



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 : A61B 17/36</p>	<p>A1</p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 92/16154 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 1. Oktober 1992 (01.10.92)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE92/00219 (22) Internationales Anmeldedatum: 13. März 1992 (13.03.92) (30) Prioritätsdaten: P 41 08 146.3 13. März 1991 (13.03.91) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): TECHNOLAS LASERTECHNIK GMBH [DE/DE]; Lochhammer Schlag 19, D-8032 Gräfelfing (DE). (71)(72) Anmelder und Erfinder: HOHLA, Kristian [DE/DE]; Brunnsteinstr. 10, D-8011 Vaterstetten (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US) : AGETHEN, Johannes [DE/DE]; Stiftsbogen 67, D-8000 München 70 (DE).</p>		<p>(74) Anwalt: MÜNICH, Wilhelm; München, Steinmann, Schiller, Willibaldstr. 36, D-8000 München 21 (DE). (81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), DK (europäisches Patent), ES (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), GR (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), JP, LU (europäisches Patent), MC (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), US. Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p>

(54) Title: MATERIAL-PARING DEVICE BY MEANS OF LASER LIGHT

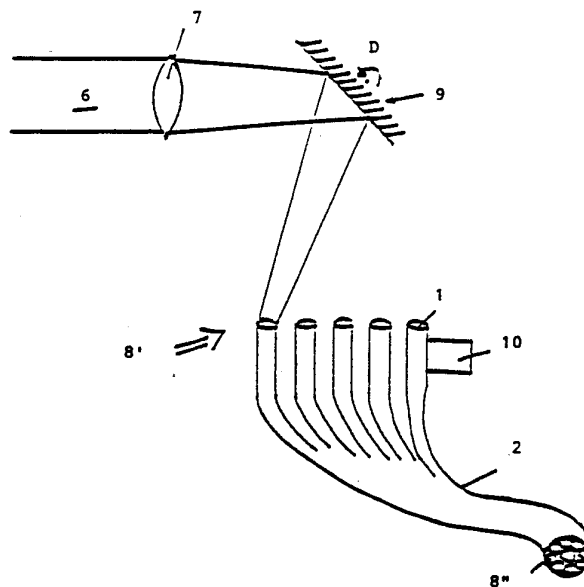
(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUM ABTRAGEN VON MATERIAL MIT LASERLICHT

(57) Abstract

A device for paring material, in particular biological tissues, has a laser system that generates laser pulses and a fiber-optic light guide system with fiber-optic light guides (1) gathered into a bundle (2) to which the laser pulses (6) are coupled and that guide the laser pulses (6) to the spot where material is to be pared. The bundle (2) is subdivided into at least two groups of fiber-optic light guides (1) and each laser pulse (6) is not coupled to at least one group of fiber-optic light guides (1).

(57) Zusammenfassung

Beschrieben wird eine Vorrichtung zum Abtragen von Material und insbesondere von biologischem Gewebe, mit einem Lasersystem, das Laserpulse erzeugt, und einer Lichtleit-Einrichtung, die zu einem Bündel (2) zusammengefaßte Lichtleitfasern (1) aufweist, in die die Laserpulse (6) eingekoppelt werden, und die den Laserpuls (6) an die Stelle leiten, an der Material abgetragen werden soll. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß das Bündel (2) in wenigstens zwei Gruppen von Lichtleitfasern (1) aufgeteilt ist, und daß jeder Laserpuls (6) in wenigstens eine Gruppe von Lichtleitfasern (1) nicht eingekoppelt 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	FI	Finnland	MN	Mongolei
AU	Australien	FR	Frankreich	MR	Mauritanien
BB	Barbados	GA	Gabon	MW	Malawi
BE	Belgien	GB	Vereinigtes Königreich	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GN	Guinea	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	GR	Griechenland	PL	Polen
BJ	Benin	HU	Ungarn	RO	Rumänien
BR	Brasilien	IE	Irland	RU	Russische Föderation
CA	Kanada	IT	Italien	SD	Sudan
CF	Zentrale Afrikanische Republik	JP	Japan	SE	Schweden
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SN	Senegal
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SU	Soviet Union
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	TD	Tschad
CM	Kamerun	LK	Sri Lanka	TG	Togo
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	US	Vereinigte Staaten von Amerika
DE*	Deutschland	MC	Monaco		
DK	Dänemark	MG	Madagaskar		
ES	Spanien	ML	Mali		

Vorrichtung zum Abtragen von Material mit Laserlicht

B e s c h r e i b u n g

Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum Abtragen von Material und insbesondere von biologischem Gewebe, mit einem Lasersystem, das Laserpulse erzeugt, und einer Lichtleit-Einrichtung, die zu einem Bündel zusammengefaßte Lichtleitfasern aufweist, in die die Laserpulse eingekoppelt werden, und die den Laserpuls an die Stelle leiten, an der Material abgetragen werden soll.

Beispielsweise in der Laserchirurgie werden Lasersysteme verwendet, die aufgrund ihrer hohen Lichtleistung Gewebe in so kurzer Zeit verdampfen und damit abtragen, daß praktisch keine Wärmebelastung für das umgebende nichtbestrahlte Gewebe auftritt. Für derartige Laser-induzierte Vorgänge werden die verschiedensten Lasersysteme, darunter seit einiger Zeit verstärkt sog. Excimer-Laser verwendet, die Licht im UV-Bereich emittieren.

Die vorstehend beschriebenen Abtragungsprozesse werden auch als Photoablation bezeichnet und finden vor allem in der Mikrochirurgie (Angioplastie, Ophthalmologie, Orthopädie etc.) Anwendung, um auf möglichst schonende Weise Gewebe abzutragen.

Daneben findet die Photoablation aber auch Anwendung zur Bearbeitung von Werkstücken oder dgl.

Stand der Technik

Die bekannten Vorrichtungen zur Photoablation weisen in der Regel eine Lichtleit-Einrichtung auf, die das Laserlicht an die Stelle leitet, an der Material, beispielsweise Gewebe abgetragen werden soll.

Bei mikrochirurgischen Operationen ist die Lichtleit-Einrichtung in sog. Operationshandstücke oder biegsame Katheter integriert und muß folglich eine große Flexibilität haben.

Deshalb werden als Lichtleit-Einrichtung in der Regel dünne Lichtleitfasern verwendet. Da Lichtleitfasern durch das Laserlicht zerstört werden, wenn dieses eine bestimmte spezifische Leistungsdichte überschreitet, weist die Lichtleit-Einrichtung eine Mehrzahl von Fasern auf, die zu einem Bündel zusammengefaßt sind. Damit können Laserpulse hoher Energie transportiert werden.

Vor allem im Bereich der Angioplastie, d.h. der Gefäßchirurgie tritt jedoch folgendes Problem auf:

Jeder Laserpuls erfaßt und entfernt nur eine begrenzte Gewebetiefe. Diese gewebespezifische Tiefe, die in etwa der Eindringtiefe des Laserlichtes entspricht, beträgt nur wenige μm . Bisher ist man bestrebt gewesen, eine möglichst große Fläche mit möglichst hoher Energie bzw. Leistung zu beaufschlagen, um möglichst viel Gewebe pro Laserpuls abzutragen.

Die erreichte Operationsgeschwindigkeit hängt aber nicht nur von der Energie pro Laserpuls und der beaufschlagten Fläche, sondern auch von der Wiederholrate (Repetitions-

rate) der Laserpulse ab. Die Repititionsrate ist bei bekannten gattungsgemäßen Vorrichtungen zum Abtragen von Material und insbesondere von biologischem Gewebe im wesentlichen nicht durch die physikalische mögliche Repititionsrate des Lasersystems, sondern durch die bei höheren Pulsraten zu starke thermische Belastung des Gewebes begrenzt.

Typischerweise beträgt die Repititionsrate bei bekannten gattungsgemäßen Vorrichtung zum Abtragen von Material weniger als ca. 25 Hz.

Weiterhin tritt bei der Vorgehensweise, wie sie bei bekannten gattungsgemäßen Vorrichtungen zum Abtragen von Material üblich ist, folgendes weitere Problem auf:

Beispielsweise in der Angioplastie wird mit Excimer-Lasern gearbeitet, die am Faserbündelausgang (je nach Faserbündeldurchmesser) Gesamtenergien zwischen 30 und 80 mJ abgeben. Die einzelnen Fasern im Bündel werden dabei gleichzeitig und möglichst gleichmäßig mit dem Laserstrahl beaufschlagt. Bei Lasersystemen mit anderen Wellenlängen, wie beispielsweise Neodym-YAG-Lasern, Holmium- oder Dye-lasern müssen jedoch noch sehr viel höhere Laserpulsenergien verwendet werden, um einen Ablationseffekt zu erzielen.

Aufgrund der schnellen Verdampfung des Gewebes - die Verdampfungsvorgänge laufen typischerweise im Mikrosekunden-Bereich ab - bildet sich eine Stoßwelle aus, die in das umliegende Gewebe eindringt. Die dabei auftretenden hohen Druckgradienten können zu erheblichen Disruptionen und Schädigungen in der Umgebung führen. Eine Schädigung des Gewebes und der Zellagen, die relativ weit von dem ablatierten Bereich entfernt liegen, ist damit häufig unver-

meidbar. Es kommt zu traumatischen Veränderungen, die zu erheblichen Gewebeirritationen führen können. Als Folge wird ein erneutes Wachstum der Zelllagen beobachtet, wodurch eine Restenosierung (Wiederverengung) einsetzen kann.

Der Laser, ursprünglich als das atraumatische Werkzeug gedacht, erweist sich deshalb im μm -Bereich als durchaus schädigend.

Beschreibung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zum Abtragen von Material und insbesondere von biologischem Gewebe mit einem Lasersystem anzugeben, bei der der Abtragungsprozeß schonend ausgeführt wird, so daß er keine oder nur eine vernachlässigbar kleine schädigende Wirkung auf die Umgebung, beispielsweise das gesunde Gewebeumfeld besitzt.

Eine erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe ist im Anspruch 1 angegeben. Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche

Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, daß die Ursache für die traumatische Schädigung der Umgebung des ablatierten Bereichs der Ablationsprozess per se, sondern die mit dem Ablationsprozess bei herkömmlicher Vorgehensweise verbundene Stoßwelle sein dürfte. Erfindungsgemäß wird deshalb so vorgegangen, daß die Erzeugung von Stoßwellen bei der Ablation so weit wie möglich vermieden wird.

Dies kann überraschenderweise dadurch erreicht werden, daß weiterhin von einer Vorrichtung zum Abtragen von Material und insbesondere von biologischem Gewebe gemäß dem Oberbe-

griff des Anspruchs 1 ausgegangen wird, und diese Vorrichtung erfindungsgemäß dadurch weitergebildet wird, daß das Bündel in wenigstens zwei Gruppen von Lichtleitfasern aufgeteilt ist, und daß jeder Laserpuls in wenigstens eine Gruppe von Lichtleitfasern nicht eingekoppelt wird.

Anders ausgedrückt, erfolgt die Lichteinkoppelung in das Lichtleitfaser-Bündel derart zeitlich und räumlich getrennt, daß die einzelnen Lichtleitfasern bzw. -gruppen zeitlich getrennt und in serieller räumlicher Abfolge von jeweils mindestens einem Laserimpuls gezielt beaufschlagt werden.

Die Erfindung geht dabei von der Vorstellung aus, daß die Ausbildung der Stoßwelle eine direkte Folge der hohen Energie pro Laserpuls ist, die bei einer Applizierung des Lichts über die gesamte Katheterquerschnittsfläche erforderlich ist, um "brauchbare" Abtragraten zu erreichen.

Erfindungsgemäß wird deshalb in eine einzelne Lichtleitfaser bzw. eine Gruppe von Fasern jeweils nur ein Laserpuls eingekoppelt, der lediglich eine kleine Fläche bestrahlt und dessen Energie so gering ist, daß er keine bzw. keine traumatische Stoßwelle auslöst. Durch die scannende Bewegung des Lichtflecks über den zu ablatierenden Bereich ist die thermische Belastung des jeweils vom Lichtfleck beaufschlagten Bereichs gering, so daß bei einer erfindungsgemäßen Vorrichtung die Pulsfolgefrequenz deutlich gegenüber dem Stand der Technik erhöht werden kann (Anspruch 7). Damit können trotz der "Abtastbewegung", die der Laserstrahl über den zu ablatierenden Gesamtbereich ausführt, und der verringerten Energie pro Laserpuls die gleichen oder sogar höhere Abtragraten wie beim Stand der Technik erreicht werden.

Hierbei ist es von Vorteil, wenn die Energie jedes Laserpulses so bemessen ist, daß die Tiefe seiner Wirkung im Gewebe in etwa dem Fleckdurchmesser entspricht (Anspruch 11).

Die maximal erreichbare Pulsfolgefrequenz ist folglich nicht mehr durch die traumatische Wirkung, sondern (außer durch das Leistungsvermögen des Lasers) nur noch dadurch bestimmt, daß der zeitliche Abstand zwischen zwei Laserpulsen so gewählt werden muß, daß die Stoßwelle des ersten Laserpulses sich bereits so weit verdünnt hat, daß eine Überlagerung mit der Stoßwelle, die von dem von der benachbarten Lichtleitfaser bzw. Gruppe transportierten Laserpuls erzeugt wird, keine traumatische Wirkung mehr hervorruft.

Da sich Druckwellen typischerweise mit einigen 1000 m/sec. ausbreiten und die Gewebetiefe, innerhalb der eine Schädigung vermieden werden soll, maximal 1 mm beträgt, berechnet sich so eine minimale Zeit zwischen zwei Pulsen zu ca. 10^{-6} sec.

Werden damit die einzelnen Fasern mit einer Impulsfolgefrequenz von kleiner als 10^6 Hz mit Licht beaufschlagt, so überlagern sich die entstehenden Druckwellen nicht. Aufgrund der verringerten Energie ist jede einzelne Druckwelle wesentlich kleiner, so daß sie keine Schmerzwirkung bzw. keine traumatische Wirkung hervorruft.

Der erfindungsgemäße Grundgedanke besteht also darin, die einzelnen Lichtleitfasern des Bündels sequentiell mit Laserpulsen zu beaufschlagen, wobei beispielsweise im Bereich der Angioplastie eine typische Pulsfolgefrequenz

für jede Faser ca 25 Laserpulse pro Sekunde (jedoch nicht wesentlich mehr) beträgt, so daß man die gleiche insgesamt deponierte Energie erhält, als wenn eine herkömmliche Vorrichtung mit 25 Laserpulsen pro Sekunde betrieben würde.

Da die Betriebsdaten beispielsweise von Excimer-Lasern eine Betriebsform, bei der die einzelnen Lichtleitfasern mit einer Pulsfolgefrequenz von 25 Hz beaufschlagt werden, ermöglichen, ist diese Form der schonenden Behandlung mit bekannten Lasersystemen möglich.

Die erfindungsgemäße Grundkonzeption unterscheidet sich damit nicht nur aufgrund der Tatsache, daß der Laserstrahl -im Gegensatz zum Stand der Technik - "scannend" in ein Lichtleitfaser-Bündel eingekoppelt wird, sondern auch grundsätzlich von den Vorrichtungen im Stand der Technik, bei denen ebenfalls eine "scannende Bewegung" des Laserstrahls verwendet wird:

So wird bei der in der US-PS 4 538 608 beschriebenen Vorrichtung die "Scan-Bewegung" des Abtaststrahls dazu verwendet, einen Bereich zu ablatieren, der wesentlich größer ist, als der Bereich, der mit einem "stationären" Strahl und einem entsprechend aufgeweiteten Strahlfleck therapeutisch bearbeitet werden könnte.

In der WO 87/01819 dagegen wird der kontinuierliche, d.h. nicht gepulste Laserstrahl auf einen kleinen Fleck fokussiert, um einen großen Öffnungswinkel des Strahl und damit eine therapeutische Wirkung im wesentlichen nur in der Fokusebene zu erhalten. Die Scanbewegung dient ausschließlich dazu, mit diese fokussierten Strahl einen vergleichsweise großen Fleck bearbeiten zu können.

Die Verringerung der Pulsleistung bzw. der -energie bei gleichzeitiger Erhöhung der Pulsfolgefrequenz zur Vermeidung traumatisch wirksamer Stoßwellen ist in beiden Veröffentlichungen nicht angesprochen.

Im Anspruch 2 ist beansprucht, daß die Lichtleitfasern derart ausgerichtet sind, daß auch die Lichtaustrittsflächen von Lichtleitfasern, deren Lichteintrittsflächen benachbart sind, benachbart sind. Hierzu können die Lichtleitfasern in dem Bündel regelmäßig und insbesondere linear angeordnet sein (Anspruch 3).

Diese Anordnung der Lichtleitfasern hat eine Reihe von Vorteilen:

Ist gemäß Anspruch 4 eine Abtasteinrichtung vorgesehen, die jeweils eine bestimmte Gruppe von Lichtleitfasern mit einem Laserpuls beaufschlagt, so wird das "Abtastmuster" der Abtasteinrichtung auf den Lichteintrittsflächen der Lichtleitfasern auf die Lichtaustrittsflächen abgebildet, so daß auch bei Beaufschlagung mehrerer Lichtleitfasern mit einem Laserpuls am Ausgang der Lichtleitfasern definierte und reproduzierbare Verhältnisse gegeben sind.

Die Tatsache, daß das Einkoppeln eines Laserpulses in ganz bestimmte Lichtleitfasern zu einem Austritt dieses Laserpulses an einer genau festgelegten Stelle führt, kann ferner dazu benutzt werden, eine orts aufgelöste Erfassung des ablatierten Materials zu realisieren:

Bei der im Anspruch 8 beschriebenen Ausführung ist ein Stoß- bzw. Druckwellensensor vorgesehen, der die von jedem einzelnen Laserpuls ausgelöste Stoßwelle bzw. Druckwelle erfaßt. Eine Auswerteeinheit erfaßt die jeweilige Stoß-

bzw. Druckwelle in Zuordnung zu der mit dem auslösenden Laserpuls beaufschlagten Lichtleitfaser bzw. Gruppe von Lichtleitfasern. Der Maximalwert und die Amplitude der durch einen Laserpuls mit bestimmter Pulsdauer und mit bestimmter Energie ausgelösten Stoßwelle hängen nämlich von dem Material ab, auf das der Laserpuls auftrifft:

Beispielsweise ergeben sich bei Plaque und calciniertem Gewebe andere Stoßwellen-Verläufe als bei normalem Gewebe. Somit ermöglicht die Erfassung der erzeugten Stoßwelle in Zuordnung zur jeweils beaufschlagten Lichtleitfaser bzw. Gruppe von Lichtleitfasern und damit - d.h. aufgrund der Merkmale der Ansprüche 2 bzw. 3 - zum Ort, auf den der Laserpuls auftrifft, eine Aussage über die Art des ablatierten Materials.

Als Stoß- bzw. Druckwellensensor können im Prinzip beliebige Drucksensoren, beispielsweise intrakorporale Sensoren verwendet werden, die ringförmig um das distale Ende des Lichtleitfaser-Bündels angeordnet sind.

Im Anspruch 9 ist eine Weiterbildung gekennzeichnet, bei der es nicht erforderlich ist, einen Sensor intrakorporal anzuordnen. Vielmehr kann der Stoß- bzw. Druckwellensensor extrakorporal angeordnet sein, da er die durch das Bündel von Lichtleitfasern übertragene Stoß- bzw. Druckwelle erfaßt.

Die Eigenschaft einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, daß der gepulste Laserstrahl nacheinander den zu ablatierenden Bereich abtastet, kann auch für eine optische Ermittlung der Art des ablatierten Materials genutzt werden:

Hierzu ist ein optischer Sensor vorgesehen, der die Wellenlängenverteilung des von jedem einzelnen Laserpuls ausgelösten Fluoreszenzlichts erfaßt. Eine Auswerteeinheit ermittelt aus der Wellenlängenverteilung in Zuordnung zu der mit dem auslösenden Laserpuls beaufschlagten Lichtleitfaser bzw. Gruppe von Lichtleitfasern das Material des beaufschlagten Gebiet. Zu Einzelheiten der Ermittlung des ablatierten Materials aus dem im Lichtleiter "zurücklaufenden" Lichts wird beispielsweise auf die WO 88/08279 verwiesen, auf die im übrigen zur Erläuterung aller hier nicht näher erläuterten Einzelheiten ausdrücklich Bezug genommen wird.

Als Abtasteinrichtung, die die "scannende" Bewegung des gepulsten Laserstrahls über das Lichtleitfaser-Bündel erzeugt, können im Prinzip beliebige Abtasteinrichtungen, beispielsweise die in der WO 87/01819 beschriebenen Abtasteinrichtungen verwendet werden.

Im Hinblick darauf, daß bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung ein gepulster Laserstrahl verwendet wird, bieten es sich jedoch an, die in den Ansprüchen 5 und 6 gekennzeichneten einfachen Abtasteinrichtungen einzusetzen.

Gemäß diesen Ansprüchen kann die Abtasteinrichtung einen Spiegel oder eine auf einer rotierenden Scheibe angebrachte Prismenanordnung aufweisen.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

Die Erfindung wird nachstehend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung exemplarisch beschrieben. Es zeigen:

- Fig. 1 eine vereinfachte Darstellung zur Erläuterung der Funktionsweise zur Gewebeabtragung mit einem herkömmlichen Multifaserbündel,
- Fig. 2 eine herkömmliche Anordnung zur simultanen Laserstrahleinkopplung in ein Multifaserbündel,
- Fig. 3 eine vereinfachte Darstellung zur Erläuterung der Funktion einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit Spiegelumlenkung, und
- Fig. 4 einen Querschnitt durch eine erfindungsgemäße Vorrichtung mit rotierender Prismenscheibe.

Darstellung von Ausführungsbeispielen

In den folgenden Figuren sind gleiche Elemente jeweils mit den selben Bezugszeichen versehen, so daß bei erneutem Auftreten dieser Elemente auf eine neuerliche Vorstellung verzichtet wird.

Fig. 1 zeigt den distalen Bereich einer Vorrichtung zum Abtragen von Gewebe 4. Die Vorrichtung weist eine Vielzahl von Lichtleitfasern 1 auf, die in einem Bündel 2 angeordnet und in einen Katheter 2' integriert sind.

Fig. 2 zeigt, daß bei bekannten Vorrichtungen zur Photoablation die einzelnen Fasern 1 im Multifaser-Bündel 2 simultan mit Laserlicht beaufschlagt werden. Hierzu wird ein von einem nicht dargestellten Lasersystem erzeugter Laserstrahl 6 von einer optische Abbildungs- bzw. Fokussierlinse 7 (bzw. einem Linsensystem) auf die Einkoppelfläche 8' des Multifaser-Bündels 2 unter gleichzeitiger Anpassung des Strahlflecks an die Größe und Form der Einkoppelfläche 8' abgebildet. Somit werden alle einzelnen Lichtleitfasern 1, die innerhalb des Multifaserbündels 2 geführt werden, gleichzeitig und möglichst gleichmäßig mit Laserlicht bestrahlt. Durch die bei jedem Laserimpuls am Ausgang 8"

des Multifaser-Bündels 2 austretenden Lichtenergie werden die unmittelbar an dem (distalen) Katheterkopf anliegenden Schichten des Gewebes 4 derart thermisch stark belastet, daß das Gewebe verdampft.

Aufgrund von sich hierbei explosionsartig ausdehnenden Gewebematerials 3 wird zum einen das ablatierte Material vor dem Katheterkopf zur Seite verdrängt und zum anderen entsteht eine sich in den umliegenden Gewebebereich ausbreitende Stoßwelle 5, die zu Gewebe- und Zellagenschädigungen führen kann.

Fig. 3 zeigt ein erfindungsgemäße Vorrichtung, bei der die einzelnen Laserpulse des wiederum nicht dargestellten Lasersystems sequentiell in einzelne in dem Multifaser-Bündel 2 enthaltene Lichtleitfasern 1 eingekoppelt werden.

Hierzu wird der Laserstrahl 6 über die Fokussierlinse 7 und eine Ablenkeinheit, die einen um eine Schwenkachse D drehbar gelagerten Spiegel 9 aufweist, jeweils auf einzelne Lichtleitfasern 1 bzw. -gruppen derart abgebildet, daß nacheinander unterschiedliche Lichtleitfasern bzw. -gruppen beaufschlagt werden. Um die Spiegelführung möglichst einfach zu gestalten, sind bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel die einzelnen Lichtleitfasern, die in einem nicht dargestellten Katheder zu einem Multifaserbündel 2 zusammengefaßt sind, linear angeordnet. Auch davon abweichende, regelmäßige räumliche Anordnungen von Lichtleitfasern sind denkbar (z.B. Dreieck, Rechteck etc.). Durch taktweises, d.h. mit den Laserpulsen synchronisiertes Verdrehen des Spiegels 9 um die Rotationsachse D werden nacheinander alle Lichtleitfasern 1 bzw. -gruppen beleuchtet bzw. beaufschlagt.

Die Taktfrequenz der Spiegelverstellung muß jedoch nicht notwendigerweise mit der Repetitionsrate des Lasersystems übereinstimmen, d.h. pro Strahlabbildung auf eine Lichtleitfaser 1 bzw. -gruppe kann mehr als ein Lichtimpuls übertragen werden.

Erfindungsgemäß ist weiterhin ein Stoß- bzw. Druckwellensensor 10 vorgesehen, der die von jedem einzelnen Laserpuls ausgelöste Stoßwelle bzw. Druckwelle 5 erfaßt. Der Stoß- bzw. Druckwellensensor 10 ist extrakorporal angeordnet ist und erfaßt die durch das Bündel 2 von Lichtleitfasern 1 übertragene Stoß- bzw. Druckwelle 5 erfaßt. Eine nicht dargestellte Auswerteeinheit ermittelt aus dem Ausgangssignal des Sensors 10 die jeweilige Stoß- bzw. Druckwelle in Zuordnung zu der mit dem auslösenden Laserpuls beaufschlagten Lichtleitfaser 1 bzw. Gruppe von Lichtleitfasern.

Fig. 4 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung, das sich von dem in Fig. 3 dargestellten Ausführungsbeispiel durch die Ausbildung der Ablenkeinheit unterscheidet, die bei diesem Ausführungsbeispiel als eine um eine Achse R drehbare Scheibe 11 mit Prismen 12', 12'', ... ausgebildet ist.

Das Laserstrahlbündel 6 durchläuft ebenfalls eine optische Abbildungslinse 7 und passiert anschließend ein in den Randbereich der sich um die Achse R drehenden Scheibe 11 eingelassenes Prisma 12', das das Strahlbündel 6 auf eine Lichtleitfaser 1 bzw. -gruppe des Bündels 2 ablenkt.

Dabei sind die Prismen (in der Querschnittsdarstellung sind nur zwei dargestellt, nämlich 12', 12'') im Randbereich der Scheibe 11 radial derart angeordnet, daß der Laser-

strahl die Prismen (12,12',...) zeitlich hintereinander passiert und unterschiedlich abgelenkt wird. Die Rotationsgeschwindigkeit der Scheibe gibt dann die mittlere Pulsrate der Anordnung an.

Die Methoden des sequentiellen Abtastens können auch dazu benützt werden, nur Teile des Katheterquerschnitts zu aktivieren. Hierbei werden Lichtleitfasern gezielt von der Bestrahlung ausgenommen, was technisch bei den dargestellten Ablenkvorrichtungen leicht zu realisieren ist. Dies ist insbesondere dann von Interesse, wenn eine geeignete Nachweismethode verwendet wird, die es erlaubt, das vor dem Katheter befindliche Gewebe zu erkennen.

Weiterhin können auch unterschiedliche Stellen mit dem Licht unterschiedlicher Laser bestrahlt werden.

Als weiterer Vorteil dieser Strahlablenkungs-Methode kommt hinzu, daß jede einzelne Faser mit der gleichen Energie beaufschlagt werden kann. Dies ist bei einer gleichzeitigen Beleuchtung des Bündels nur sehr schwer möglich, da jeder Laserstrahl mehr oder weniger ausgeprägte Inhomogenitäten aufweist. Die gesamte mittlere Leistung, die somit durch eine Faser 1 transportiert wird, kann auf diese Weise nicht unerheblich gesteigert werden, so daß sich eine erhebliche Steigerung der Schnittgeschwindigkeit ergibt.

Die Frequenz der Laserpulse muß entsprechend heraufgesetzt werden, die Energie des einzelnen Laserpulses wird entsprechend heruntergesetzt.

Die obengenannte Überlegung soll mit dem folgenden Zahlenbeispiel verdeutlicht werden:

In einem typischen Angioplastie-Katheter sind ca. 50 Lichtleitfasern 1 angeordnet.

Bei einer Puls-Wiederholrate von 25 Hz pro Faser 1 muß der Laser mit einer Gesamt-Wiederholrate von 1.250 Hz betrieben werden. Gleichzeitig müssen die einzelnen Pulse auf jeweils eine einzelne Faser oder auf eine Gruppe von Fasern abgebildet werden. Der Laserstrahl muß sozusagen über die Eintrittsfläche 8' des Faserbündels 2 gescannt werden. Die Laserpulsfrequenz liegt in Größenordnungen unterhalb der vorstehend abgeschätzten Grenzfrequenz von 10^6 Hz.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann damit in der Praxis leicht dadurch realisiert werden, daß am Licht-eintrittsseitigen (proximalen) Ende 8' der Lichtleitfasern eine beliebige Abtast- bzw. Scanvorrichtung angeordnet ist, die die Laserpulse derart ablenkt, daß die Laserimpulse die Licht-Eintrittsflächen der einzelnen Fasern 1 "abtastet".

Gewerbliche Anwendbarkeit

Die Erfindung kann sowohl im Bereich der Medizintechnik als auch zur Materialbearbeitung von technischen Werkstücken verwendet werden.

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Vorrichtung zum Abtragen von Material (4) und insbesondere von biologischem Gewebe, mit
 - einem Lasersystem, das Laserpulse erzeugt, und
 - einer Lichtleit-Einrichtung, die zu einem Bündel (2) zusammengefaßte Lichtleitfasern (1) aufweist, in die die Laserpulse eingekoppelt werden, und die den Laserpuls an die Stelle leiten, an der Material abgetragen werden soll, dadurch gekennzeichnet, daß das Bündel (2) in wenigstens zwei Gruppen von Lichtleitfasern aufgeteilt ist, und daß jeder Laserpuls in wenigstens eine Gruppe von Lichtleitfasern nicht eingekoppelt wird.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtleitfasern (1) derart ausgerichtet sind, daß auch die Lichtaustrittsflächen (8") von Lichtleitfasern (1), deren Lichteintrittsflächen (8') benachbart sind, benachbart sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtleitfasern (1) in dem Bündel regelmäßig und insbesondere linear angeordnet sind.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine Abtasteinrichtung vorgesehen ist, die jeweils eine bestimmte Gruppe von Lichtleitfasern (1) mit einem Laserpuls beaufschlagt.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Abtasteinrichtung einen schwenkbaren Spiegel (9) aufweist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Abtasteinrichtung eine auf einer rotierenden Scheibe (11) angebrachte Prismenanordnung (12', 12'', ...) aufweist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die maximale Repetitionsrate pro Lichtleitfaser (1) bzw. -gruppe 25 Hz beträgt.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein Stoß- bzw. Druckwellensensor (10) vorgesehen ist, der die von jedem einzelnen Laserpuls ausgelöste Stoßwelle bzw. Druckwelle erfaßt, und daß eine Auswerteeinheit die jeweilige Stoß- bzw. Druckwelle in Zuordnung zu der mit dem auslösenden Laserpuls beaufschlagten Lichtleitfaser (1) bzw. Gruppe von Lichtleitfasern erfaßt.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Stoß- bzw. Druckwellensensor (10) extrakorporal angeordnet ist, und die durch das Bündel (2) von Lichtleitfasern (1) übertragene Stoß- bzw. Druckwelle erfaßt.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß ein optischer Sensor vorgesehen ist, der die Wellenlängenverteilung des von jedem einzelnen Laserpuls ausgelösten Fluoreszenzlichts erfaßt, und daß eine Auswerteeinheit aus der Wellenlängenverteilung in Zuordnung zu der mit dem auslösenden Laserpuls beaufschlagten Lichtleitfaser (1) bzw. Gruppe von Lichtleitfasern das Material des beaufschlagten Gebiet ermittelt.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Energie jedes Laserpulses so bemessen ist, daß die Tiefe seiner Wirkung im Gewebe (4) in etwa dem Fleckdurchmesser entspricht und/oder daß er keine traumatisch wirksame Stoß- bzw. Druckwelle auslöst.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Lasersystem einen Excimer-Laser aufweist.

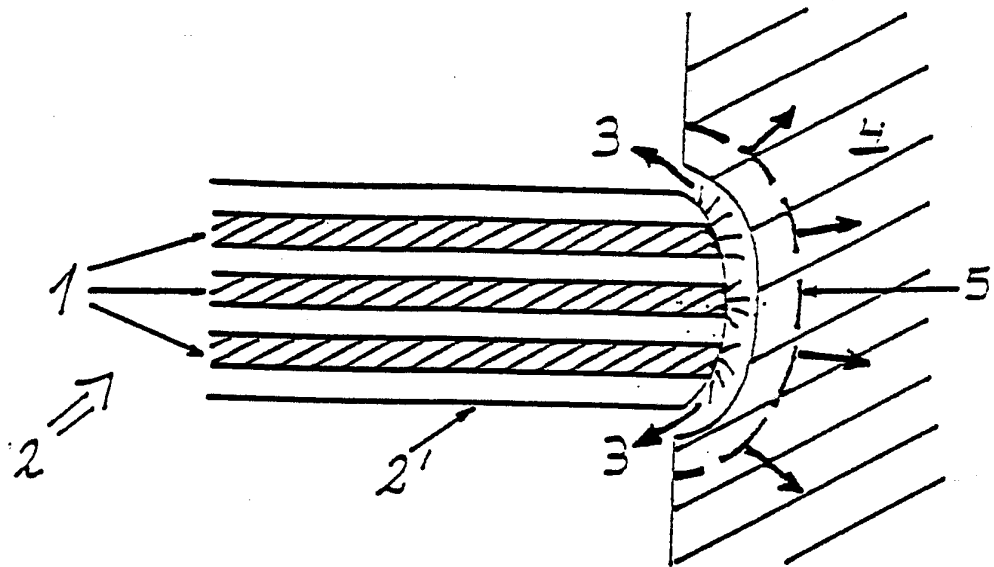


FIG. 1

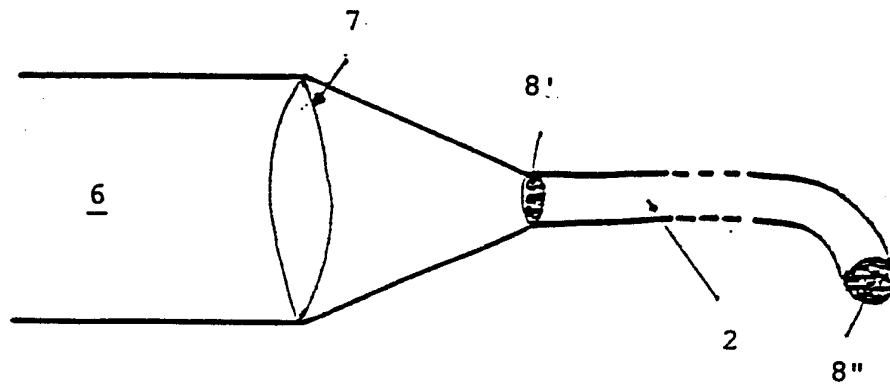


FIG. 2

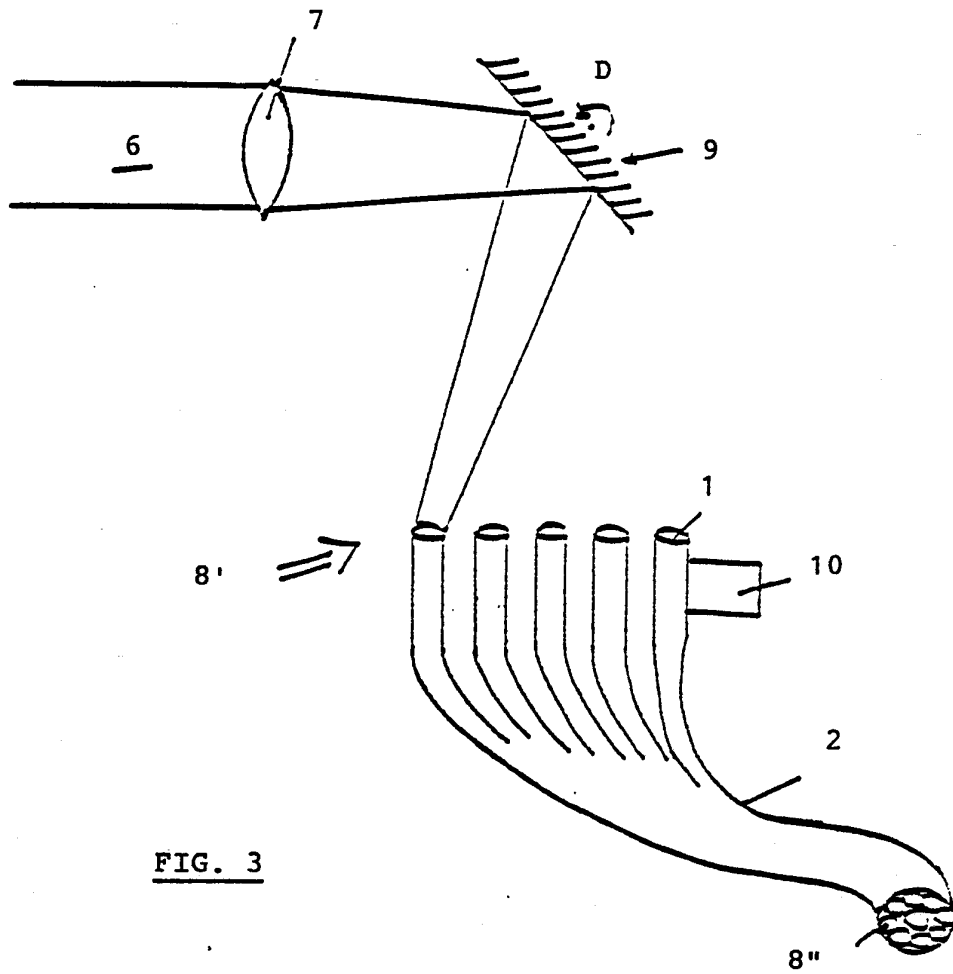


FIG. 3

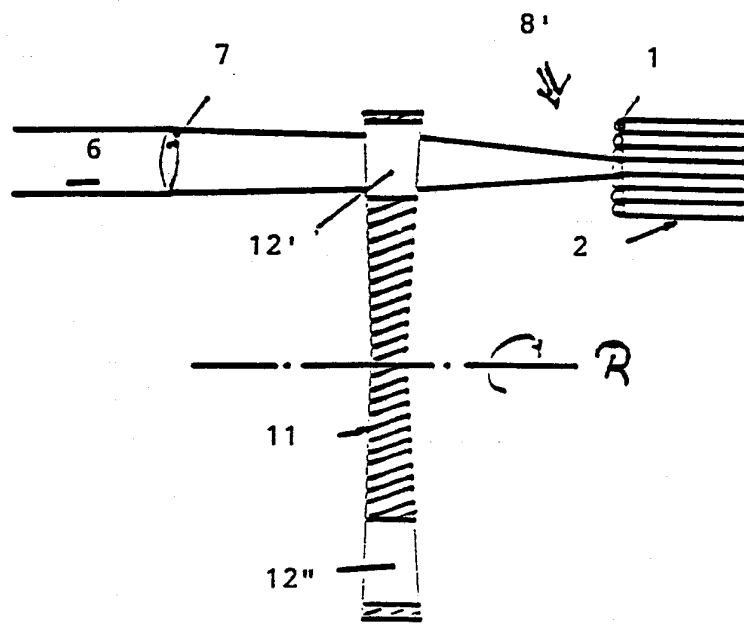


FIG. 4

ERSATZBLATT

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/DE92/00219

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 : A61B 17/36		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁷		
Classification System	Classification Symbols	
Int. Cl. ⁵	A61B	
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 [*]	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
X	US, A, 4 913 142 (C. KITTRELL et al.) 3 April 1990 (03.04.90), see :figs. 1-4a, 11a-12b, 19-24, 27-28b; column 7, line 42 - column 8, line 36; column 8, line 61 - column 9, line 19; column 9, line 65 - column 10, line 8; column 12, line 43 - column 13, line 40; column 17, line 12 - column 26, line 5; claims 1,3,4,5,14	1-4,10,11
Y	---	8,9,12
Y	DE, A1, 3 836 337 (S.MEESSEN) 26 April 1990(26.04.90), see figure 2; abstract; column 4, lines 30-61; claims 7,8	8,9
Y	---	12
Y	WO, A1, 88/08279 (K. HOHLA) 3 November 1988 (03.11.88), see figure 1; abstract; claims 1-3, 5-7 (cited in the description).	10
A	---	10
X	US, A, 4 848 336 (K.R. FOX et al.) 18 July 1989 (18.07.89), see figs. 1,2,5-7; abstract; column 6, line 52 - column 7, line 21; column 9, lines 7-17; column 11, lines 28-40; column 12, lines 6-17; claims 11,16	1,2,4,7
A	---	3
<p>[*] 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>"&" 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	
14 May 1992 (14.05.92)	27 May 1992 (27.05.92)	
International Searching Authority	Signature of Authorized Officer	
European Patent Office		

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT (CONTINUED FROM THE SECOND SHEET)		
Category	Citation of Document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No
X	US, A, 4 653 495 (Y. NANAUMI) 31 March 1987 (31.03.87), see figs. 6-8; column 5, lines 11-43; column 6, lines 29-45; column 7, lines 11-32	1-4
X	US, A, 4 587 972 (B.D. MORANITE) 13 March 1986 (13.03.86), see figs. 1-4; column 4, line 42 - column 5, line 17; column 8, line 66 - column 9, line 16	1-4
X	US, A, 4 791 926 (S.M. FRY) 20 December 1988, (20.12.88), see figure 3, column 2, lines 36-45; column 3, line 63 - column 4, line 18; claims 4,5,7,8,12	1,4
P, X	DE, A1, 4 038 520 (E. STEIGER) 20 June 1991 (20.06.91), see figs. 1,5-8; column 4, line 64 - column 7, line 51; claims 19,20,26	1-5,12
A	US, A, 4 576 160 (S. TANAKA) 18 March 1986 (18.03.86), see figure 2; lines 31-53	1,11
A	US, A, 4 566 453 (M. KUMANO et al.) 28 January 1986 (28.01.86), see figure 2; column 2, lines 2-5,24	11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 92/00219

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 B 17/36		
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff ⁷		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int.Cl. ⁵	A 61 B	
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
X	US, A, 4 913 142 (C. KITRELL et al.) 03 April 1990 (03.04.90), siehe Fig. 1-4a, 11a-12b, 19-24, 27-28b; Spalte 7, Zeile 42 - Spalte 8, Zeile 36; Spalte 8, Zeile 61 - Spalte 9; Zeile 19; Spalte 9, Zeile 65 - Spalte 10, Zeile 8; Spalte 12, Zeile 43 - Spalte 13, Zeile 40; Spalte 17, Zeile 12 - Spalte 26, Zeile 5; Patentansprüche 1, 3, 4, 5, 14.	1-4, 10, 11
Y	--	8, 9, 12
Y	DE, A1, 3 836 337 (S. MEESEN) 26 April 1990 (26.04.90),	8, 9
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen¹⁰:</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"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)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"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</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"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</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
IV. BESCHEINIGUNG		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts	
14 Mai 1992	27 MAY 1992	
Internationale Recherchenbehörde	Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten	
Europäisches Patentamt	MISS T. TAZELAAR	

III.EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN (Fortsetzung von Blatt 2)		
Art *	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile	Betr. Anspruch Nr.
	siehe Fig. 2; Zusammenfassung; Spalte 4, Zeilen 30-61; Patentansprüche 7,8. --	
Y	WO, A1, 88/08 279 (K. HOHLA) 03 November 1988 (03.11.88), siehe Fig. 1; Zusammenfassung; Patentansprüche 1-3,5-7 (in der Beschreibung genannt).	12
A	--	10
X	US, A, 4 848 336 (K.R. FOX et al.) 18 Juli 1989 (18.07.89), siehe Fig. 1,2,5-7; Zusammenfassung; Spalte 6, Zeile 52 - Spalte 7, Zeile 21; Spalte 9, Zeilen 7-17; Spalte 11, Zeilen 28-40; Spalte 12, Zeilen 6-17; Patentansprüche 11,16.	1,2,4,7
A	--	3
X	US, A, 4 653 495 (Y. NANAUMI) 31 März 1987 (31.03.87), siehe Fig. 6-8; Spalte 5, Zeilen 11-43; Spalte 6, Zeilen 29-45; Spalte 7, Zeilen 11-32.	1-4
X	US, A, 4 587 972 (B.D. MORANTTE) 13 März 1986 (13.03.86), siehe Fig. 1-4; Spalte 4, Zeile 42 - Spalte 5, Zeile 17; Spalte 8, Zeile 66 - Spalte 9, Zeile 16.	1-4
X	US, A, 4 791 926 (S.M. FRY) 20 Dezember 1988 (20.12.88), siehe Fig. 3; Spalte 2, Zeilen 36-45; Spalte 3, Zeile 63 - Spalte 4, Zeile 18; Patentansprüche 4,5,7,8,12.	1,4
P,X	DE, A1, 4 038 520 (E. STEIGER) 20 Juni 1991 (20.06.91), siehe Fig. 1,5-8; Spalte 4,	1-5,12

III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN (Fortsetzung von Blatt 2)		
Art *	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile	Betr. Anspruch Nr.
	Zeile 64 - Spalte 7, Zeile 51; Patentansprüche 19, 20, 26. --	
A	US, A, 4 576 160 (S. TANAKA) 18 März 1986 (18.03.86), siehe Fig. 2; Zeilen 31-53. --	1, 11
A	US, A, 4 566 453 (M. KUMANO et al.) 28 Januar 1986 (28.01.86), siehe Fig. 2; Spalte 2, Zeilen 2-5, 24. ----	11

ANHANG

ANNEX

ANNEXE

zum internationalen Recherchen-
bericht über die internationale
Patentanmeldung Nr.

to the International Search
Report to the International Patent
Application No.

au rapport de recherche inter-
national relatif à la demande de brevet
international n°

PCT/DE92/00219 SAE 57320

In diesem Anhang sind die Mitglieder
der Patentfamilien der im obenge-
nannten internationalen Recherchenbericht
angeführten Patentdokumente angegeben.
Diese Angaben dienen nur zur Unter-
richtung und erfolgen ohne Gewähr.

This Annex lists the patent family
members relating to the patent documents
cited in the above-mentioned inter-
national search report. The Office is
in no way liable for these particulars
which are given merely for the purpose
of information.

La présente annexe indique les
membres de la famille de brevets
relatifs aux documents de brevets cités
dans le rapport de recherche inter-
national visée ci-dessus. Les renseigne-
ments fournis sont donnés à titre indica-
tif et n'engagent pas la responsabilité
de l'Office.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument Patent document cited in search report Document de brevet cité dans le rapport de recherche	Datum der Veröffentlichung Publication date Date de publication	Mitglied(er) der Patentfamilie Patent family member(s) Membre(s) de la famille de brevets	Datum der Veröffentlichung Publication date Date de publication
US A 4913142	03-04-90	keine - none - rien	
DE A1 3836337	26-04-90	DE C2 3836337 EP A1 402433 JP T2 3505683 WO A1 9004358 DE A1 3836525 DE A1 3836336	09-08-90 19-12-90 12-12-91 03-05-90 03-05-90 26-04-90
WO A1 6808279	03-11-88	EP A1 311658 JF T2 1503206 DE A1 3813918	19-04-89 02-11-89 24-11-88
US A 4848336	18-07-89	US B1 4784132 US B1 4800876 US A 4784132 US A 4800876 US A 5041108 AU A1 63718/86 AU B2 592376 CA A1 1280469 EP A1 217165 JP T2 63500987 WO A1 8701273	13-03-90 09-07-91 15-11-88 31-01-89 20-08-91 24-03-87 11-01-90 19-02-91 08-04-87 14-04-88 12-03-87
US A 4653495	31-03-87	JP A2 60148566	05-08-85
US A 4587972	13-05-86	keine - none - rien	
US A 479126		AT E 28085 AU A1 25399/84 AU B2 559381 CA A1 1217999 DE C0 3464502 DK A0 1201/84 DK A 1201/84 DK B 159171 DK C 159171 EP A2 123115 EP A3 123115 EP B1 123115 ES A1 530898 ES A5 530898 ES A1 8606650 FI A0 841201 FI A 841201 FI B 77939 FI C 77939 IE B 55420 JP A2 59193354 JP B4 4018630 NO A 840983 NO B 163306 NO C 163306 ZA A 8401185 US A 4587220	15-07-87 04-10-84 05-03-87 17-02-87 06-08-87 27-02-84 29-09-84 10-09-90 11-02-91 31-10-84 05-03-86 01-07-87 16-04-86 14-05-86 01-10-86 26-03-84 29-09-84 31-01-89 10-05-89 12-09-90 01-11-84 27-03-92 01-10-84 22-01-90 02-05-90 26-09-84 06-05-86
DE A1 4038520	20-06-91	keine - none - rien	
US A 4576160	18-03-86	JP A2 59014848 JP B4 2043502	25-01-84 28-09-90
US A 4566453	28-01-86	JP A2 59115032 JP B4 61048373	03-07-84 23-10-86