

(19)



(11)

**EP 2 207 994 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**12.06.2013 Patentblatt 2013/24**

(51) Int Cl.:  
**F21S 8/00** <sup>(2006.01)</sup>      **F21V 21/26** <sup>(2006.01)</sup>  
**F21W 131/205** <sup>(2006.01)</sup>      **F21Y 101/02** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **08836547.3**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/DE2008/001548**

(22) Anmeldetag: **17.09.2008**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2009/043326 (09.04.2009 Gazette 2009/15)**

(54) **LED-Operationsraum-Leuchte**

LED LIGHT FOR OPERATING ROOMS

ÉCLAIRAGE LED POUR SALLES D'OPÉRATION

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR**

• **HAUSCHULTE, Hermann**  
**59757 Arnsberg (DE)**

(30) Priorität: **05.10.2007 DE 102007048115**

(74) Vertreter: **Lippert, Stachow & Partner**  
**Patentanwälte**  
**Frankenforster Strasse 135-137**  
**51427 Bergisch Gladbach (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**21.07.2010 Patentblatt 2010/29**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 1 568 935**      **EP-A- 1 568 938**  
**EP-A- 1 722 156**      **EP-A- 1 741 975**  
**DE-A1- 10 051 464**      **DE-A1-102006 040 393**  
**DE-U1-202006 017 525**      **US-A1- 2002 080 615**  
**US-A1- 2007 041 167**

(73) Patentinhaber: **TRILUX Medical GmbH & Co. KG**  
**59759 Arnsberg (DE)**

(72) Erfinder:  
 • **JÄGER, Günter**  
**59519 Möhneseesee (DE)**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

**EP 2 207 994 B1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Operationsraum (OP)-Leuchte mit einem Leuchtgehäuse, mehreren zur Fokussierung verstellbaren LED-Beleuchtungsmodulen und einer als Lineargetriebe ausgebildeten Fokussiereinheit zum Fokussieren der Beleuchtungsmodule.

**[0002]** Vorzugsweise sind die Beleuchtungsmodule satellitenartig an einem zentralen Leuchtgrundkörper angelenkt. Der Leuchtgrundkörper definiert dabei eine Arbeitsebene der OP - Leuchte, um welche die Beleuchtungsmodule verschwenkbar sind. Eine derartige Leuchte stellt in einem Operationsraum eines Krankenhauses einen auf verschiedene Brennpunkte fokussierbaren Leuchtkegel mit besonders hoher Leuchtdichte im Brennpunkt bereit.

**[0003]** Das Dokument EP-1722156 stellt eine solche OP-leuchte nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 dar.

**[0004]** Da verschiedene Operationen unterschiedlich große Operationsfeldgrößen haben, ist es notwendig, den Leuchtenfelddurchmesser der OP-Leuchte der Operationsfeldgröße anzupassen und diese fokussieren zu können, um Blendungen des Operateurs durch Reflexionen des umliegenden Gewebes zu vermeiden.

**[0005]** Das Verschwenken der Beleuchtungsmodule zum Fokussieren auf unterschiedliche Leuchtenfelddurchmesser erfolgt üblicherweise elektromotorisch über Stellmotoren. Diese Elektromotoren sind kostenintensiv und störanfällig. Andere bekannte OP-Leuchten umfassen eine Zentralleuchte, die ausgebildet ist, um verschiedene Leuchtenfelddurchmesser fokussieren zu können. Diese Fokussierung erfolgt entweder durch das Verstellen des Leuchtmittels oder durch Verstellen des Reflektors, der hinterseitig hinter dem Leuchtmittel angeordnet ist.

**[0006]** Der Leuchtgrundkörper mit den schwenkbar daran befestigten Satellitenkörpern, welche die LEDs mit einem umgebenden Leuchtgehäuse umfassen, sind bei bestehenden OP-Leuchten üblicherweise über eine kardansche Aufhängung an der Decke oder am Bauträger befestigt. Eine Bewegung der relativ schweren Satelliten verändert dabei auch den Schwerpunkt der gesamten Leuchte, was ein unerwünschtes Drehen der Leuchte an der kardanschen Aufhängung bewirken kann.

**[0007]** Ausgehend von dem eingangs genannten Stand der Technik besteht die Aufgabe darin, die vorgenannten Nachteile zumindest teilweise zu vermeiden und eine OP-Leuchte vorzusehen, die eine kostengünstige und störsichere Fokussierung ermöglicht, insbesondere ohne eine unerwünschte Verstellung an der Aufhängung zu bewirken.

**[0008]** Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass die Beleuchtungsmodule eine schwenkbar an dem Leuchtgehäuse befestigte Schwenkplatte mit den darauf angeordneten LEDs umfassen.

**[0009]** Durch die erfindungsgemäße Ausbildung muss nunmehr durch die Fokussiereinheit oder Verstelleinheit nur noch die in dem Leuchtgehäuse verschwenkbar gelagerte Schwenkplatte verstellt werden, ohne das schwere Leuchtgehäuse selbst zu bewegen, welches eine Veränderung des Leuchtschwerpunktes bewirken könnte. Im Gegensatz zum Stand der Technik ist das gesamte Leuchtgehäuse somit starr und weist keine schwenkbar an dem Zentralabschnitt sternförmig abragenden Satelliten auf. Stattdessen sind eine oder mehrere Schwenkplatten vorzugsweise in strahlenförmig von der Mitte der Leuchte abragenden Armen befestigt.

**[0010]** Üblicherweise sind die Schwenkplatten auf Schwenkachsen gelagert. Die Schwenkachsen erstrecken sich dabei vorzugsweise quer zu einer durch den Mittelpunkt der OP-Leuchte verlaufenden Achse, also einer vom Mittelpunkt radial sternförmig nach außen gehenden Achse.

**[0011]** Entlang dieser radial sternförmig abragenden Achsen erstrecken sich vorzugsweise auch eine oder mehrere Schwenkstangen zur Übertragung der Translationsbewegung von einem durch den Drehgriff höhenverstellbaren Zentralelement, an dem die Schwenkachsen schwenkbar befestigt sind. Diese nach dem Funktionsprinzip einer Wippe fungierenden und an einem Wipp- oder Schwenkpunkt gelagerten Schwenkstangen übertragen die Hub- und Senkbewegung des Zentralelements auf die Schwenkplatten zum Fokussieren der LED Anordnungen.

**[0012]** An den Kippunkten für die Schwenkstangen können Lagerböcke vorgesehen sein, die das gleichzeitige Ausführen einer Translations- und Rotationsbewegung ermöglichen. Bei der bevorzugten Ausführungsform umfassen diese Lagerböcke ein in einem Aufnahmeelement drehbar aufgenommenes Kugelgelenk mit einer mittigen Durchgangsöffnung für die Schwenkstange. Mittels dieser die Schwenkstangen umfänglich aufnehmenden Kugelgelenke können die Schwenkstangen gleichzeitig ihre Schwenkbewegung durchführen, und in den als Gleitlager fungierenden Kugelgelenken auch eine Translationsbewegung ausführen. Bevorzugt bestehen die Kugeln des Kugelgelenks aus einem Kunststoff mit guten Gleiteigenschaften zur Realisierung einer Verschiebung der Stange und einer Winkelverstellung.

**[0013]** Erfindungsgemäß können mehrere Beleuchtungsmodule in mehreren radial vom Zentrum der OP-Leuchte abragenden Armen vorgesehen sein, von denen jedes schwenkbar auf einer Schwenkplatte angeordnet ist, die durch das Lineargetriebe einstellbar ist. Grundsätzlich ist es zwar möglich, dass die einzelnen Schwenkplatten unabhängig voneinander einstellbar sind; die bevorzugte Ausführungsform sieht jedoch vor, dass die Schwenkplatten der einzelnen LED-Anordnungen einheitlich fokussierbar sind durch einheitliches Drehen der Fokussiereinheit. Dabei erfolgt das Einstellen aller Beleuchtungsmodule somit synchron.

**[0014]** Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft die Ausbildung der Collimatorlinse. Collimatorlinsen werden verwendet zur Bündelung des von LEDs ausgestrahlten Lichts, insbesondere für Power-LEDs. Bei bestehenden Collimatorlinsen besteht das Problem, dass im peripheren Randbereich blaues Licht erzeugt wird, welches im OP-Bereich zu einer

ungewünschten Veränderung des Lichtes und damit des Farbwiedergabeindex führt, so dass unnatürliche Farbeindrücke an der Operationswunde auftreten können.

[0015] Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung ferner die Aufgabe zugrunde, diesen Nachteil zumindest teilweise zu vermeiden und eine Collimatorlinse vorzusehen, die keine oder nur geringe ungewünschtes im peripheren Randbereich aufweist, welches den Farbwiedergabeindex stört.

[0016] Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass der Krümmungsradius der äußeren Mantelfläche der Collimatorlinse, die Höhe der Collimatorlinse, die Lichteintrittsfläche, die Größe und geometrische Gestaltung der Lichtaustrittsfläche und die Geometrie der Lichtaustrittsfläche so aufeinander abgestimmt sind, dass das blaue Licht im Randbereich der Linse durch Einmischen in einen Zentralbereich vermieden wird. Ferner ist die Lichtaustrittsfläche zur Erzeugung einer bestimmten Lichtbrechung mit einer bestimmten strukturierten Oberfläche versehen. Die Mantelfläche ist vorzugsweise konvex leicht nach außen gewölbt.

[0017] In einer Weiterentwicklung ist die Collimatorlinse zudem ausgebildet zur Erzielung einer Lichtverteilungskurve, die einen Halbwertwinkel in einem Bereich von  $\pm 2$  bis 2,5 Grad, vorzugsweise  $\pm 2,0$  Grad aufweist und der Zehnwertsinkel einen Bereich von 4,0 bis 5,0 Grad, vorzugsweise 4,0 Grad aufweist.

[0018] Zur Vermeidung von Streulicht wird jede Collimatorlinse beim Einbau in einen oberhalb der LED angeordneten topfförmigen Halter eingesetzt, der einen Lichteintritt durch eine untere Öffnung und einen Lichtaustritt durch die Lichtaustrittsfläche der Collimatorlinse am vorderen Ende ermöglicht. Vorzugsweise besteht dieser topfförmige Halter aus einem schwarzen Kunststoff und ist als Spritzgussteil ausgebildet. Erfindungsgemäß wird jede Collimatorlinse in einem solchen Halter vor einer LED angeordnet. Es ist dabei üblich, dass der Halter mit einem zweiseitigen Klebeband vor der LED aufgeklebt wird.

[0019] Ein dritter Aspekt der Erfindung befasst sich mit der Problematik der Erzielung einer möglichst homogenen Ausleuchtung hinsichtlich der Farbverteilung im OP-Bereich. Grundsätzlich ist es wünschenswert, dass das von den LEDs erzeugte Licht einen möglichst hohen Farbwiedergabeindex aufweist, der natürlichem Licht bzw. Sonnenlicht möglichst ähnlich ist, da dieses den Farbeindruck Wunde nicht verändert. Bestehende LEDs erzeugen jedoch ein Licht, das einen relativ hohen Anteil an weißem Licht aufweist, was zu einem ungewünschten Farbeindruck der Wunde führen kann.

[0020] Eine weitere Aufgabe der Erfindung liegt deshalb darin, diese Nachteile ebenfalls zumindest teilweise zu vermeiden und eine Leuchte vorzusehen, die die Verwendung von LEDs in einer OP-Leuchte zur Erzielung eines möglichst hohen Farbwiedergabeindex ermöglicht.

[0021] Diese Aufgabe wird im Wesentlichen dadurch gelöst, dass unterschiedliche LED-Anordnungen einzelner LEDs vorgesehen sind, welche unterschiedliche Anordnungen von farblichen LEDs aufweisen. Zur Erzielung einer möglichst homogenen Ausleuchtung hinsichtlich der Farbverteilung werden vorzugsweise grüne LEDs und rote LEDs neben weißen LEDs eingesetzt. Dabei hat es sich als besonders zweckmäßig erwiesen, eine Ausführungsform mit den farblichen LEDs mehr im Randbereich der LED-Anordnung mit einer weiteren Ausführungsform mit den farbigen LEDs mehr im zentralen inneren Bereich so zu kombinieren, dass sich die Farben im Fokus zur Erzielung eines Farbwiedergabeindex größer 90 überlagern, vorzugsweise zur Erzielung eines Farbwiedergabeindex größer 95 im gesamten Fokusbereich. Die unterschiedlichen Anordnungen sorgen dabei für eine Durchmischung der einzelnen Farben zur Verbesserung des Farbwiedergabeindex. Daneben vermeidet die erfindungsgemäße Anordnung farbige Schatten.

[0022] Eine bevorzugte Weiterentwicklung sieht vor, dass die unterschiedlich farbigen LEDs auch unterschiedlich bestromt werden. Zur Einhaltung der Kleinspannungsrichtlinie ist es vorteilhaft, dass der Anschlusswert mehrerer in Reihe angeordneter LEDs eine Spannung von max. 50 Volt nicht übersteigt. Besonders vorteilhaft ist das Betreiben von zwei Stromkreisen für weiße LEDs, einem Stromkreis für rote LEDs und einem Stromkreis für grüne LEDs. Die besten Ergebnisse wurden erzielt, wenn der rote Stromkreis mit etwa 40-50 % des Stromes des weißen und des grünen Stromkreise betrieben wird.

[0023] Bei der Entwicklung hat sich ferner gezeigt, dass durch Verwendung einer Stromdimmung anstelle der beim Stand der Technik bekannten Pulsweitenmodulation elektromagnetische Störungen weitestgehend vermieden werden, welche zu Bildstörungen in Bildaufnahmesystemen führen können. Durch die erfindungsgemäße Stromdimmung kann damit die Aufnahmeleistung von Bildaufnahmesystemen erheblich verbessert werden.

[0024] Weitere Einzelheiten, Vorteile und Merkmale der Erfindung lassen sich dem nachfolgenden Teil der Beschreibung entnehmen, in dem ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen OP-Leuchte näher erläutert ist. Es zeigen:

Fig. 1 eine Draufsicht der OP-Leuchte mit vier Armen;

Fig. 2 einen Längsschnitt entlang einer der Arme der OP-Leuchte gemäß Figur 1;

Fig. 3 eine Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Collimatorlinse;

Fig. 4 eine Draufsicht im Teilschnitt auf das Lichteintrittsende der Collimatorlinse gemäß Figur 3;

Fig. 5 eine Draufsicht im Teilschnitt auf das Lichtaustrittsende der Collimatorlinse gemäß Fig. 3;

5 Fig. 6 eine erste Ausführungsform einer LED-Anordnung in einem zweiten und vierten Arm der OP-Leuchte und

Fig. 7 eine zweite Ausführungsform einer LED-Anordnung in einem ersten und dritten Arm der OP-Leuchte;

10 **[0025]** Demnach besteht die erfindungsgemäße OP-Leuchte aus einem Leuchtengehäuse 2 mit einem Zentralbereich 4, von dem sich ein erster Arm 6, ein zweiter Arm 8, ein dritter Arm 10 und ein vierter Arm 12 sternförmig in jeweils einem Winkel von ungefähr 45° von dem Mittelpunkt des Zentralbereichs 4 erstrecken. An den Unterseiten der äußeren Enden dieser Arme 6,8,10,12 sind kreisförmige Schwenkplatten 32 für LED-Anordnungen 34 auf Schwenkachsen 42 zur Fokussierung schwenkbar angeordnet.

15 **[0026]** Die in dem Schnitt in Figuren 2 vergrößert dargestellte Fokussiereinheit der OP-Leuchte besteht aus einem Drehgriff 14, der unterseitig im Mittelpunkt des Zentralbereichs 4 drehbar angeordnet ist. Durch Drehung dieses Drehgriffs 14 wird eine in dem Drehgriff 14 in einer Arretierungshülse 16 aufgenommene, innen liegende Spindel 18 angetrieben. In Abhängigkeit von der Drehrichtung hebt oder senkt diese Spindel 18 eine als Verstellkreuz 20 ausgebildete Verstell-  
 20 einheit. Dieses Verstellkreuz 20 besteht aus einem zylinderförmigen unteren Abschnitt 22, an dessen verbreitertem oberen Ende vier radial abragende Haltearme 24 vorgesehen sind, von denen jeweils zwei Haltearme 24 paarweise kollinear zueinander angeordnet sind und sich mit dem anderen Paar von kollinearen Haltearmen unter Einschluss eines Winkels von 90 Grad kreuzen. Jeder beidseitig abgeflachte Haltearm 24 weist an seinem radial äußeren Ende eine kreisrunde Durchgangsöffnung 26 auf. An dieser Durchgangsöffnung 26 sind vorliegend vier Gabelköpfe 28 über jeweils einen Stift schwenkbar befestigt. Die Gabelköpfe 28 sind an ihren äußeren, freien Enden mit Aufnahmebuchsen von  
 25 Schwenkstangen 30 versehen. Die Aufnahmebuchsen umfassen Innengewinde, in welche korrespondierend ausgebildete Gewinde der inneren Enden der Schwenkstangen 30 eingeschraubt sind. Diese Schwenkstangen 30 bilden die erfindungsgemäße Schwenkhebelkonstruktion zum Verschwenken von als Schwenkplatten 32 ausgebildeten Schwenkelementen mit darauf angeordneten LED-Anordnungen 34, welche vorliegend jeweils 37 LEDs verschiedener Farben umfassen.

30 **[0027]** Jede Schwenkstange 30 ist an ihrem inneren Ende mit einem Gabelkopf 28 schwenkbar an einem Haltearm 24 des Verstellkreuzes 20 und an ihrem äußeren Ende schwenkbar mit einer Schwenkplatte 32 schwenkbar verbunden. Etwa in der Mitte werden die Schwenkstangen 30 jeweils durch ein Kugelgelenk 36 geführt. Diese Kugelgelenke 36 bestehen jeweils aus einem ringförmigen, äußeren Halteelement 38 mit oberseitig abragenden und am Leuchtengehäuse befestigten Befestigungsglaschen sowie einem in das ringförmige Halteelement eingesetzten kugelförmigen Gleitlager  
 35 40, dessen Außendurchmesser mit dem Innendurchmesser des Halteelementes 38 korrespondiert und das eine zentrale Durchgangsöffnung in der Größe des Außendurchmessers der Schwenkstange 30 aufweist. Die Schwenkstange 30 durchdringt diese zentrale Durchgangsöffnung. Beim Höhenverstellen des Verstellkreuzes 20 durch Drehen des Drehgriffs 14 wird ein Verschwenken der Schwenkstangen 30 um die radial abragenden Haltearme 24 bewirkt. Durch die Lagerung der Schwenkstangen 30 in den Gleitlagern 40 ist eine Kippschwenkmechanik realisiert, die somit ein Verschwenken der Schwenkplatten 32 um die unterhalb von dieser angeordneten Schwenkachsen 42 bewirkt. Auf diese  
 40 Weise sind die auf den Schwenkplatten 32 positionierten LED-Anordnungen 34 durch Ausführen einer Rotationsbewegung an dem Drehgriff 14 alle gleichzeitig auf den gewünschten Brennpunkt fokussierbar. Die Erfindung stellt somit ein besonders einfaches, kostengünstiges und robustes Einstellmittel im Vergleich zum Stand der Technik dar.

45 **[0028]** Wie aus den Figuren 2 und 6 und 7 zu entnehmen ist, sind vorliegend vier satellitenartig um den Zentralbereich 4 angeordneten LED-Anordnungen 34 vorgesehen, von denen jede insgesamt 37 LEDs mit jeweils einer jeder LED zugeordneten Collimatorlinse 50 umfasst.

50 **[0029]** Jeweils zwei paarweise diametral in den Armen 6, 8, 10, 12 gegenüberliegende LED-Anordnungen 34 weisen gleiche Anordnungen von farblich ausgebildeten LEDs auf. Im vorliegenden Fall werden zur Erzielung eines möglichst homogenen Ausleuchtung hinsichtlich der Farbverteilung grüne LEDs 52 und rot LEDs 54 in verschiedenen Positionen neben weißen LEDs 56 eingesetzt, nämlich in einer Ausführungsform gemäß Fig. 6 mit den farbigen LEDs mehr in im äußeren Bereich der LED-Anordnung 34 und in einer anderen Ausführungsform gemäß Fig. 7 mit den farbigen LEDs mehr im mittleren Bereich der LED-Anordnung 34. Die jeweils gleichen LED-Anordnungen 34 sind spiegelsymmetrisch diametral gegenüberliegend an den Armen 6, 8, 10 und 12 der OP-Leuchte angeordnet. In einer Entfernung von ca. 1 Meter von der Leuchte im Fokus wird durch die Überlagerung der Farben rot, grün und weiß ein homogenes Leuchtfeld mit einem Farbwiedergabeindex größer als 95 im gesamten Fokusbereich erzielt. Die vorliegend gewählte Anordnung  
 55 von jeweils sechs grünen LEDs 52 und sechs roten LEDs 54 neben 25 weißen LEDs 56 erzeugt eine möglichst homogene Ausleuchtung hinsichtlich der Farbverteilung im Leuchtenfeld. Ferner werden durch diese Anordnung farbige Schatten fast vollständig vermieden, was für eine klare Darstellung der Wunde im OP-Bereich unerlässlich ist.

**[0030]** Dieser Farbwiedergabeindex wird auch durch die unterschiedliche Bestromung der unterschiedlich farbigen

LEDs erzielt. Die Kleinspannungsrichtlinie wird bei dem Betrieb der erfindungsgemäßen Leuchte dadurch eingehalten, dass jeder Kreis von mehreren LEDs maximal 50 Volt Spannung aufnimmt. Dabei werden zwei weiße Kreise, ein roter und ein grüner Kreis durch jeweils ein EVG betrieben. Die Bestromung erfolgt dabei so, dass der rote Kreis mit etwa 40 bis 50 % des Stromes der weißen und grünen Kreise betrieben wird.

5 **[0031]** Durch Einsatz dieser Stromdimmung anstelle der beim Stand der Technik üblichen Pulsweitenmodulation werden durch elektromagnetische Störungen hervorgerufene Bildstörungen an modernen Bildaufnahmesystemen vermieden. Erfindungsgemäß wird somit die Aufnahmeleistung von Bildaufnahmesystemen erheblich verbessert.

**[0032]** Die Figuren 3 bis 5 zeigen eine Collimatorlinse 50, die auch Gleichrichterlinse bezeichnet wird und in Strahlrichtung auf die einzelnen LEDs aufgesetzt wird, um das von den LEDs ausgestrahlte Licht zu bündeln. Diese Collimatorlinsen 50 übernehmen in der OP-Leuchte die Funktion der Primärlinse. Diese mit dem Prinzip der Totalreflektion arbeitenden Collimatorlinsen 50 sind vorzugsweise als PMMA - Spritzgusskörper mit der Geometrie eines Kreiskegels ausgebildet, der eine äußere und umfänglich verlaufende Mantelfläche 58, eine in Einbaulage untere Lichteintrittsfläche 60 mit einer Ausnehmung 62 für die LED bei aufgesetzter Collimatorlinse 50 und eine in Einbaulage obere Lichtaustrittsfläche 64 aufweist, deren Durchmesser im Verhältnis 3,7: 1 größer ist als die Lichteintrittsfläche 62. Erfindungsgemäß ist die Mantelfläche 58 leicht konvex gewölbt. Durch das Zusammenspiel der Krümmungsradien der äußeren Mantelfläche 58, der Größe der Lichteintrittsfläche 60, der Größe der Lichtaustrittsfläche 64, der Höhe der Collimatorlinse 50 sowie der Gestaltung der Oberfläche der Lichtaustrittsfläche 64 wird eine Lichtverteilungskurve erzielt, die einen Halbwertwinkel von +/- 2,0 bis 2,5 Grad, vorzugsweise +/- 2,0 Grad aufweist und der Zehntwertwinkel einen Bereich von 4,0 bis 5,0 Grad, vorzugsweise 4,0 Grad aufweist.

20 **[0033]** Die Lichtaustrittsfläche 64 ist von außen nach innen zunächst konvex gewölbt und geht dann in ein flächiges Zentrum 66 über, welches vorliegend etwa 1 : 1,6 mal so groß ist wie der Gesamtdurchmesser der Lichtaustrittsfläche 64. Durch eine Riffelung auf der Lichtaustrittsfläche 64 wird das aus dem Stand der Technik bekannte und bemängelte blaue Licht im Randbereich jeder Collimatorlinse 50 dadurch vermieden, dass dieses zentral eingemischt wird. Zur Erzielung der erfindungsgemäßen Wirkungen sind die Dimensionsverhältnisse wie folgt:

- 25
- Durchmesser der Lichteintrittsfläche / Durchmesser der Lichtaustrittsfläche: 1 : 1,7.
  - Höhe der Linse / Durchmesser der Lichtaustrittsfläche: 1 : 1,7

30 **[0034]** Die Abmessungen sind bei einer bevorzugten Ausführungsform wie folgt:

Durchmesser der Lichteintrittsfläche:	7,10 mm
Durchmesser der Lichtaustrittsfläche:	26,50 mm
Durchmesser des flächigen Zentrums der Lichtaustrittsfläche:	16,21 mm
Höhe der Linse:	15,85 mm
Höhe der Ausnehmung an der Lichteintrittsfläche:	5,12 mm
Krümmungsradius der Mantelfläche:	5,96 mm

35 **[0035]** Jede der Collimatorlinsen 50 in der LED-Anordnung 34 ist in einem nach oben offenen, topfförmigen Halter 68 auf der Schwenkplatte 32 oberhalb der LEDs befestigt. Dieser Halter 68 umgibt die Collimatorlinse 50 umfänglich bis auf die Lichtaustrittsfläche 64. Das unterseitig in eine Öffnung des Halters 68 von der jeweiligen LED eingestrahlte Licht wird durch die Collimatorlinse 50 gebündelt und unter Reduzierung des Streulichts durch den aus einem schwarzen Kunststoff bestehenden Halter 68 an der Lichtaustrittsfläche 64 ausgestrahlt.

40 **[0036]** Die in den Figuren 6 und 7 dargestellten verschiedenen Ausführungsformen von LED-Anordnungen 34 mit unterschiedlichen Anordnungen farblicher LEDs, von denen im vorliegenden Fall jeweils zwei gleiche Anordnungen 34 diametral gegenüberliegend in den Armen 6, 8, 10, 12 angeordnet sind, ergänzen sich durch Überlagerung der Farben im Fokus zur Erzielung eines homogenen Leuchtenfelds mit einem hohen Farbwiedergabeindex größer 90, vorzugsweise größer 95. Selbstverständlich ist dieses Ergebnis auch durch mehrere Arme mit entsprechenden LED-Anordnungen 34 durch Überlagerung der von den LEDs ausgestrahlten Farben erzielbar.

45 **[0037]** Die Schwenkplatten weisen jeweils einseitig radial abragende Anschlussstecker 70 auf, mit denen die LED-Anordnungen 34 an die EVGs der Leuchte sowie an Versorgungseinrichtungen im Zentralbereich 4 der Leuchte anschließbar sind.

50 **[0038]** Nach Aufsetzen aller die Funktion von Primärlinsen erfüllenden Collimatorlinsen 50 auf die LEDs wird zusätzlich eine Gehäuseabdeckung 72 mit einer Öffnung und einer in dieser Öffnung eingesetzten Gehäuselense 74. Diese Gehäuselense 74 übernimmt die Funktion der Sekundärlinse und fokussiert die einzelnen über die LEDs ausgestrahlten

Lichtstrahlen zu einem Gesamtstrahl. Die Sekundärlinse ist als Fresnel-Linse ausgebildet und fokussiert das Licht der einzelnen Primärlinsen auf den etwa einen Meter entfernten Fokussierpunkt. Die Gehäuselinse 74 besteht aus einem Linsengrundkörper zur Aufrechterhaltung einer minimalen Materialstärke und darauf angeordneten, konzentrisch zum Mittelpunkt verlaufenden Stufen, die im äußeren Bereich näher aneinander anliegen und im inneren Bereich weiter entfernt sind, also breitere Stufen aufweisen, weil die Gesamthöhe der hypothetischen Linse mit der entsprechenden Krümmung zur Fokussierung auf die gewollte Materialstärke projiziert wird.

**[0039]** Bei einer Weiterentwicklung kann eine weitere LED-Anordnung konzentrisch um den Drehgriff 14 an den Zentralbereich 4 angeordnet sein. Dieser LED-Anordnung umfasst vorzugsweise nur weiße LEDs.

**[0040]** Die Erfindung ist naturgemäß nicht auf die Verwendung von vier Satellitenleuchten beschränkt, sondern umfasst auch Lösungen mit mehr oder weniger Satelliten.

**Bezugszeichenliste**

**[0041]**

15	2	Leuchtengehäuse
	4	Zentralbereich
	6	erster Arm
20	8	zweiter Arm
	10	dritter Arm
	12	vierter Arm
	14	Drehgriff
	16	Arretierungshülse
25	18	Spindel
	20	Verstellkreuz
	22	unterer Abschnitt
	24	Haltearm
30	26	Durchgangsöffnung
	28	Gabelkopf
	30	Schwenkstange
	32	Schwenkplatte
	34	LED-Anordnung
35	36	Kugelgelenk
	38	Halteelement
	40	Gleitlager
	42	Schwenkachse
40	50	Collimatorlinse
	52	grüne LED
	54	rote LED
	56	weiße LED
	58	Mantelfläche
45	60	Lichteintrittsfläche
	62	Ausnehmung
	64	Lichtaustrittsfläche
	66	Zentrum
	68	Halter
50	70	Anschlussstecker
	72	Gehäuseabdeckung
	74	Gehäuselinse

**Patentansprüche**

1. OP-Leuchte mit einem Leuchtengehäuse (2) umfassend einen einen Zentralbereich (4) (S. 7, Abs. 2) bildenden

## EP 2 207 994 B1

- Leuchtengrundkörper (S. 2, Abs. 2) und mehreren von dem Zentralbereich abragenden Armen (6,8,10,12), welche LED-Beleuchtungsmodule umfassen, und einer Fokussiereinheit zum Fokussieren der Beleuchtungsmodule, **DADURCH GEKENNZEICHNET, dass** die Arme (6,8,10,12) mit dem Zentralbereich das starr verbundene Leuchtengehäuse (2) bilden, dass die Beleuchtungsmodule schwenkbar an den Armen (6,8,10,12) befestigte Schwenkplatten (32) mit darauf angeordneten LED-Anordnung (34) umfassen, und dass die Fokussiereinheit ein über einen Drehgriff (14) höhenverstellbares Verstellelement umfasst, an dem unter Durchführung einer Wippbewegung mindestens eine in einem Wippunkt schwenkbar gelagerte Schwenkstange (30) zum Verstellen der Schwenkplatten (32) angelenkt ist.
- 5
- 10
2. OP-Leuchte nach Anspruch 1, **DADURCH GEKENNZEICHNET, dass** die Schwenkplatten (32) auf Schwenkachsen (42) gelagert sind.
- 15
3. OP-Leuchte nach Anspruch 2, **DADURCH GEKENNZEICHNET; dass** sich die Schwenkachsen (42) quer zu einer durch den Mittelpunkt der OP-Leuchte verlaufenden Achse erstrecken.
- 20
4. OP-Leuchte nach Anspruch 3, **DADURCH GEKENNZEICHNET, dass** die Schwenkachsen (42) mit der durch den Mittelpunkt der OP-Leuchte verlaufenden Achse einen rechten Winkel einschließen.
- 25
5. OP-Leuchte nach Anspruch 1, **DADURCH GEKENNZEICHNET, dass** an dem Wippunkt ein Lagerbock vorgesehen ist, der das gleichzeitige Ausführen einer Translations- und Rotationsbewegung ermöglicht.
- 30
6. OP-Leuchte nach Anspruch 5, **DADURCH GEKENNZEICHNET, dass** der Lagerbock ein in einem Halteelement (38) drehbar aufgenommenes Kugelgelenk (36) umfasst.
- 35
7. OP-Leuchte nach Anspruch 1, **DADURCH GEKENNZEICHNET, dass** das Verstellelement als Verstellkreuz (20) ausgebildet ist.
- 40
8. OP-Leuchte nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einer Collimatorlinse, welche die Geometrie eines Kreiskegelstumpfes aufweist, der eine umfänglich verlaufende Mantelfläche (58), eine in Einbaulage untere Lichteintrittsfläche (60) mit einer Ausnehmung (62) und eine in Einbaulage obere Lichtaustrittsfläche (64) aufweist, **DADURCH GEKENNZEICHNET, dass** der Krümmungsradius der äußeren Mantelfläche (58), die Höhe der Collimatorlinse (50), die Lichteintrittsfläche (60), die Größe und geometrische Gestaltung der Lichtaustrittsfläche (64) und die Oberfläche der Lichtaustrittsfläche (64) aufeinander abgestimmt sind zur Vermeidung von blauem Licht im Randbereich der Linse durch Einmischen in einen Zentralbereich.
- 45
9. OP-Leuchte nach Anspruch 8, **DADURCH GEKENNZEICHNET, dass** die Collimatorlinse ausgebildet ist zur Erzielung einer Lichtverteilungskurve, die einen Halbwertwinkel im Bereich von  $\pm 2$  bis  $\pm 2,5$  Grad, vorzugsweise  $\pm 2$  Grad aufweist und der Zehnwertswinkel einen Bereich von  $\pm 4,0$  bis  $\pm 5,0$  Grad, vorzugsweise  $\pm 4,0$  Grad aufweist.
- 50
10. OP-Leuchte nach einem der vorherigen Ansprüche mit mehreren in einer Gruppe angeordneten LEDs zur Erzeugung einer LED-Anordnungen (34), **DADURCH GEKENNZEICHNET, dass** mindestens zwei unterschiedliche Ausführungsformen an LED-Anordnungen (34) vorgesehen sind, welche unterschiedliche Anordnungen von farblichen LEDs aufweisen.
- 55
11. OP-Leuchte nach Anspruch 10, **DADURCH GEKENNZEICHNET, dass** eine erste Ausführungsform der LED-Anordnung die farbigen LEDs mehr im äußeren Bereich aufweist und eine zweite Ausführungsform die farbigen LEDs mehr im zentralen Bereich aufweist.
12. OP-Leuchte nach Anspruch 10 oder 11, **DADURCH GEKENNZEICHNET, dass** die farbigen LEDs rote und grüne LEDs umfassen.
13. OP-Leuchte nach Anspruch 10 bis 12, **DADURCH GEKENNZEICHNET, dass** die unterschiedlich farbigen LEDs unterschiedlich bestromt werden.
14. OP-Leuchte nach Anspruch 13, **DADURCH GEKENNZEICHNET, dass** ein Stromkreis von roten LEDs mit etwa 40 bis 50% des Stromes von weißen und grünen LEDs bestromt werden.
15. OP-Leuchte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **DADURCH GEKENNZEICHNET, dass** diese zur Ein-

haltung der Kleinspannungsrichtlinie ausgebildet ist.

## Claims

- 5
1. An operating room light with a light casing (2) comprising a light base body (page 2, para 2) forming a central region (4) (page 7, para 2), and several arms (6, 8, 10, 12) protruding from said central region and including LED illumination modules, and a focusing unit for focusing said illumination modules, **characterized in that** said arms (6, 8, 10, 12) together with said central region form the rigidly connected light casing (2), that the illumination modules comprise pivot plates (32) with a LED arrangement (34) disposed thereon which are fixed pivotably to said arms (6, 8, 10, 12), and that the focusing unit includes a displacement element which is displaceable in respect of height by way of a rotary handle (14) and to which there is pivotably mounted at least one pivot bar (30) mounted pivotably in a rocker point for displacement of the pivot plates (30).
- 10
- 15 2. An operating room light as set forth in claim 1, **characterized in that** the pivot plates (32) are mounted on pivot shafts (42).
3. An operating room light as set forth in claim 2, **characterized in that** the pivot shafts (42) extend transversely to an axis extending through the center point of the operating room light.
- 20
4. An operating room light as set forth in claim 3, **characterized in that** the pivot shafts (42) include a right angle with the axis passing through the center point of the operating room light.
- 25
5. An operating room light as set forth in claim 1, **characterized in that** provided at the rocking point is a mounting block which permits the simultaneous execution of a translatory and a rotational movement.
6. An operating room light as set forth in claim 5, **characterized in that** the mounting block includes a ball joint (36) rotatably accommodated in a holding element (38).
- 30
7. An operating room light as set forth in claim 1, **characterized in that** the displacement element is in the form of a displacement cross member (20).
- 35
8. An operating room light as set forth in one of the preceding claims having a collimator lens, which has the geometry of a circular truncated cone which has a peripherally extending peripheral surface (58), a light entry surface (60) which is downward in the position of installation and has a recess (62) and a light exit surface (64) which is upward in the position of installation, **characterized in that** the radius of curvature of the outer peripheral surface (58), the height of the collimator lens (50), the light entry surface (60), the size and geometrical configuration of the light exit surface (64) and the surface of the light exit surface (64) are matched to each other to avoid blue light in the edge region of the lens by mixing into a central region.
- 40
9. An operating room light as set forth in claim 8, **characterized in that** the collimator lens is adapted to achieve a light distribution curve which has a halve-value angle in the range of between  $\pm 2$  and  $\pm 2.5$  degrees, preferably  $\pm 2$  degrees, and the tenth-value angle has a range of between  $\pm 4.0$  and  $\pm 5.0$  degrees, preferably  $\pm 4.0$  degrees.
- 45
10. An operating room light as set forth in one of the preceding claims having a plurality of LEDs arranged in a group for producing a LED arrangement (34), **characterized in that** there are provided at least two different configurations of LED arrangements (34) which have different arrangements of colored LEDs.
- 50
11. An operating room light as set forth in claim 10, **characterized in that** the first configuration of the LED arrangement has the colored LEDs more in the outer region and a second configuration has the colored LEDs more in the central region.
- 55
12. An operating room light as set forth in claim 10 or claim 11, **characterized in that** the colored LEDs include red and green LEDs.
13. An operating room light as set forth in claims 10 through 12, **characterized in that** the differently colored LEDs are differently supplied with current.



14. An operating room light as set forth in claim 13, **characterized in that** a circuit of red LEDs is supplied with between about 40 and 50% of the current of white and green LEDs.

5 15. An operating room light as set forth in one of the preceding claims, **characterized in that** the same is adapted to comply with the low voltage directive.

## Revendications

10 1. Éclairage LED pour salles d'opération avec un boîtier de lampe (2) comprenant un corps de base de lampe (page 2, paragraphe 2) formant une zone centrale (4) (page 7, paragraphe 2) et plusieurs bras (6, 8, 10, 12) faisant saillie sur la zone centrale et comportant des modules d'éclairage LED, et une unité de focalisation destinée à focaliser les modules d'éclairage, **caractérisé en ce que** les bras (6, 8, 10, 12) avec la zone centrale forment le boîtier de lampe (2) relié de manière rigide, que les modules d'éclairage comprennent des plaques pivotantes (32) qui sont  
15 fixées aux bras (6, 8, 10, 12) de manière pivotante et sur lesquelles sont disposés des ensembles LED (34), et que l'unité de focalisation comporte un élément de déplacement réglable en hauteur auquel élément est articulé au moins une tige pivotante (30) pour déplacer les plaques pivotantes (32) montée, sous l'exécution d'un mouvement basculant, de manière pivotante dans un point de basculement.

20 2. Éclairage LED pour salles d'opération selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les plaques pivotantes (32) sont logées de manière pivotante sur des axes pivotants (42).

25 3. Éclairage LED pour salles d'opération selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** les axes pivotants (42) s'étendent transversalement à un axe passant par le centre de l'éclairage pour salles d'opération.

4. Éclairage LED pour salles d'opération selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** les axes pivotants (42) incluent un angle droit avec l'axe passant par le centre de l'éclairage pour salles d'opération.

30 5. Éclairage LED pour salles d'opération selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** est prévu, sur le lieu de basculement, un chevalet de support qui permet l'exécution d'un mouvement translationnel en même temps avec un mouvement de rotation.

35 6. Éclairage LED pour salles d'opération selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le chevalet de support comprend une articulation sphérique (36) reçue de manière rotative dans un élément de retenu (38).

7. Éclairage LED pour salles d'opération selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'élément de déplacement est en forme d'une croix de réglage (20).

40 8. Éclairage LED pour salles d'opération selon l'une des revendications précédentes avec une lentille de collimateur ayant la géométrie d'un tronc de cône de révolution avec une surface latérale périphérique (58), une surface d'entrée de la lumière (60) qui est en bas en la position installée et qui comporte un creux (62), et une surface de sortie de la lumière (64) qui est en haut en la position installée, **caractérisé en ce que** le rayon de courbure de la surface latérale extérieure (58), l'hauteur de la lentille de collimateur (50), la surface d'entrée de la lumière (60), la taille et la configuration géométrique de la surface de sortie de la lumière (64) et la superficie de la surface de sortie de la  
45 lumière (64) sont accordées les unes par rapport aux autres, pour l'évitement de la lumière bleue dans la zone marginale de la lentille par l'immixtion dans une zone centrale.

50 9. Éclairage LED pour salles d'opération selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** la lentille de collimateur est configurée pour obtenir une courbe photométrique ayant un angle de demi-valeur dans le domaine de  $\pm 2$  à  $\pm 2.5$  degrés, de préférence de  $\pm 2$  degrés, et l'angle au dixième étant dans le domaine de  $\pm 4.0$  à  $\pm 5.0$  degrés, de préférence de  $\pm 4.0$  degrés.

55 10. Éclairage LED pour salles d'opération selon l'une des revendications précédentes avec plusieurs LEDs arrangées dans un groupe pour former un ensemble LED (34), **caractérisé en ce qu'il** sont prévues au moins deux configurations différentes d'ensembles LED (34) comprenant des arrangements différentes de LEDs colorées.

11. Éclairage LED pour salles d'opération selon la revendication 10, **caractérisé en ce qu'une** première configuration de l'ensemble LED exhibe les LEDs colorées plus dans la zone extérieure et une deuxième configuration exhibe

## EP 2 207 994 B1

les LEDs colorées plus dans la zone centrale.

12. Éclairage LED pour salles d'opération selon la revendication 10 ou 11, **caractérisé en ce que** les LEDs colorées comportent des LEDs à lumière rouge et verte.

5

13. Éclairage LED pour salles d'opération selon la revendication 10 à 12, **caractérisé en ce que** les LEDs versicolores sont alimentées en courants différents.

10

14. Éclairage LED pour salles d'opération selon la revendication 13, **caractérisé en ce qu'un** circuit de LEDs à lumière rouge et alimenter en courant d'environ 40 à 50 % du courant des LEDs à lumière blanche et verte.

15. Éclairage LED pour salles d'opération selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ceci est configuré conformément à la directive de basse tension.

15

20

25

30

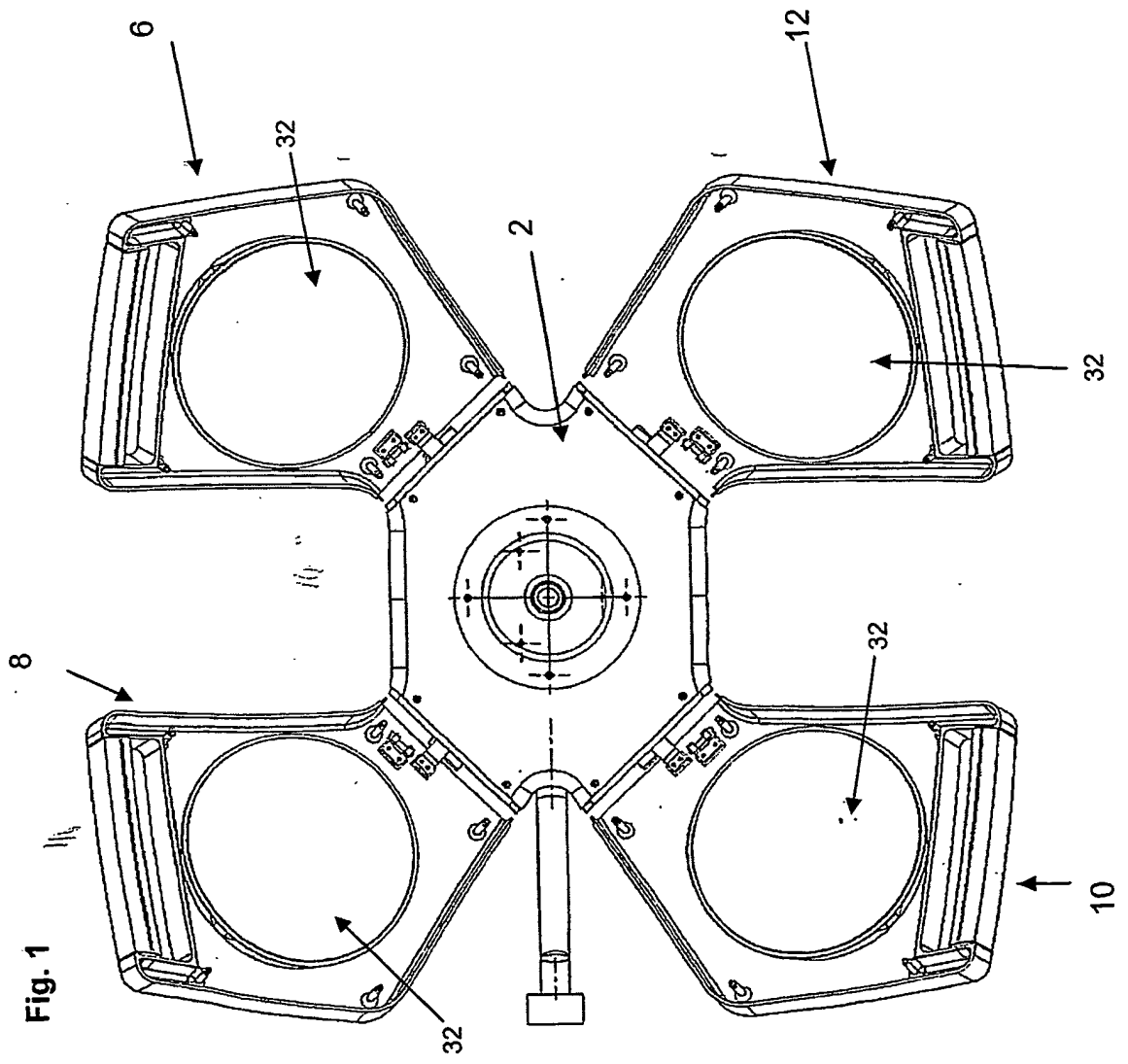
35

40

45

50

55



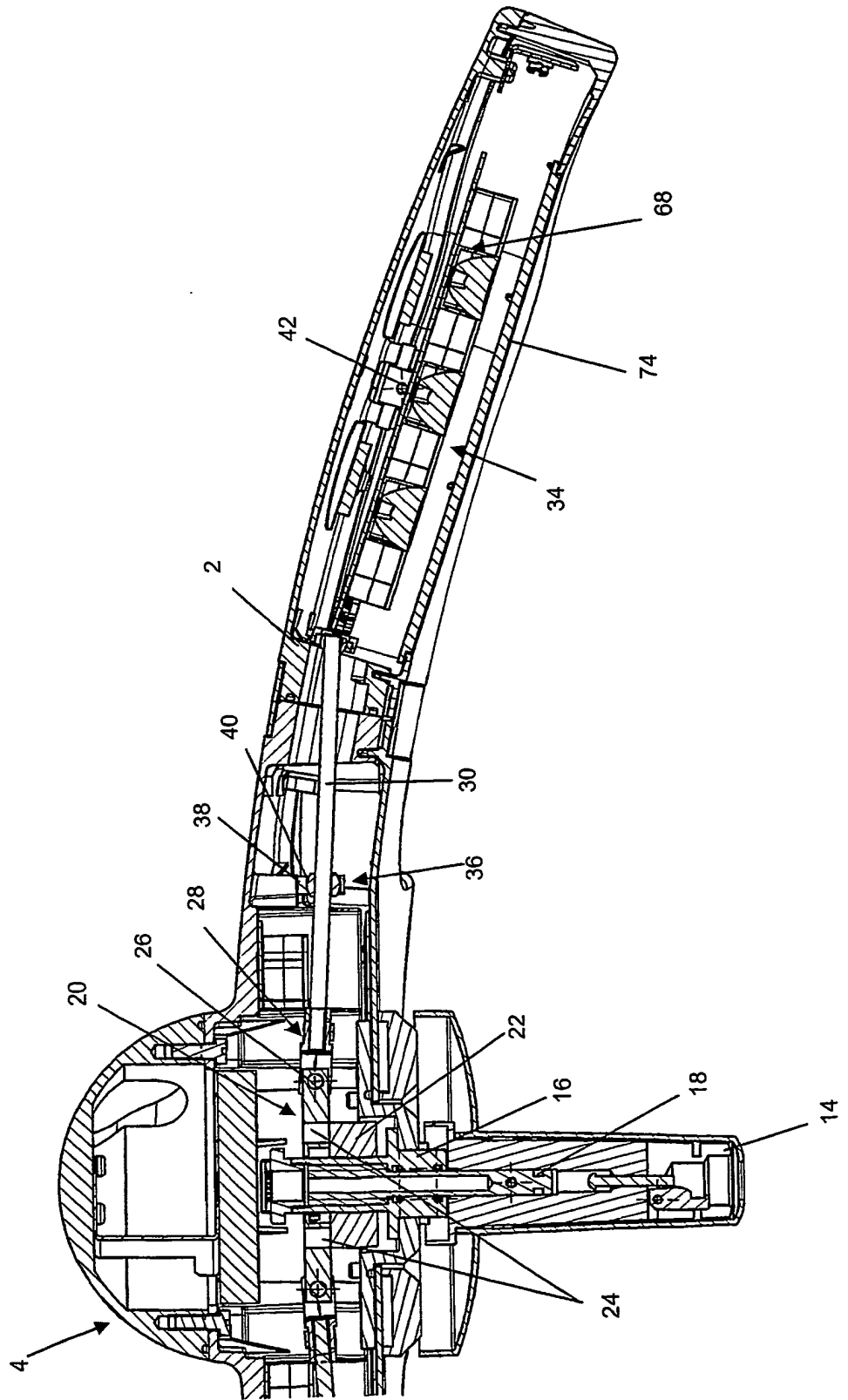


Fig. 2

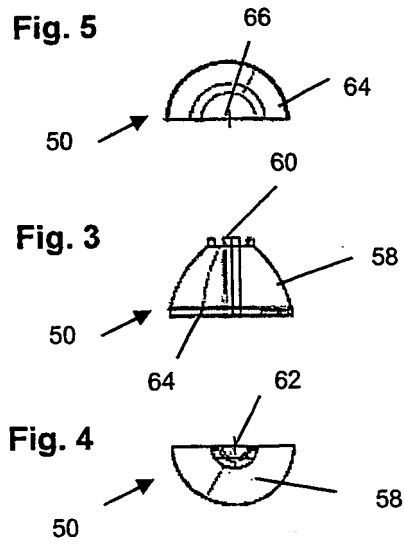


Fig. 6

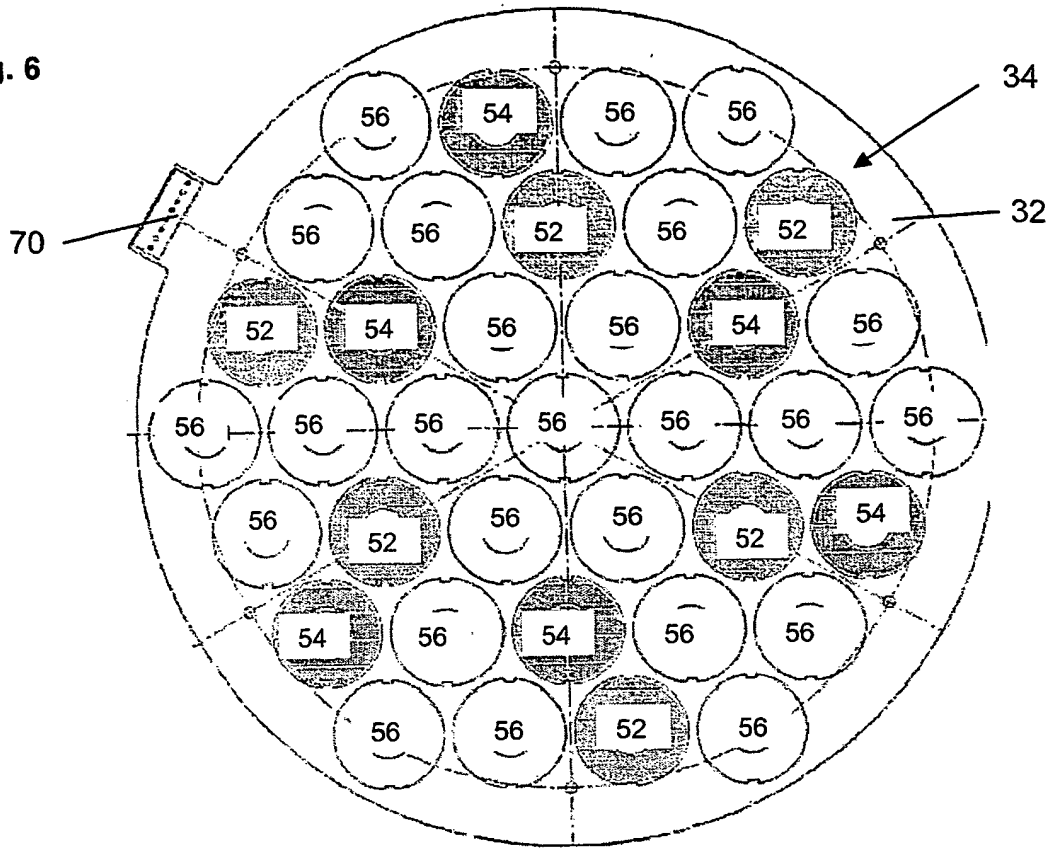
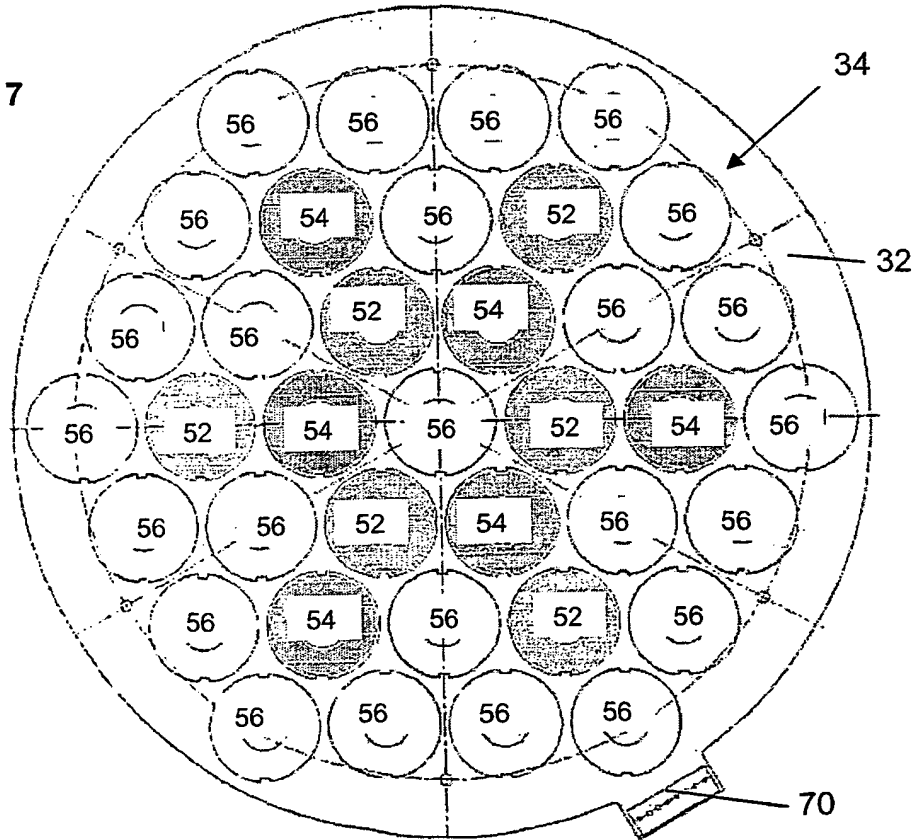


Fig. 7



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 1722156 A [0003]