänglich. Man vermeidet so Biegungen und Verengungen der Absaugleitung, an denen Verstopfungen auftreten könnten, und erleichtert die Reinigung der Vorrichtung, für die man erforderlichenfalls mit einer Nadel durch die Absaugleitung hindurchstoßen kann.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 den schematischen Längsschnitt durch eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum operativen Entfernen des Linsenkerns mit einem Greifer, der in zwei wahlweise zur Verfügung stehenden maximalen Ausfahrstellungen dargestellt ist;

- Fig. 2 den Grundkörper der Vorrichtung;
Fig. 3 als Einzelteil des Greifers einen Krallenschieber;
Fig. 4 als weiteres Einzelteil des Greifers einen Rohrschieber;
und
Fig. 5 bis 9 vereinfachte Darstellungen der Vorrichtung in
aufeinanderfolgenden Stadien des Betriebs.

Die in den Zeichnungen dargestellte Vorrichtung hat einen Grundkörper mit einem kreiszylindrischen geschlossenen Gehäuse 10 und drei in paralleler Anordnung stirnseitig davon abstehenden Rohren 12, 14, die unmittelbar aneinander angrenzend in einer Ebene liegen, gleichen Durchmesser (ca. 0,9 mm) haben und auf gleicher Höhe enden. Die beiden äußeren Rohre dienen als Führungsrohre 12 für einen Greifer und zugleich als Infusionsleitung zum Einspeisen einer Infusionsflüssigkeit, die über einen Anschluß 16 an der der Drillingsrohrkonfiguration abgewandten Gehäuserückseite 18 zugeführt wird. Das Innere des Gehäuses 10 bildet eine mit Infusionsflüssigkeit gefüllte Kammer 20. Die Führungsrohre 12 ragen ein Stück in das Gehäuse 10 hinein, und sie sind nahe ihrem Ende am Mantel aufgeschnitten, so daß Infusionsflüssigkeit seitlich von außen in die Führungsrohre 12 eintreten kann. Das mittlere Rohr 14 gehört zu einer durchgehend geraden, das Gehäuse 10 abgedichtet durchsetzenden Absaugleitung 14 mit einem Absauganschluß 22 an der Gehäuserückseite 18.

Zu dem Greifer gehören ein Rohrschieber 30 und ein Krallenschieber 32, die beide in den Führungsrohren 12 längsverschieblich geführt sind. Der Krallenschieber 32 weist eine in dem Gehäuse 10 enthaltene, mit einer mittigen Bohrung 34 auf die Absaugleitung 14 aufgezugene Antriebsplatte 26 auf. Von dieser stehen an der einen Stirnseite zwei parallele Führungzapfen 36 ab, an deren Enden in axialer Verlängerung aus federndem Flachstahl bestehende Backen 24 ansetzen, die dünner als die Führungzapfen 36 sind. Führungzapfen 36 und Backen 24 passen mit Spiel in die Führungsrohre 12, aus denen die der Antriebsplatte 26 abgewandten Enden der Backen 24 herausfahren können. Diese Enden sind in symmetrischer Anordnung aufeinander zu gekrümmt und durch die Eigenelastizität der Backen 24 in eine Schließstellung vorgespannt, in der sie sich auf der Mittelachse der Absaugleitung 14 vor deren Mündung berühren. Die Backen 24 können unter elastischer Spreizung in die Führungsrohre 12 hinein verfahren werden.

An der den Backen 24 abgewandten Stirnseite der Antriebsplatte 26 ist eine sich parallel zu den Führungzapfen 36 erstreckende Hubstange 38 angebracht, die mit Verschiebespiel abgedichtet aus dem Gehäuse 10 herausgeführt ist. An der Hubstange 38 greift ein außen an das Gehäuse 10 angebauter pneumatischer Arbeitszylinder 28 an, durch den der Krallenschieber 32 in einer hin- und hergehenden Linearbewegung parallel zu der Längsachse der

Backen 24 angetrieben wird. Ein typischer Arbeitstakt liegt bei 1 Hz (1/s). Die Hubstange 38 kann in Wirkverbindung mit einer nicht näher dargestellten Feder stehen, die die Backen 24 in eine Ruhestellung vorspannt, in der sie ganz in die Führungsrohre 12 zurückgezogen sind.

Der die Backenspreizbewegung steuernder Rohrschieber 30 hat zwei parallele, in den Führungsrohren 12 mit Spiel aufgenommene und teleskopartig geführte Schieberrohre 46. Diese werden von den Backen 24 durchsetzt. Die Schieberrohre 46 haben eine übereinstimmende Länge, die im wesentlichen der des geraden Teils der Backen 24 entspricht. Sie sind im hinteren Endbereich durch eine Schieberplatte 48 verbunden, die mit einer mittigen Bohrung 40 auf die Absaugleitung 14 aufgezogen ist und zwischen den Enden der Führungsrohre 12 und der Antriebsplatte 26 in dem Gehäuse 10 sitzt. Die Schieberplatte 48 wird von den Schieberrohren 46 durchsetzt. Letztere sind der Schieberplatte 48 benachbart über eine dem Hub des Rohrschiebers 30 entsprechende Länge am Mantel aufgeschnitten (in Fig. 1 nicht im Detail dargestellt), damit unabhängig von der Rohrschieberstellung Infusionsflüssigkeit über die Mantelöffnung der Führungsrohre 12 seitlich von außen in die Schieberrohre 46 eintreten und zu ihrem vorderen Ende strömen kann. Die Schieberrohre 46 und Führungsrohre 12 dienen also gleichermaßen als Infusionsleitung. Die Schieberplatte 48 arbeitet mit einer Anschlaganordnung zusammen, zu der ein vorderer fester Endanschlag 50, ein hin-

terer fester Endanschlag 52 und ein wahlweise dazwischen einfügbarer Verstellanschlag 54 gehören. Wenn letzterer nicht in die Bahn der Schieberplatte 48 gestellt ist, bewegt sich der Rohrschieber 30 in Antriebsrichtung der Backen 24 über den durch die Endanschläge 50, 52 vorgegebenen Hub. Wird hingegen der Verstellanschlag 54 in die Bahn der Schieberplatte 48 gebracht, so ist die Bewegung des Rohrschiebers 30 auf die Strecke zwischen dem hinteren Endanschlag 52 und dem Verstellanschlag 54 begrenzt. Unabhängig davon, wo der Verstellanschlag 54 steht, ist der Hub des Rohrschiebers 30 zu beiden Seiten hin kürzer, als der Antriebshub des Krallenschiebers 32.

Die Schieberrohre 46 sind reibschlüssig auf die Führungzapfen 36 des Krallenschiebers 32 aufgezogen. Die Reibungsverhältnisse sind dabei so gewählt, daß der Rohrschieber 30 an dem Krallenschieber 32 haftet und bei dessen angetriebener Bewegung reibungsgehemmt mitgenommen wird, bis er durch die Anschlaganordnung festgehalten wird. Wenn der Rohrschieber 30 seine vordere Anschlagstellung an dem Endanschlag 50 bzw. dem Verstellanschlag 54 einnimmt, fahren die aufeinander zu vorgekrümmten Enden der Backen 24 im weiteren Vorhub aus den Schieberrohren 46 aus und federnd aufeinander zu, so daß sich der Greifer schließt. Beim Anschlagen des Rohrschiebers 30 an den hinteren Endanschlag 52 hat der weitere Rückhub des Krallenschiebers 32 zur Folge, daß die Backen 24 unter elastischer Verformung

und Spreizung in die Schieberrohre 46 einfahren, wo sie eine annähernde Strecklage einnehmen.

In der Anschlagposition der Schieberplatte 48 am vorderen Endanschlag 50 stehen die Schieberrohre 46 geringfügig aus den Führungsrohren 12 heraus. In der Anschlagposition am Verstellanschlag 54 liegen ihre Enden hingegen mit den Enden der Führungsrohre 12 bündig oder ein kurzes Stück in den Führungsrohren 12 versenkt. Mit dem Verstellanschlag 54 variiert man die Strecke, um die die Backen 24 nach vorn ausgreifen und sich in das Linsenkernelmaterial eingraben, und zwar um die Hubdifferenz des Rohrschiebers zwischen dem Verstellanschlag 54 und dem vorderen Endanschlag 50. Für eine schnelle und effektive Zerstörung des Linsenkernelns läßt man den Rohrschieber 30 zwischen den Endanschlügen 50, 52 arbeiten. Der Verstellanschlag 54 wird für operative Feinarbeiten, an kritischen Stellen usw. wirksam.

Die Absaugleitung 14 ist am Ende mit zwei in der Ebene der Drillingsrohrkonfiguration einander diametral gegenüberliegenden Längsschlitzten 56 versehen, und entsprechende Längsschlitzte 58 sind auch in der der Absaugleitung 14 benachbarten Wand der Führungsrohre 12 vorgesehen. Beim Zurückfahren bleibt der Greifer geschlossen, bis der Rohrschieber 30 an dem hinteren Endanschlag 52 anschlägt. Dann stehen die vorderen Enden der Schieberrohre 46 am inneren Rand der Schlitzte 56, 58. Die Backen

24 fahren im Rückhub bei noch geschlossenem Greifer in die Schlitze 56, 58 ein. Erfasstes Linsenkernelmaterial wird so bei geschlossenem Greifer in die Absaugleitung 14 hineintransportiert, so daß es voll in den Saugstrom gelangt, und dabei an dem als Schneide wirkenden Rand der Rohre 12, 14 zerrieben.

Bei der Darstellung des Funktionsablaufs in Fig. 5 bis 9 ist der Übersichtlichkeit halber der Verstellanschlag 54 weggelassen, und nur die Wirkung der Endanschläge 50, 52 illustriert. Fig. 5 zeigt die Ruhelage, die die Vorrichtung einnimmt, wenn kein pneumatischer Betriebsdruck anliegt. Der Krallenschieber 32 ist an einen geeigneten Anschlag 42 maximal zurückgezogen. Die Schieberplatte 48 liegt an dem hinteren Endanschlag 52 an. Die Schieberrohre 46 sind also weitest möglich in den Führungsrohren 12 zurückgezogen, und die Backen 24 liegen annähernd gestreckt gänzlich in den Schieberrohren 46 versenkt.

Bei Druckbeaufschlagung des Arbeitszylinders 28 beginnt der Vorhub des Greifers (vgl. Fig. 6). Der Krallenschieber 32 wird zu dem freien Ende der Drillingsrohrkonfiguration hin verschoben. Der reibungsgehemmt auf dem Krallenschieber 32 sitzende Rohrschieber 30 macht diese Bewegung mit, bis er den vorderen Endanschlag 50 erreicht. Die Schieberrohre 46, in denen die Backen 24 nach wie vor versenkt liegen, stehen dann geringfügig aus den Führungsrohren 12 heraus.

Im weiteren Vorhub des Krallenschiebers 32 (vgl. Fig. 7) bleibt der Rohrschieber 30 an dem vorderen Endanschlag 50 hängen. Die Enden der Backen 24 fahren aus den Schieberrohren 46 aus, und sie federn aufgrund ihrer Vorkrümmung aufeinander zu, so daß sich der Greifer schließt. Er erfaßt dabei Linsenkernmaterial, wobei dank der Aufeinanderzubewegung der Backen 24 nur geringe Kräfte auf die Linsenkapsel und den Aufhängeapparat der Linse ausgeübt werden. Der Greifer kann sich regelrecht in das weiche Material des Linsenkerns eingraben, aber auch kleine, frei schwimmende Fragmente gezielt erfassen.

Am Ende des Vorhubs liegt die Antriebsplatte 26 an der Schieberplatte 48 an, die an dem vorderen Endanschlag 50 abgefangen ist. Es setzt dann ein Rückhub bei geschlossenem Greifer ein, während dessen der Rohrschieber 30 von dem Krallenschieber 32 mitgenommen wird, bis er seinen hinteren Endanschlag 52 erreicht (vgl. Fig. 8). Die gekrümmten Enden der nach wie vor geschlossenen Backen 24 liegen dann in den Längsschlitzen 56, 58 der Rohre 12, 14, und das erfaßte Linsenkernmaterial ist an den Enden der Rohre 12, 14 zerrieben und regelrecht in die Absaugleitung 14 hineingezogen.

Im weiteren Rückhub (vgl. Fig. 9) bleibt der Rohrschieber 30 an dem hinteren Endanschlag 52 hängen. Der Krallenschieber 32 fährt in die Ausgangsstellung (vgl. Fig. 5) zurück, wobei

die Backen 24 in die Schieberrohre 46 hineingezogen und zur Vorbereitung des nächsten Vorhubs unter elastischer Verformung gerade gerichtet werden.

Im Zusammenhang mit der eingangs erwähnten Technik zur Wiederherstellung der natürlichen Linse, bei der man eine Kunststoffmasse in die ausgeräumte Linsenkapsel einbringt und an Ort und Stelle erhärten läßt, kommt auch eine Funktion der erfindungsgemäßen Vorrichtung als Injektionswerkzeug in Betracht. Die hochviskose Kunststoffmasse kann durch das zuvor als Absaugleitung 14 bezeichnete Mittelrohr in die Linsenkapsel injiziert werden und der Greifer zum Abschneiden des Strangs nach Erhärten der Kunststoffmasse dienen.

Ansprüche

1. Vorrichtung zum operativen Entfernen des Linsenkerns aus der Linsenkapsel eines Auges mit einem Werkzeug zum mechanischen Abtragen von Linsenkernmaterial, das eine Infusionsleitung für die Zufuhr einer Infusionsflüssigkeit und eine Absaugleitung aufweist, durch die abgetragenes Linsenkernmaterial im Flüssigkeitsstrom absaugbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Abtragwerkzeug ein Greifer ist, der in einer zyklischen Bahnbewegung von dem Mündungsbereich der Absaugleitung (14) weg und dorthin zurück sowie einer vorzugsweise im Mündungsbereich der Absaugleitung (14) stattfindenden Öffnungsbewegung und einer im Abstand vom Mündungsbereich der Absaugleitung (14) erfolgenden Schließbewegung antreibbar ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Greifer in einer hin- und hergehenden Längsbewegung angetrieben und seine Öffnungs- und Schließbewegung von dieser angetriebenen Längsbewegung abgeleitet ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Greifer mit einer Taktfrequenz von ca. 1 Hz (1/s) angetrieben ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch einen pneumatischen Antrieb des Greifers.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Greifer wenigstens ein Paar symmetrisch angeordneter, beim Schließen des Greifers synchron aufeinander zu beweglicher Backen (24) hat.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Backen (24) federnd und durch ihre Eigenelastizität vorzugsweise in die Greiferschließstellung vorgespannt sind.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Backen (24) aus aufeinander zu gekrümmten Drähten, vorzugsweise Flachdrähten, bestehen.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Antrieb für die hin- und hergehende Längsbewegung auf die Backen (24) geht, die durch einen reibungsgehemmt mitgenommenen, anschlagbegrenzt in Längsrichtung verstellbaren Schieber beaufschlagt sind, der die Öffnungs- und Schießbewegung der Backen (24) steuert.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, gekennzeichnet durch eine Anschlaganordnung, mit der der Hub des Schiebers variabel vorgebar ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlaganordnung aus den Hub des Schiebers beidendig begrenzenden Festanschlägen (50, 52) und wenigsten einem dazwischen in die Bahn des Schiebers bringbaren Verstellanschlag (54) besteht.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Schieber ein Rohrschieber (30) mit zwei parallelen, auf die Backen (24) aufgezogenen Schieberrohren (46) ist.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Backen (24) durch die Kraft einer Feder, gegen die der Antrieb arbeitet, in eine in die Schieberrohre (46) zurückgezogene Stellung vorgespannt sind.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß sie zwei parallele Führungsrohre (12) hat, die eine Teleskopführung für die darin aufgenommenen Schieberrohre (46) bilden.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das greiferaustrittseitige Ende der Führungsrohre (12) eine Schneide bildet.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüchen 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eines und vorzugsweise beide Führungsrohre (12) und gegebenenfalls auch eines und vorzugsweise beide Schieberrohre (46) als Infusionsleitung dienen.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Absaugleitung (14) in paralleler Anordnung zwischen den Führungsrohren (12) vorgesehen ist, wobei vorzugsweise die Führungsrohre (12) und die Absaugleitung im wesentlichen gleichen Durchmesser haben, unmittelbar aneinander angrenzend in einer Ebene liegen und greiferaustrittseitig auf gleicher Höhe enden.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Absaugleitung (14) und gegebenen-

falls auch die Führungsrohre (12) an der Greiferaustrittsseite geschlitzt (56, 58) oder in anderer Weise derart gestaltet sind, daß die Backen (24) geschlossen darin eintreten können.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Absaugleitung (14) durchgehend gerade und an ihrem dem Greifer abgewandten Ende zugänglich ist.

ERSATZBLATT

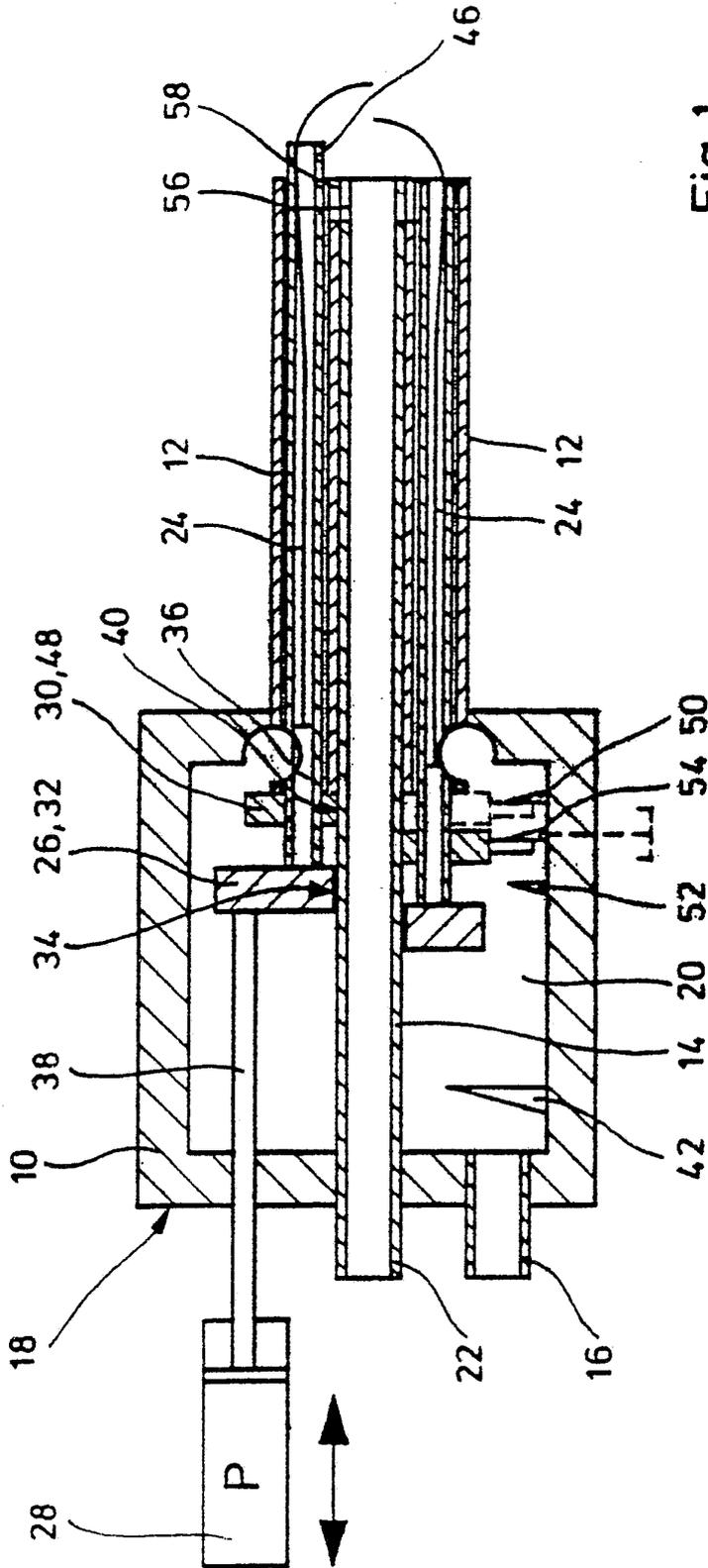
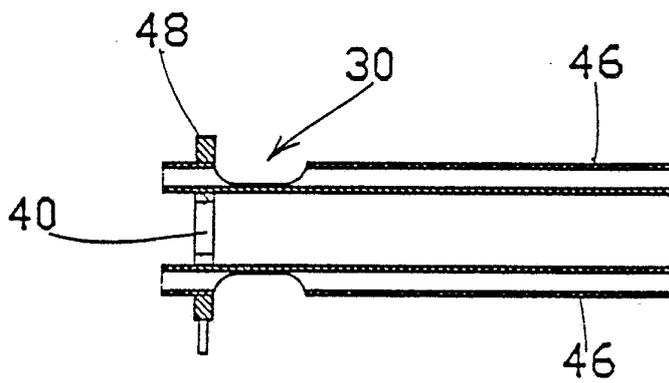
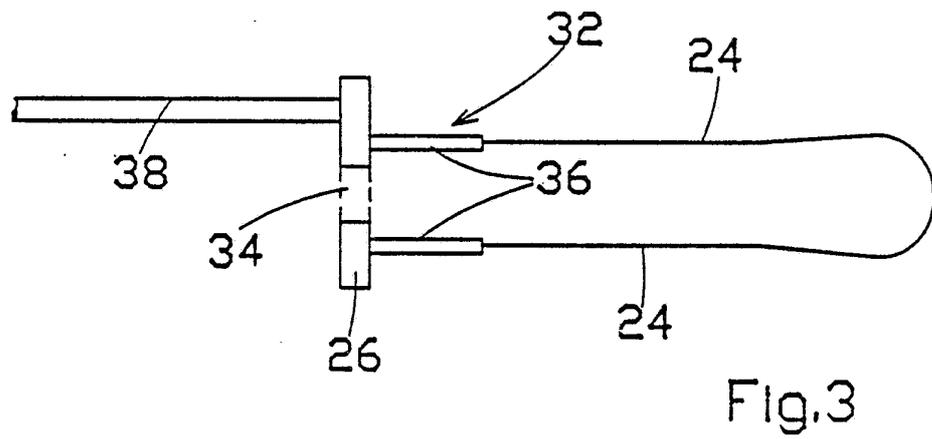
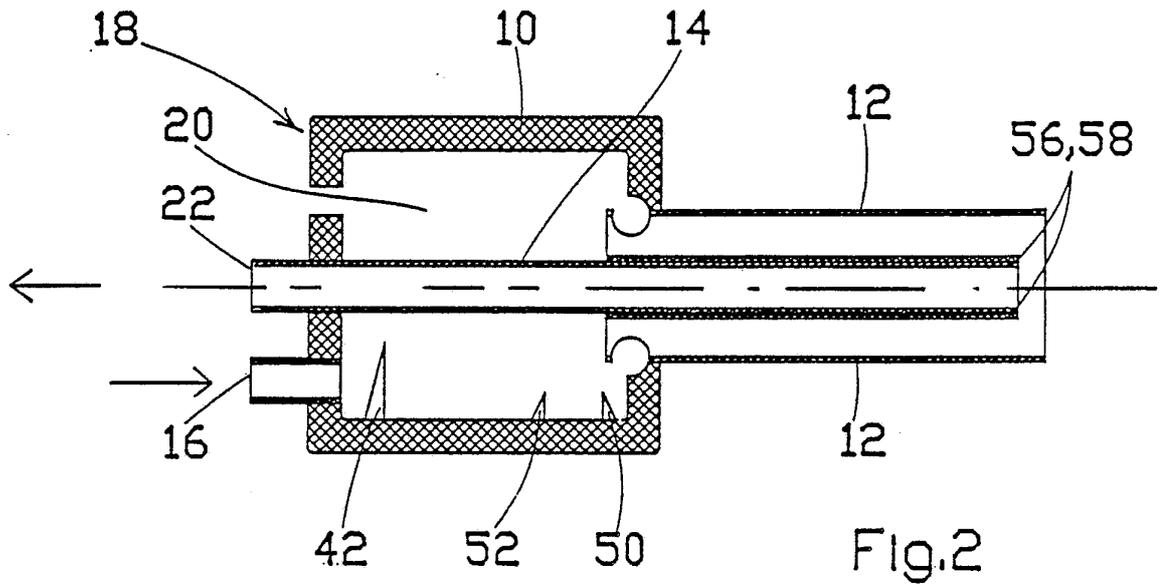


Fig. 1-

ERSATZBLATT



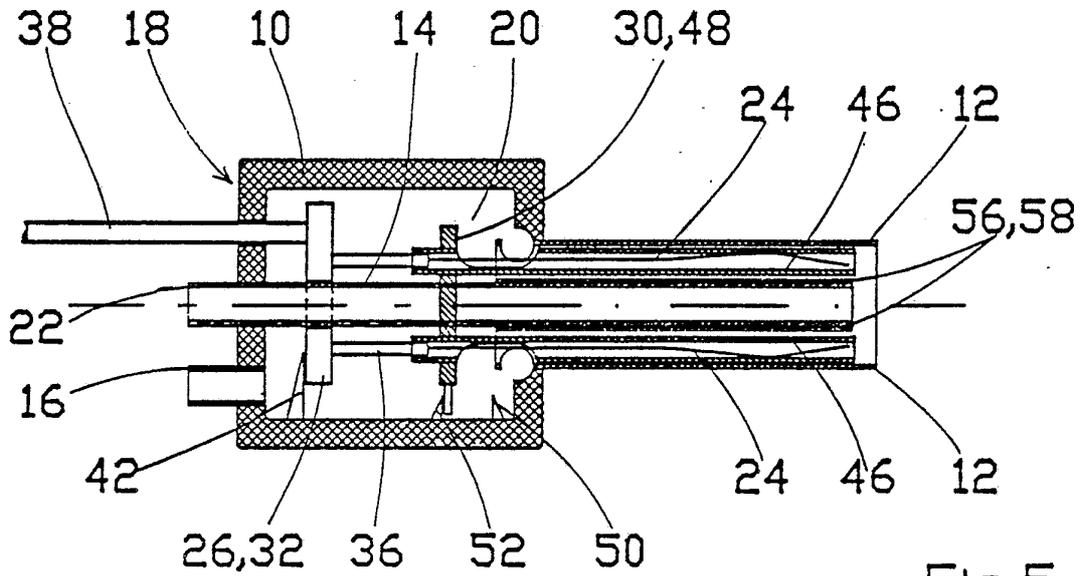


Fig.5

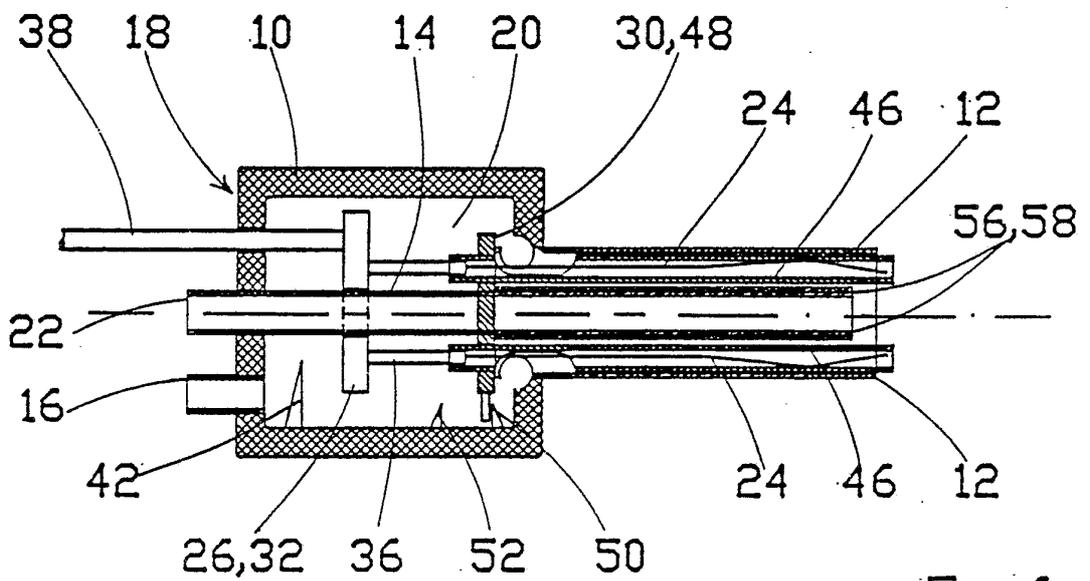


Fig.6

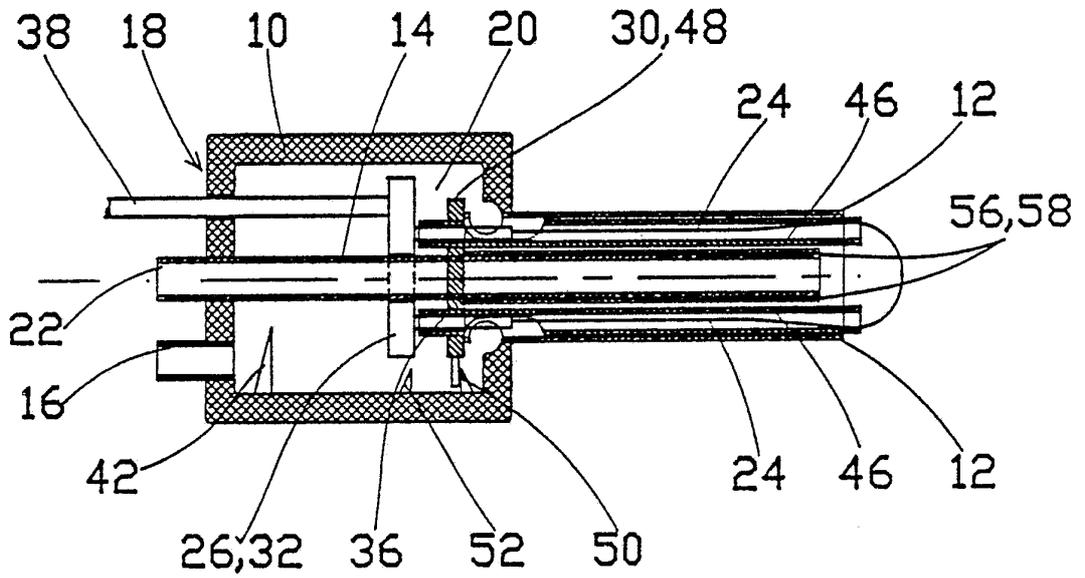


Fig.7

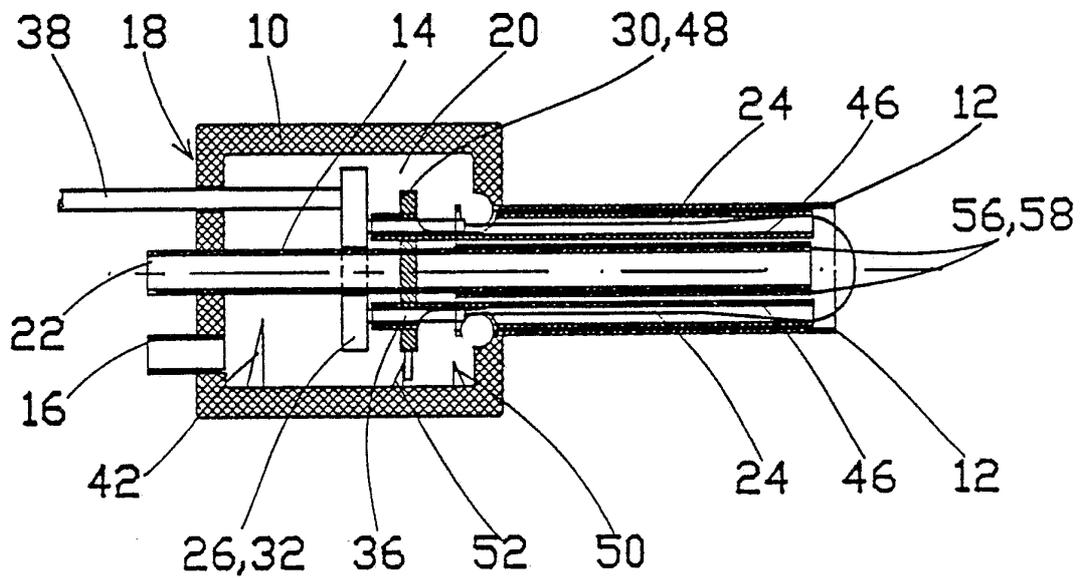


Fig.8

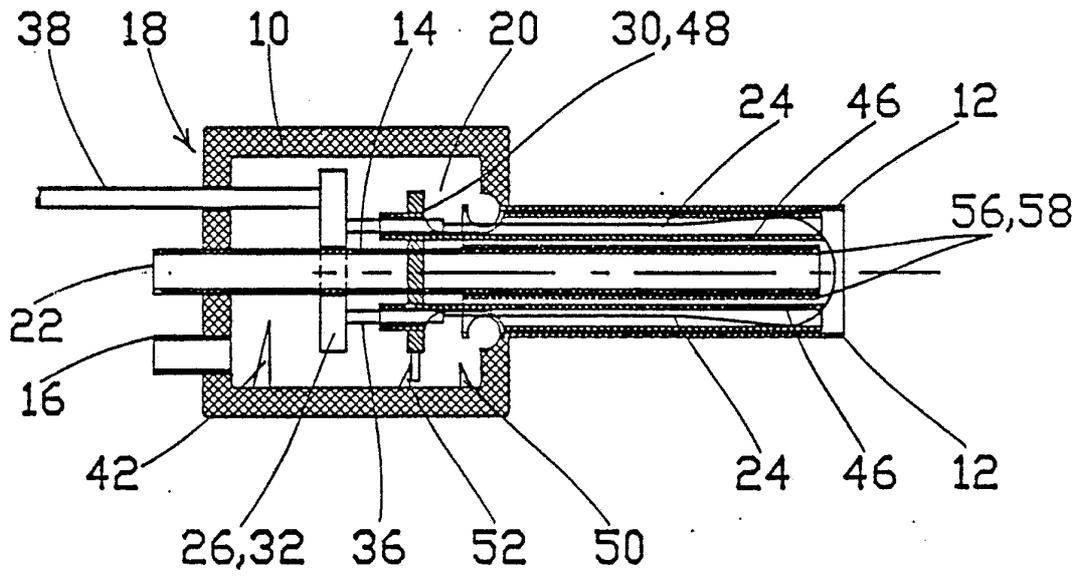


Fig.9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/DE 89/00577

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) ⁶		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
Int.Cl. ⁵ A61F 9/00		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁷		
Classification System	Classification Symbols	
Int.Cl. ⁵	A61F, A61B, A61M	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are included in the Fields Searched ⁸		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ⁹		
Category ⁹	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
A	US, A, 4530359 (HELFGOTT et al.) 23 July 1985 see abstract;figures --	1
A	US, A, 4513745 (AMOILS) 30 April 1985 see abstract;figures 1,2 --	1
A	US, A, 3809093 (ABRAHAM) 7 May 1974 see column 2, lines 7-21 --	1
A	US, A, 4732150 (KEENER Jr.) 22 March 1988 see figures 3,14 -----	1
<p>⁹ Special categories of cited documents: ¹⁰</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"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</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"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.</p> <p>"Z" document member of the same patent family</p>		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report	
19 December 1989 (19.12.89)	25 January 1990 (25.01.90)	
International Searching Authority	Signature of Authorized Officer	
EUROPEAN PATENT OFFICE		

ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.

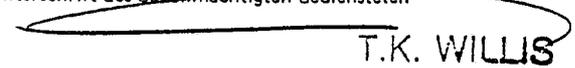
DE 8900577
SA 30799

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 17/01/90. The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A- 4530359	23-07-85	CA-A- 1233718	08-03-88
US-A- 4513745	30-04-85	None	
US-A- 3809093	07-05-74	None	
US-A- 4732150	22-03-88	None	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE 89/00577

I. KLASSIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) ⁶ Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC Int.Cl. ⁵ A 61 F 9/00		
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff ⁷		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int.Cl. ⁵	A 61 F, A 61 B, A 61 M	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen ⁸		
III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN⁹		
Art*	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch.Nr. ¹³
A	US, A, 4530359 (HELFGOTT et al.) 23. Juli 1985 siehe Zusammenfassung; Figuren --	1
A	US, A, 4513745 (AMOILS) 30. April 1985 siehe Zusammenfassung; Figuren 1,2 --	1
A	US, A, 3809093 (ABRAHAM) 7. Mai 1974 siehe Spalte 2, Zeilen 7-21 --	1
A	US, A, 4732150 (KEENER Jr.) 22. März 1988 siehe Figuren 3,14 -----	1
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen ¹⁰ : "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 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		
IV. BESCHEINIGUNG		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
19. Dezember 1989		25 JAN 1990
Internationale Recherchenbehörde		Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten
Europäisches Patentamt		 T.K. WILLIS

ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.

DE 8900577
 SA 30799

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 17/01/90
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US-A- 4530359	23-07-85	CA-A- 1233718	08-03-88
US-A- 4513745	30-04-85	Keine	
US-A- 3809093	07-05-74	Keine	
US-A- 4732150	22-03-88	Keine	

EPO FORM P0473

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