

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
16. April 2009 (16.04.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/046793 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
A61B 18/22 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/007169

(22) Internationales Anmeldedatum:
2. September 2008 (02.09.2008)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2007 047 501.4 4. Oktober 2007 (04.10.2007) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **ROLLE + ROLLE GMBH + CO. KG**
[AT/AT]; Jakob-Haringer-Strasse 6/GB, 6/III, A-5020
Salzburg (AT).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **ROLLE, Axel,**
Michael [DE/DE]; Untermühlweg 6, 82291 Mammendorf
(DE). **ROLLE, Ingeborg** [DE/DE]; Untermühlweg 6,
82291 Mammendorf (DE).

(74) Anwalt: **BERTRAM, Rainer**; Grünecker, Kinkeldey,
Stockmair & Schwanhäuser, Leopoldstrasse 4, 80802
München (DE).

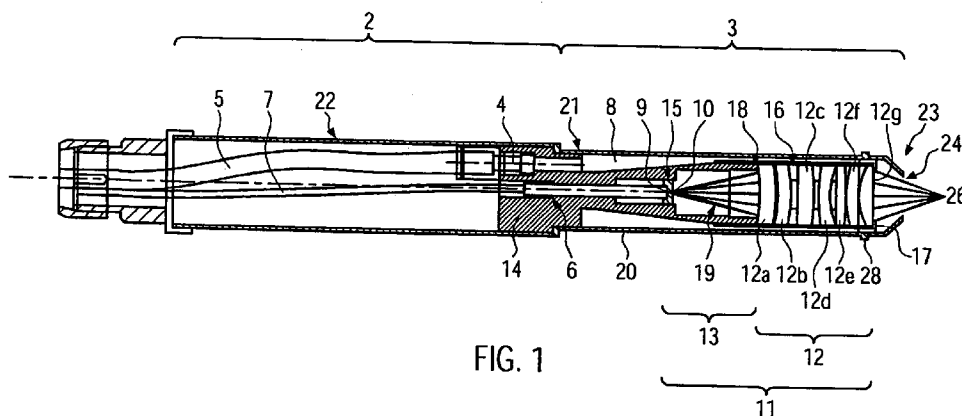
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM,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

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: LASER FOCUSING HANDPIECE

(54) Bezeichnung: LASERFOKUSSIERHANDSTÜCK



(57) Abstract: The invention relates to a laser focusing handpiece for focusing a laser beam emitted from a fiber optic onto a focus by means of an optical arrangement, wherein the ratio of the diameter of the fiber optic to the diameter of the focus indicates the focus factor of the laser focusing handpiece. In order to be able to use the desired application power with acceptable size dimensions, the invention proposes that the optical arrangement be designed such that a focus factor of 1 or less results.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Laserfokussierhandstück zum Fokussieren eines aus einer Lichtleitfaser austretenden Lichtstrahls auf einen Fokus mittels einer optischen Anordnung, wobei das Verhältnis des Durchmessers der Lichtleitfaser zu dem Durchmesser des Fokus einen Fokusfaktor des Laserfokussierhandstücks angibt. Damit bei akzeptablen Größenabmessungen die gewünschte Anwendungsleistung eingesetzt werden kann, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass die optische Anordnung derart ausgebildet ist, dass sich ein Fokusfaktor von 1 oder weniger ergibt.

WO 2009/046793 A1



BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN,
TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

Laserfokussierhandstück

Die Erfindung betrifft ein Laserfokussierhandstück mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

Derartige Laserhandstücke finden z. B. in der Medizin, insbesondere in der Laserchirurgie Anwendung. Die Laserchirurgie bietet gegenüber der konventionellen Chirurgie mit einem Stahlskalpell den Vorteil, dass neben der Durchtrennung des behandelten Gewebes gleichzeitig eine ausgedehnte Koagulation erzeugt wird. Dies ist insbesondere bei gut durchbluteten Geweben, wie z. B. inneren Organen, von Vorteil. Ein Nachteil der derzeit auf dem Markt befindlichen Laserchirurgiesysteme ist jedoch die geringe Leistungsdichte, welche sie dem Operateur zur Verfügung stellen. Diese eignet sich zwar gut zur oberflächlichen Behandlung, z. B. von Gefäßen, macht das Durchtrennen dickerer Organe, wie z. B. der Leber, oder das Abtrennen eines Teils davon jedoch sehr langwierig. Andererseits haben leistungsfähigere Komponenten stets einen größeren Platzbedarf. Speziell das Handstück eines solchen Laserchirurgiesystems sollte in seinen Abmaßen jedoch nicht zu groß sein, um dem behandelnden Arzt eine gute Handhabung und damit eine zielgenaue Führung des Laserstrahls zu ermöglichen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde ein Laserfokussierhandstück, der eingangs genannten Gattung dahingehend zu verbessern, dass damit bei akzeptablen Größenabmessungen die gewünschte Anwendungsleistung eingesetzt werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst mit einem Laserfokussierhandstück mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

Dieses bietet den Vorteil, dass es die durch die Lichtleitfaser gelieferte Energie, nämlich den Laserstrahl nicht nur auf einen Fokuspunkt fokussiert, sondern zugleich auch verstärkt. Das erfindungsgemäße Laserfokussierhandstück erlaubt die Fokussierung der durch einen großen Lichtleitfaserdurchmesser abgegebenen Energie auf einen relativ dazu kleinen Fokusedurchmesser und erreicht so einen Fokuskfaktor von kleiner Eins. D. h., die pro Flächeneinheit im Fokus abgegebene Energie des Laserfokussierhandstücks vergrößert sich gegenüber der allein durch die Lichtleitfaser abgegebenen Energie pro Flächeneinheit. Je nach Anwendungsgebiet und Bauart des Laserfokussierhandstücks kann der Fokuskfaktor auch

bei ca. eins liegen. Doch selbst diese Konfiguration, welche eine eins zu eins Übertragung der Leistungsdichte der Lichtleitfaser in den Fokus bietet, übertrifft herkömmliche Laserfokussierhandstücke.

Vorteilhafterweise kann die optische Anordnung mehrere hintereinandergeschaltete Linsen aufweisen, welche es erlauben, die von der Lichtleitfaser ausgehende Energie derart zu fokussieren, dass die Energiedichte wenigstens gleich bleibt oder erhöht wird.

In einem günstigen Ausführungsbeispiel der Erfindung kann die optische Anordnung eine asphärische Linse aufweisen. Diese kann mehrere oder auch alle vorgenannten sphärischen Linsen ersetzen und erlaubt dadurch eine Reduzierung der Abmaße des Laserfokussierhandstücks. Durch den Einsatz asphärischer Linsen kann häufig nicht nur die Länge sondern auch der Durchmesser des Laserfokussierhandstücks weiter reduziert werden.

In einer Variante der Erfindung kann die optische Anordnung an ihren proximalen, dem Fokus zugewandten Ende ein lösbar befestigtes, lichtdurchlässiges Element aufweisen. Dadurch ist die dahinterliegende optische Anordnung vor Verschmutzung geschützt.

Günstigerweise kann das lichtdurchlässige Element eine optische Linse aufweisen. Somit trägt auch dieses letzte, dem Fokus am nächsten liegende Element der optischen Anordnung zu der Fokussierung des Laserstrahls bei. Dies erlaubt eine Reduzierung der Abmaße der optischen Anordnung.

Ferner kann die optische Anordnung eine numerische Apertur im Bereich von 0,1 bis 0,22 aufweisen. Dies erlaubt eine gute Energieübertragung in den Fokuspunkt sowie einen günstigen Abstand des Fokuspunkts von dem Laserfokussierhandstück.

In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung kann der Durchmesser der Lichtleitfaser im Bereich von 600 bis 300 μm liegen. Dies ermöglicht die Zufuhr einer ausreichend großen Energiemenge und gewährleistet dennoch handliche Abmaße des Laserfokussierhandstücks.

Des weiteren kann der Fokusedurchmesser im Bereich von 500 bis 50 μm liegen. Dies ermöglicht eine gute Konzentration der Energie pro Flächeneinheit und stellt gleichzeitig einen für den Operateur günstig handzuhabenden Durchmesser dar.

Günstigerweise kann die Wellenlänge des Laserstrahls im Bereich von 1100 bis 1400 nm liegen. Dadurch wird eine gute Absorption des Laserstrahls in menschlichem oder tierischem Gewebe gewährleistet.

Des weiteren kann das Laserfokussierhandstück eine Luftströmung in seinem Inneren aufweisen. Dies bietet zum einen den Vorteil einer integrierten Kühlung. Zum anderen werden durch den permanenten Luftstrom eventuell vom Operationsgebiet aufsteigende Partikel von der optischen Anordnung ferngehalten.

Vorteilhafterweise kann die Luftströmung die optische Anordnung ringförmig umgeben. So wird eine effiziente Kühlung der optischen Anordnung gewährleistet.

Ferner kann die Luftströmung einen Luftdruck von 250 bis 550 kPa, vorzugsweise von 300 bis 500 kPa oder 475 bis 525 kPa und insbesondere von etwa 500 kPa aufweisen. Diese Druckwerte haben sich als besonders günstig für die Operation von menschlichem oder tierischem Gewebe erwiesen und erlauben sowohl eine gute Kühlung als auch eine Verhinderung der Verschmutzung der optischen Anordnung. Gleichzeitig wird eine Beeinträchtigung des zu behandelnden Gewebes durch diesen Druckbereich weitestgehend verhindert.

In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung kann die optische Anordnung in einer lösbar an dem Handstück angebrachten Abdeckkappe angebracht sein. Dies erleichtert die Handhabung, vor allem die Zugänglichkeit zur optischen Anordnung und vereinfacht die Sterilisierung des Laserfokussierhandstücks.

Weiterhin kann der Abstand des Lichtleitfaserendes, aus welchem der Laserstrahl austritt zu der optischen Anordnung 25 bis 35 mm, vorzugsweise 27 bis 31 mm, und insbesondere 28,5 bis 29,5 mm betragen. Dies ermöglicht eine gute, weitgehend verlustfreie Einkopplung der Laserenergie in die optische Anordnung. Besonders gut ist ein Abstand von 29,1 mm.

Vorteilhafterweise kann die optische Anordnung derart ausgebildet sein, dass der durch das Lichtleitfaserende austretende divergierende Lichtstrahl etwa vollständig in das Linsensystem eingespeist wird. Dies gewährleistet eine gute Fokussierung und ermöglicht eine möglichst hohe Energiedichte im Fokuspunkt.

Ferner kann die optische Anordnung derart ausgebildet sein, dass wenigstens ein Teil des durch das Lichtleitfaserende austretenden Lichtstrahls in das Linsensystem eingespeist wird. Dies ermöglicht das selektive, gezielte Einspeisen eines bestimmten Anteils der von

der Lichtleitfaser abgegebenen Lichtenergie und damit eine gute Dosierung. Weiterhin ermöglicht dies eine weitere Reduzierung der Außenabmaße des Laserfokussierhandstücks.

Im Folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der folgenden Zeichnung beschrieben. Dabei zeigen

Figur 1 einen Querschnitt durch ein erfindungsgemäßes Laserfokussierhandstück und

Figur 2 einen Ausschnitt aus Figur 1, welcher das proximale Ende der optischen Anordnung zeigt.

In Figur 1 ist ein Querschnitt durch ein Laserfokussierhandstück 1 gezeigt. Das Laserfokussierhandstück 1 ist in diesem Ausführungsbeispiel etwa zylinderartig geformt und lässt sich grob in ein Basisteil 2 und ein Kopfteil 3 unterteilen. Das Basisteil 2 stellt eine Anschlussseite des Laserfokussierhandstücks 1 dar und birgt einen Fluidanschluss 4, an welchem z. B. ein Druckluft führender Schlauch 5 angeschlossen werden kann, sowie eine Halterung 6 für eine Lichtleitfaser 7.

Der Fluidanschluss 4 steht mit einem Fluidkanal 8 in dem Kopfteil 3 des Laserfokussierhandstücks 1 in Verbindung und versorgt diesen mit einem Fluidstrom. Die Lichtleitfaser 7 hat in diesem Ausführungsbeispiel einen Durchmesser von ca. 600 μm und erstreckt sich über die Halterung 6 ebenfalls in das Kopfteil 3 des Laserfokussierhandstücks 1 hinein. Dort ist ihr proximales Ende 9 in einem Anschlag 10 festgelegt. In anderen Ausführungsformen der Erfindung kann der Durchmesser der Lichtleitfaser 7 jedoch variieren. Vorzugsweise liegt dieser Durchmesser in einem Bereich von 300 bis 600 μm .

Das Kopfteil 3 des Laserfokussierhandstücks 1 weist eine optische Anordnung 11 auf, welche den Anschlag 10 sowie ein Linsensystem 12 umfasst. Das Linsensystem 12 weist sieben hintereinander angeordnete, optische Linsen 12a bis g mit einem Durchmesser von 18 mm auf. Alternativ kann eine, mehrere oder alle der hier gezeigten sphärischen Linsen 12a bis g durch eine asphärische Linse ersetzt werden. Die erste Linse 12a des Linsensystems 12 ist in einem Abstand 13 von etwa 29 mm, genau 29,09 mm, zu dem proximalen Ende 9 der Lichtleitfaser 7 angeordnet.

Der Anschlag 10 ist in einem ihn umgebenden Gehäuse 14, z. B. über ein Gewinde 15, angeordnet. D. h., die Lage des Anschlags 10 kann je nach Bedarf über ein Verdrehen des Anschlags 10 gegenüber dem Gehäuse 14 angepasst werden. Das Gehäuse 14 ist in die-

sem Ausführungsbeispiel einteilig mit der Halterung 6 für die Lichtleitfaser 7 und dem Fluidanschluss 4 ausgebildet. Über das Rein- bzw. Rausschrauben des Anschlags 10 in bzw. aus dem Gewinde 15 kann der Abstand 13 so zwischen dem Linsensystem 12 und dem proximalen Ende 9 der Lichtleitfaser 7 in einem bestimmten Bereich reguliert werden. Der Abstand 13 liegt daher vorzugsweise in einem Bereich von 10 bis 40 mm, vorzugsweise von 20 bis 30 mm.

Das Linsensystem 12 ist in diesem Ausführungsbeispiel in einer Hülse 16 mit einer Fassung 17 angeordnet und mittels dieser mit dem Gehäuse 14 verschraubt, sodass die Linsenanordnung 12 zwischen einem vorderen, proximalen Ende 18 des Gehäuses 14 und der Fassung 17 gehalten ist.

Optional kann auf der Hülse 16 an ihrem proximalen, dem Fokus 26 zugewandten Ende im Bereich der Fassung 17 ein lichtdurchlässiges Element 25, z. B. eine Glasscheibe oder eine Scheibe aus hochwertigem Kunststoff, lösbar angebracht werden, wie in Figur 2 gezeigt. Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist die in Figur 1 gezeigte Abdeckkappe 20 in Figur 2 nicht dargestellt. Die in Figur 2 verwendeten Bezugszeichen bezeichnen dieselben Teile wie in Figur 1, so dass diesbezüglich auf die Beschreibung der Figur 1 verwiesen wird. Das lichtdurchlässige Element 25 kann dabei in einer weiteren Hülse 27 gefasst sein, welche auf die Hülse 16 auf- bzw. vorsteckbar ist und mit dieser eine leichte Presspassung bildet, so dass das lichtdurchlässige Element 25 reibschlüssig auf der Hülse 16 gehalten ist.

Alternativ kann die lösbare Anbringung der Hülse 27 auch durch andere, gängige Mittel, wie z. B. ein Gewinde, etc., erfolgen, welcher ein leichtes und schnelles Entfernen bzw. Austauschen des lichtdurchlässigen Elements 25 erlauben. Das lichtdurchlässige Element 25 kann aber auch an der Fokussierung des Lichts beteiligt sein. So kann das lichtdurchlässige Element 25 z. B. auch die letzte Linse 12g des Linsensystems 12 sein. Dadurch wird einer unerwünschten Vergrößerung der Außenabmaße des Laserfokussierhandstücks 1 entgegen gewirkt.

In dem in Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiel ist der Abstand 13 und der Durchmesser des Linsensystems 12 in Abhängigkeit der numerischen Apertur der Lichtleitfaser 7 so gewählt, dass der aus dem proximalen Ende 9 der Lichtleitfaser 7 austretende, divergierende Lichtkegel 19 annähernd gänzlich in das Linsensystem 12 eintritt. Die numerische Apertur der Lichtleitfaser 7 liegt vorzugsweise in einem Bereich von 0,1 bis 0,22. In dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel der Erfindung beträgt sie 0,22.

Alternativ dazu können die Linsen 12a bis g des Linsensystems 12 jedoch auch vignettiert ausgebildet bzw. angeordnet sein. D. h., dass der Abstand 13 und/ oder der Durchmesser des Linsensystems 12 so gewählt werden, dass nur ein bestimmter Anteil des aus dem proximalen Ende 9 abgestrahlten Lichtkegels 19 in das Linsensystem 12 eintritt.

Im Bereich des Kopfteils 3 ist eine Abdeckkappe 20 lösbar auf dem Gehäuse 14 befestigt. Die Abdeckkappe 20 ist in diesem Ausführungsbeispiel annähernd zylindrisch geformt und über ein Gewinde 21 mit dem Gehäuse 14 verbunden. Sie stellt eine Art Verkleidung, bzw. Außenhaut für die Halterung 6 und die optische Anordnung 11 dar, und schließt mit der Außenhaut, bzw. mit der Oberfläche 22 des Basisteils 2 bündig ab. Alternativ kann sich die Abdeckkappe 20 auch über das Kopfteil 3 und das Basisteil 2 erstrecken.

Der Innendurchmesser der etwa zylindrischen Abdeckkappe 20 ist etwas größer als der Außendurchmesser des Gehäuses 14 und der Hülsen 16, 27 sodass zwischen dem Gehäuse 14 bzw. den Hülsen 16, 27 und der Abdeckkappe 20 ein Ringspalt entsteht, welcher als Fluidkanal 8 fungiert und in welchen der Fluidanschluss 4 mündet. In dem hier beschriebenen, konkreten Ausführungsbeispiel der Erfindung beträgt der durch das Gehäuse 14 und die Hülse 16 bzw. 27 vorgegebene maximale Außendurchmesser etwa 19 mm und der Innendurchmesser der Abdeckkappe 20 ca. 24 mm.

In dem in Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiel der Erfindung verjüngt sich das ebenfalls annähernd zylindrisch ausgebildete Gehäuse 14 in Richtung des Basisteils 2, bzw. des distalen Endes des Laserfokussierhandstücks 1 und vergrößert so den zwischen der Abdeckkappe 20 und dem Gehäuse 14 gebildeten Fluidkanal 8 im Bereich des Fluidanschlusses 4. Dies muss jedoch nicht zwangsläufig in allen Ausführungsformen der Fall sein.

Die Abdeckkappe 20 hat an ihrem vorderen, proximalen Ende 23 eine Öffnung 24, durch welche der über den Fluidanschluss 4 zugeführte Fluidstrom, sowie das aus dem Linsensystem 12 kommende, gebündelte Licht austreten kann.

In diesem Ausführungsbeispiel läuft die Abdeckkappe 20 zudem an ihrem proximalen Ende 23 konisch zu, sodass der sich in dem ringförmigen Fluidkanal 8 erstreckende Fluidstrom vor dem Austritt durch die Öffnung 24 gebündelt wird. Die konische Ausformung des proximalen Endes 23 der Abdeckkappe beginnt dabei erst ca. 4 bis 5 mm nach der letzten, proximalsten Linse 12g der Linsenanordnung 12, sodass der Fluidkanal 8, und damit der Fluidstrom über den gesamten Bereich der Linsenanordnung 12 und insbesondere im Bereich

der proximalsten Linse 12g annähernd parallel zu den Lichtstrahlen im Inneren des Linsensystems 12 verläuft. In anderen Ausführungsbeispielen der Erfindung kann die konische Anformung der Abdeckkappe aber auch erst 6 oder mehr mm nach der letzten, proximalsten Linse 12g beginnen.

Ergänzend zu den oben genannten Abmaßen werden im Anschluss die übrigen Abmaße des hier gezeigten, konkreten Ausführungsbeispiels der Erfindung genannt. Die Abmaße alternativer Ausführungsformen der Erfindung können naturgemäß von den hier rein beispielhaft angegebenen Maßen abweichen. Abweichungen bis zu 15% und mehr sind möglich. Die Gesamtlänge des Laserfokussierhandstücks 1 inklusive Basisteil 2 und Kopfteil 3 beträgt ca. 230 mm. Das Basisteil 2 hat dabei eine Länge von 122 mm und einen Durchmesser von ca. 29 mm. Das Kopfteil 3 und die es verkleidende Abdeckkappe 20 weisen eine Länge von 108 mm auf, wobei der Außendurchmesser der Abdeckkappe 20 ca. 24 mm und der Innendurchmesser der Abdeckkappe 20 ca. 22 mm beträgt. Im vorderen, proximalen Bereich der Abdeckkappe 20 nahe dem proximalen Ende 23 kann ein Absatz oder Anschlag 28 für eine Fokussierhilfe vorgesehen sein dessen Durchmesser ca. 26 mm beträgt. Weiterhin kann die Abdeckkappe 20 an ihren distalen, dem Basisteil 2 zugewandten Ende einen Absatz aufweisen der den maximalen Außendurchmesser der Abdeckkappe 20 auf den Durchmesser des Basisteils 2 vergrößert, so dass ein bündiger Abschluss zwischen Abdeckkappe 20 und dem Basisteil 2 gegeben ist. Der Abstand des Fokuspunkts 26 von der proximalen Öffnung 24 des Laserfokussierhandstücks 1 beträgt in diesem Ausführungsbeispiel ca. 12,3 mm. Ferner ist der Fokuspunkt 26 ca. 65,9 mm von dem vorderen, proximalen Ende 9 der Lichtleitfaser 7 beabstandet. Das Linsensystem 12 weist in diesem Ausführungsbeispiel der Erfindung eine Gesamtlänge von ca. 8,8 mm auf.

Im Folgenden wird die Funktionsweise des in den Figuren 1 und 2 dargestellten, erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels erläutert.

In die Lichtleitfaser 7 mit einem Durchmesser von ca. 600 µm wird über eine Ankopplung an einen Laser mit Laserlicht in einem Wellenlängenbereich von ca. 1100 bis 1400 nm eingeleitet. Bevorzugt ist ein Wellenlängenbereich oberhalb von 1150, 1175, 1200, 1250, 1275, 1300, 1308 oder 1310 nm. In diesem Wellenlängenbereich zeigt die Absorption von Wasser eine nicht allzu große Abhängigkeit von der Wellenlänge, so dass bestimmte Wellenlängenschwankungen in diesem Bereich nicht automatisch zu einem anderen chirurgischen Verhalten der Laserstrahlung führen. Andererseits sollte die Laserstrahlung auch unterhalb von einer Wellenlänge von 1350, 1330, 1325, 1300, 1275, 1250, 1225 oder 1200 nm liegen, da

ansonsten der Plateaubereich verlassen wird. Auf diesem Plateaubereich stellt sich eine relativ günstige Absorption und ein vorteilhaftes Verhältnis von Absorption zur Streuung in Geweben mit relativ hohem Wassergehalt wie z. B. in Lungengewebe ein.

Das Laserlicht wird über die Lichtleitfaser 7 durch das Laserfokussierhandstück 1 hindurch bis in dessen Kopfteil 3 geleitet. Dort tritt das Laserlicht aus dem proximalen Ende 9 der Lichtleitfaser 7 aus. Dabei divergiert das Licht in der Regel in einem Winkel von ca. $20^\circ \pm 5^\circ$ und bildet so einen Lichtkegel 19 aus.

In dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel wird das Licht des Lichtkegels 19 annähernd gänzlich in das Linsensystem 12 aufgenommen. Durch die Linsen 12a bis g werden die Lichtstrahlen des Lichtkegels 19 weiter aufgeweitet, anschließend parallel ausgerichtet und schließlich auf einen Fokuspunkt 26 fokussiert, welcher in diesem Ausführungsbeispiel einen Durchmesser von 400 μm aufweist.

In Abhängigkeit von dem Abstand 13, dem Durchmesser des Linsensystems 12 und den Brechungsindizes der einzelnen Linsen 12a bis g können mit dem erfindungsgemäßen Laserfokussierhandstück 1 generell Fokusedurchmesser im Bereich von ca. 500 bis 50 μm generiert werden.

Aus dem Verhältnis des Durchmessers des Fokus 26 zu dem Durchmesser der Lichtleitfaser 7 lässt sich ein sogenannter Fokusfaktor ableiten, der ein Maß für die Stärke der durch die optische Anordnung 11 erzielten Fokussierung darstellt. Mit dem erfindungsgemäßen Laserfokussierhandstück 1 lassen sich generell Fokusfaktoren von 1 bis 0,16 oder sogar weniger erzielen. Der Fokusfaktor des hier gezeigten Ausführungsbeispiels der Erfindung liegt bei $400 \mu\text{m} : 600 \mu\text{m}$ also bei 0,66. Das heißt, dass aus der Lichtleitfaser 7 mit einem Durchmesser von 600 μm austretende Licht wird auf einen im Vergleich dazu kleineren Durchmesser des Fokus 26 von 400 μm fokussiert bzw. konzentriert. Die Fläche, auf welcher die Lichtenergie wirkt wird also verkleinert. Durch die optische Anordnung 11 erhöht sich daher die pro Flächeneinheit z. B. mm^2 oder μm^2 wirkende Energie. In alternativen Ausführungsformen der Erfindung kann der Fokusfaktor je nach Anwendungsfall bzw. Bedarf in Abhängigkeit des Durchmessers der Lichtleitfaser 7 und der optischen Anordnung 11 auch einen anderen Wert im Bereich von ca. 1 bis 0,16 annehmen. Bei einem Fokusfaktor von 1 wird die pro Flächeneinheit wirkende Lichtenergie 1 zu 1 von der Lichtleitfaser 7 in den Fokus 26 übertragen.

Das so fokussierte Laserlicht tritt aus dem Linsensystem 12 und durch die Öffnung 24 der Abdeckkappe 24 aus dem Laserfokussierhandstück 1 aus und stellt dem Operateur so eine gebündelte Lichtenergie, z. B. für die Laserchirurgie zur Verfügung. In dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel ist der Fokuspunkt 26 12,32 mm von der Öffnung 24 bzw. 16,32 mm von der letzten, proximalsten Linse 12g entfernt, was dem Operateur ein ergonomisch günstiges Arbeiten mit dem Laserfokussierhandstück 1 erlaubt. Der Abstand des Fokuspunkts 26 von der Öffnung 24 bzw. der letzten proximalsten Linse 12g kann jedoch in anderen Ausführungsformen der Erfindung variieren. Je nach numerischer Apertur der Lichtleitfaser 7 kann der Fokuspunkt 26 mehr oder weniger weit von der Öffnung 24 beabstandet sein. Eine große numerische Apertur, wie hier mit einem Wert von 0,22, erlaubt einen vergleichsweise geringen Abstand des Fokuspunkts 26 von der Öffnung 24 wohingegen eine geringere numerische Apertur, bei einer ansonsten gleichbleibenden optischen Anordnung 11, einen größeren Abstand des Fokuspunkts 26 von der Öffnung 24 erlaubt.

An den Fluidanschluss 4 wird eine Fluidzufuhr z. B. ein Druckluft führender Schlauch 5 angeschlossen. Der über den Fluidanschluss 4 und den Fluidkanal 8 erzeugte Fluidstrom umströmt mantelartig das Linsensystem 12, ist am Ende des Linsensystems parallel zu dem Strahlengang und wird danach durch die konische Ausformung der Abdeckkappe 20 an dem proximalen Ende 23 gebündelt und tritt an der Öffnung 24 aus dem Laserfokussierhandstück 1 aus. Der Fluidstrom hat dabei einen Druck von ca. 2 bis 7 Atü, vorzugsweise 3 bis 6 Atü und insbesondere von ca. 5 Atü. Durch das, aus der Öffnung 24 austretende Fluid, z. B. Luft, werden Partikel, die bei der Arbeit mit dem fokussierten Laser, z. B. bei der Laserchirurgie, von dem Arbeitsgebiet in Richtung des Laserfokussierhandstücks 1 aufsteigen ver- bzw. weggeblasen und eine Verschmutzung des Laserfokussierhandstücks 1 sowie des Linsensystems 12 verhindert.

Auch die im Vergleich zu dem proximalen Ende 23 bzw. der Öffnung 24 zurückversetzte Anordnung der letzten, proximalsten Linse 12g bzw. des lichtdurchlässigen Elements 25 und die konische Ausformung des proximalen Endes 23, durch welche die Öffnung 24 gehalten wird, tragen weiterhin zu einer Verminderung der Verschmutzung des Linsensystems 12 bzw. des lichtdurchlässigen Elements 25 durch aufsteigende Partikel oder spritzende Flüssigkeiten bei.

Sollte die letzte Linse 12g oder ein vorgeschaltetes lichtdurchlässiges Element 25 dennoch einmal verschmutzen, was die Leistung des Laserfokussierhandstücks 1 im Fokus beeinträchtigen kann, kann die Linse 12g, bzw. das lichtdurchlässige Element 25 einfach durch

Abschrauben der Abdeckkappe 20, Abziehen der Linse 12g, bzw. des lichtdurchlässigen Elements 25 mitsamt der Hülse 27 von der Hülse 16 und Aufstecken einer neuen, sauberen Linse 12g, bzw. eines neuen, sauberen lichtdurchlässigen Elements 25 ausgetauscht werden. Dies stellt die ursprüngliche Leistungsfähigkeit des Laserfokussierhandstücks wieder her.

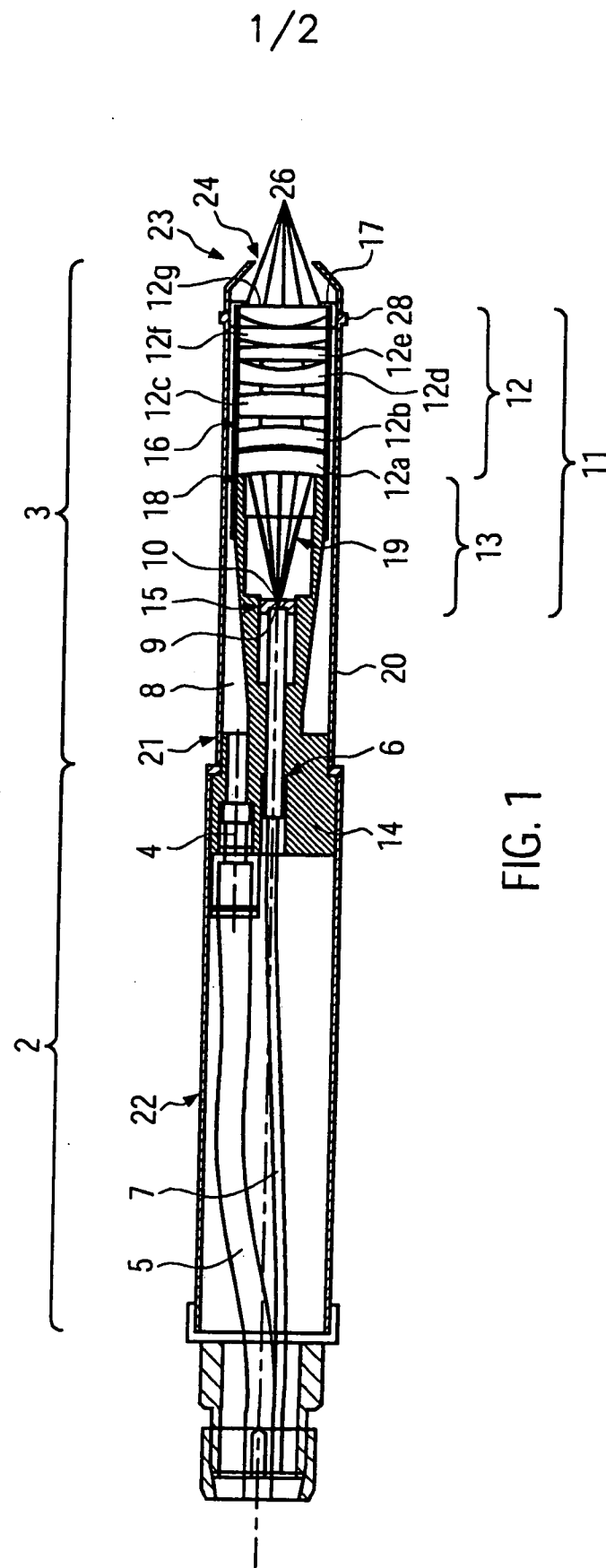
Bei einer vignettierten Ausführungsform des Linsensystems 12 tritt nur ein Anteil des Lichtkegels 19 in das Linsensystem 12 ein und durch dieses hindurch. Dieser Anteil ist im Wesentlichen von dem Abstand 13, dem Durchmesser des Linsensystems 12 und der numerische Apertur der Lichtleitfaser 7 abhängig. Der restliche Anteil des Lichtkegels 19, welcher nicht durch das Linsensystem 12 tritt, trifft auf das Gehäuse 14 und/ oder umliegende Teile des Laserfokussierhandstücks 1, wodurch sich diese erwärmen. In diesem Fall sorgt der in dem Fluidkanal 8 erzeugte Fluidstrom gleichzeitig für eine Kühlung. Indem er das Gehäuse 14 etwa ringartig umströmt, transportiert er die sich dort gegebenenfalls aufstauende Wärme durch die Öffnung 24 nach außen ab.

Ansprüche

1. Laserfokussierhandstück (1) zum Fokussieren eines aus einer Lichtleitfaser (7) austretenden Laserstrahls auf einen Fokus (26) mittels einer optischen Anordnung (11), wobei das Verhältnis des Durchmessers der Lichtleitfaser (7) zu dem Durchmesser des Fokus (26) einen Fokusfaktor des Laserfokussierhandstücks (1) angibt,
dadurch gekennzeichnet,
dass die optische Anordnung (11) derart ausgebildet ist, dass sich ein Fokusfaktor von 1 oder weniger ergibt.
2. Laserfokussierhandstück (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die optische Anordnung (11) mehrere, hintereinandergeschaltet optische Linsen (12a - g) aufweist.
3. Laserfokussierhandstück (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die optische Anordnung (11) eine aspherische Linse aufweist.
4. Laserfokussierhandstück (1) nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die optische Anordnung (11) an ihrem proximalen, dem Fokus zugewandten Ende ein lösbar befestigtes lichtdurchlässiges Element (25) aufweist.
5. Laserfokussierhandstück (1) nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass das lichtdurchlässige Element (25) eine optische Linse aufweist.
6. Laserfokussierhandstück (1) nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die optische Anordnung (11) eine numerische Apertur im Bereich von 0,1 bis 0,22 aufweist.

7. Laserfokussierhandstück (1) nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Durchmesser der Lichtleitfaser (7) im Bereich von 600 – 300 μm liegt.
8. Laserfokussierhandstück (1) nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Durchmesser des Fokus (26) im Bereich von 500 – 50 μm liegt.
9. Laserfokussierhandstück (1) nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Wellenlänge des Laserstrahls im Bereich von 1100 bis 1400 nm liegt.
10. Laserfokussierhandstück (1) nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Laserfokussierhandstück (1) eine Luftströmung in seinem Inneren aufweist.
11. Laserfokussierhandstück (1) nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Luftströmung die optische Anordnung (11) ringförmig umgibt.
12. Laserfokussierhandstück (1) nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Luftströmung einen Druck von 250-550 kPa, vorzugsweise von 300 bis 500 kPa oder 475 bis 525 kPa und insbesondere von etwa 500 kPa aufweist
13. Laserfokussierhandstück (1) nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die optische Anordnung (11) in einer lösbar an dem Laserhandstück (1) angebrachten Abdeckkappe (20) angeordnet ist.

14. Laserfokussierhandstück (1) nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**,
dass der Abstand des Lichtleitfaserendes (9), aus welchem der Laserstrahl austritt, zu der optischen Anordnung (11) 25 bis 35 mm, vorzugsweise 27 bis 31 mm, und insbesondere 28,5 bis 29,5 mm beträgt.
15. Laserfokussierhandstück (1) nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**,
dass die optische Anordnung (11) derart ausgebildet ist, dass der durch das Lichtleitfaserende (9) austretende divergierende Lichtstrahl etwa vollständig in das Linsensystem (12) eingespeist wird.
16. Laserfokussierhandstück (1) nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**,
dass die optische Anordnung (11) derart ausgebildet ist, dass wenigstens ein Teil des durch das Lichtleitfaserende (9) austretenden divergierenden Lichtstrahls in das Linsensystem (12) eingespeist wird.



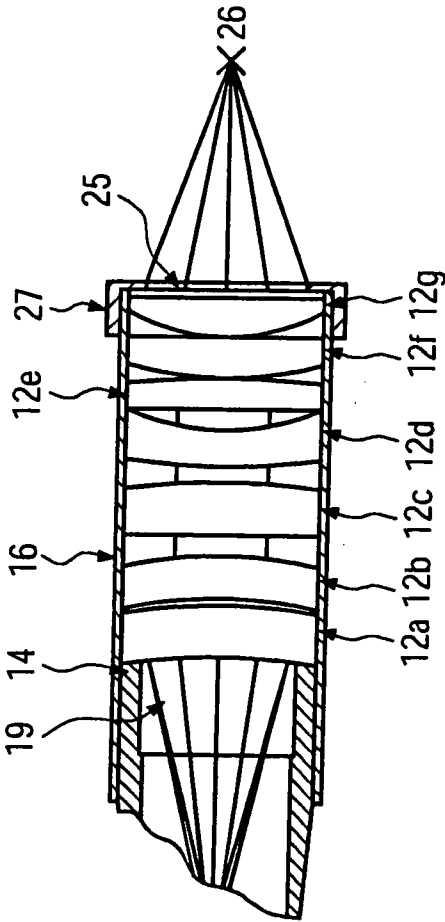


FIG. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2008/007169

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV: A61B18/22

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)

A61B

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 344 418 A (GHAFFARI SHAHRIAR [US]) 6 September 1994 (1994-09-06) abstract column 4, line 48 - column 5, line 38 -----	1,2,4,5, 7,8,10, 11,15,16
X	EP 0 172 490 A (MEDICAL LASER RESEARCH AND DEV [US]) 26 February 1986 (1986-02-26) abstract page 11, line 10 - page 13, line 13 -----	1,2,4,5, 7,8,10, 11,15,16
X	US 5 112 328 A (TABOADA JOHN [US] ET AL) 12 May 1992 (1992-05-12) abstract column 3, line 48 - column 4, line 68 column 5, line 58 - column 9, line 7 ----- -/--	1,2,9, 10,12, 13,15,16

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family 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

3 Dezember 2008

Date of mailing of the international search report

12/12/2008

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Beck, Ewa

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2008/007169

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 071 417 A (SINOFSKY EDWARD L [US]) 10 December 1991 (1991-12-10) abstract column 4, line 31 - column 6, line 19 -----	1,2,4,5, 7-9,15, 16
X	EP 0 689 797 A (CERAMOPTEC GMBH [DE]) 3 January 1996 (1996-01-03) column 3, line 22 - column 4, line 22 -----	1,6-8
X	WO 2004/069071 A (ALCON INC [CH]; ARTSYUKHOVICH ALEXANDER N [US]; LASSALAS BRUNO X [US];) 19 August 2004 (2004-08-19) abstract page 8, line 15 - page 10, line 7 -----	1,2,6-8, 15,16
X	US 5 163 935 A (BLACK MICHAEL [US] ET AL) 17 November 1992 (1992-11-17) abstract column 3, line 41 - column 4, line 61 -----	1,3,7,8, 13-16
X	WO 92/17138 A (PREMIER LASER SYSTEMS INC [US]; COLVARD D MICHAEL [US]) 15 October 1992 (1992-10-15) abstract page 11, line 28 - page 14, line 5 -----	1,2,7,8, 15,16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2008/007169

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5344418	A	06-09-1994	US RE36634 E	28-03-2000
EP 0172490	A	26-02-1986	JP 61058673 A	25-03-1986
			US 4733660 A	29-03-1988
US 5112328	A	12-05-1992	NONE	
US 5071417	A	10-12-1991	US 5207670 A	04-05-1993
EP 0689797	A	03-01-1996	DE 69525392 D1	21-03-2002
			DE 69525392 T2	24-10-2002
			US 5509917 A	23-04-1996
WO 2004069071	A	19-08-2004	US 2004151008 A1	05-08-2004
US 5163935	A	17-11-1992	NONE	
WO 9217138	A	15-10-1992	AT 195855 T	15-09-2000
			AU 1788692 A	02-11-1992
			CA 2107687 A1	05-10-1992
			DE 69231402 D1	05-10-2000
			DE 69231402 T2	08-02-2001
			EP 0578756 A1	19-01-1994

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/007169

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. A61B18/22

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
A61B

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 344 418 A (GHAFFARI SHAHRIAR [US]) 6. September 1994 (1994-09-06) Zusammenfassung Spalte 4, Zeile 48 - Spalte 5, Zeile 38 -----	1,2,4,5, 7,8,10, 11,15,16
X	EP 0 172 490 A (MEDICAL LASER RESEARCH AND DEV [US]) 26. Februar 1986 (1986-02-26) Zusammenfassung Seite 11, Zeile 10 - Seite 13, Zeile 13 -----	1,2,4,5, 7,8,10, 11,15,16
X	US 5 112 328 A (TABOADA JOHN [US] ET AL) 12. Mai 1992 (1992-05-12) Zusammenfassung Spalte 3, Zeile 48 - Spalte 4, Zeile 68 Spalte 5, Zeile 58 - Spalte 9, Zeile 7 ----- -/--	1,2,9, 10,12, 13,15,16

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

* 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

S Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

3. Dezember 2008

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

12/12/2008

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Beck, Ewa

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/007169

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 071 417 A (SINOFSKY EDWARD L [US]) 10. Dezember 1991 (1991-12-10) Zusammenfassung Spalte 4, Zeile 31 - Spalte 6, Zeile 19 -----	1,2,4,5, 7-9,15, 16
X	EP 0 689 797 A (CERAMOPTEC GMBH [DE]) 3. Januar 1996 (1996-01-03) Spalte 3, Zeile 22 - Spalte 4, Zeile 22 -----	1,6-8
X	WO 2004/069071 A (ALCON INC [CH]; ARTSYUKHOVICH ALEXANDER N [US]; LASSALAS BRUNO X [US];) 19. August 2004 (2004-08-19) Zusammenfassung Seite 8, Zeile 15 - Seite 10, Zeile 7 -----	1,2,6-8, 15,16
X	US 5 163 935 A (BLACK MICHAEL [US] ET AL) 17. November 1992 (1992-11-17) Zusammenfassung Spalte 3, Zeile 41 - Spalte 4, Zeile 61 -----	1,3,7,8, 13-16
X	WO 92/17138 A (PREMIER LASER SYSTEMS INC [US]; COLVARD D MICHAEL [US]) 15. Oktober 1992 (1992-10-15) Zusammenfassung Seite 11, Zeile 28 - Seite 14, Zeile 5 -----	1,2,7,8, 15,16

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2008/007169

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5344418	A	06-09-1994	US RE36634 E	28-03-2000
EP 0172490	A	26-02-1986	JP 61058673 A	25-03-1986
			US 4733660 A	29-03-1988
US 5112328	A	12-05-1992	KEINE	
US 5071417	A	10-12-1991	US 5207670 A	04-05-1993
EP 0689797	A	03-01-1996	DE 69525392 D1	21-03-2002
			DE 69525392 T2	24-10-2002
			US 5509917 A	23-04-1996
WO 2004069071	A	19-08-2004	US 2004151008 A1	05-08-2004
US 5163935	A	17-11-1992	KEINE	
WO 9217138	A	15-10-1992	AT 195855 T	15-09-2000
			AU 1788692 A	02-11-1992
			CA 2107687 A1	05-10-1992
			DE 69231402 D1	05-10-2000
			DE 69231402 T2	08-02-2001
			EP 0578756 A1	19-01-1994