



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
31.08.2005 Patentblatt 2005/35

(51) Int Cl.7: **F21S 8/00**

(21) Anmeldenummer: **04004602.1**

(22) Anmeldetag: **28.02.2004**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK

- **Bartenbach, Christian**
6071 Aldrans/Innsbruck (AT)
- **Marka, Rudolf**
81479 München (DE)
- **Tahbazian, Kamran**
82194 Gröbenzell (DE)

(71) Anmelder: **TRUMPF Kreuzer Medizin Systeme
GmbH + Co. KG**
82178 Puchheim (DE)

(74) Vertreter: **Kohler Schmid Möbus
Patentanwälte
Ruppmannstrasse 27
70565 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:
• **Leibinger, Berthold**
70839 Gerlingen (DE)

(54) Operationsleuchte und Verfahren zur Ausleuchtung einer Operationsstelle

(57) Die Erfindung betrifft eine Operationsleuchte (1) mit mehreren als Leuchtmittel zur Ausleuchtung der Operationsstelle geeigneten LEDs, von denen LEDs zur

Erzeugung weißen und farbigen Lichts ausgebildet sind. Es sind Mittel zur Dimmung des Lichtstroms der farbigen LEDs (10a bis 10c) vorgesehen.

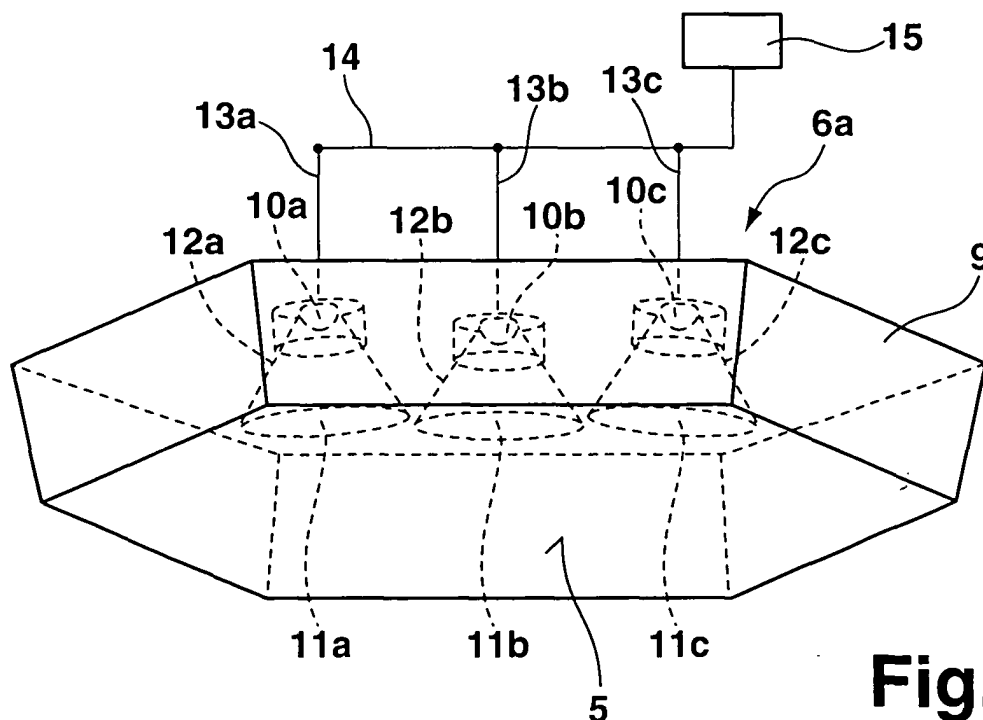


Fig. 3

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Operationsleuchte und ein Verfahren zur Ausleuchtung einer Operationsstelle.

[0002] Beispielsweise durch die DE 198 38 627 A1 ist eine Operationsleuchte bekannt geworden.

[0003] Das menschliche Auge ist an Tageslicht gewöhnt. Der Sehvorgang ist an das Tageslicht angepasst. Bei Tageslicht erkennt das menschliche Auge am exaktesten Konturen, unterscheidet am differenziertesten Farben und erkennt Bewegungen am deutlichsten.

[0004] Daher ist es wünschenswert, im Operationssaal Verhältnisse zu schaffen, welche dem Tageslicht vergleichbar sind. Der Operateur benötigt ein intensives und tageslichtähnliches Licht. Hinzu kommt, dass die Operationsstelle Licht nicht reflektiert, sondern dieses absorbiert wird.

[0005] Jeder Farbeindruck wird durch die spektrale Verteilung des Lichtes bestimmt. Einer spektralen Verteilung kann eine Farbtemperatur zugeordnet werden. Tageslicht beispielsweise hat eine Farbtemperatur von 5.600 Kelvin. In der Literatur ist bekannt, dass gemäß der Kruithoffschen Behaglichkeitskurve die Farbtemperatur mit der Beleuchtungsstärke abgestimmt sein muss, um eine angenehme Beleuchtungssituation zu schaffen. Für das Licht im Operationssaal wird weißes Licht mit einer Farbtemperatur von ca. 4.500 Kelvin bei hohen Beleuchtungsstärken (>100 000 Lux) empfohlen.

[0006] Operationsleuchten mit LEDs als Leuchtmittel weisen bisher eine ungeeignete Farbtemperatur und Farbwiedergabe auf. Daher muss bei Operationsleuchten das Licht der LEDs durch geeignete Maßnahmen modifiziert werden.

[0007] Durch die DE 100 31 303 A1 ist eine Beleuchtungsvorrichtung bekannt geworden, bei der lichtemittierende Dioden (LEDs) hinsichtlich ihrer Farbe gemischt werden. Die LEDs sind zur Erzeugung bestimmter Farbtemperaturen einzeln ansteuerbar. In dem Dokument ist die Anwendung bei Operationsleuchten nicht beschrieben.

[0008] Die WO 03/019072 A1 betrifft eine ähnliche technische Lehre.

[0009] Der Anmelder hat sich die Aufgabe gestellt, den Einsatz von LEDs bei Operationsleuchten zu ermöglichen.

[0010] Diese Aufgabe wird durch eine Operationsleuchte gemäß Patentanspruch 1 und ein Verfahren gemäß Patentanspruch 6 gelöst.

[0011] Der Grundaufbau besteht aus weißen LEDs. Durch Zumischen farbigen Lichtes, welches durch LEDs erzeugt wird, ist es möglich, ein Mischlicht mit geeigneten lichttechnischen Daten für Operationsleuchten zu erzeugen. Die Intensität des Lichtstromes, d.h. die von den LEDs abgestrahlte oder die von einem Körper reflektierte Lichtleistung zumindest der farbigen LEDs kann unabhängig von den weißen LEDs stufenlos verändert werden. Diese Dimmung ermöglicht die Einstel-

lung der Farbtemperatur und der Farbwiedergabe in einem weiten für Operationsleuchten geeigneten Bereich. Allein durch die Zumischung und Regelung farbiger, beispielsweise blauer oder cyanfarbiger LEDs kombiniert mit weißen LEDs kann auf einfache Weise eine für Operationen optimale Farbtemperatur des Lichtes erzeugt werden.

[0012] Weiterbildungen der Erfindung sind in abhängigen Patentansprüchen 2 bis 5 (Operationsleuchte) und 7 bis 9 (Verfahren) enthalten.

[0013] Die Dimmung kann durch mechanische und/oder optische Mittel erreicht werden. Eine Dimmung kann durch eine Änderung des der LED zugeführten elektrischen Stroms und/oder der elektrischen Spannung erzeugt werden. Alternativ können Blenden, Linsen oder optische Filter, welche in den Strahleneingang hinein bewegt werden, eine Veränderung des Lichtstromes bewirken.

[0014] Eine Steuereinrichtung in Verbindung mit entsprechenden Sensoren kann es ermöglichen, dass eine gewünschte Farbtemperatur und/oder Farbwiedergabe eingestellt und überwacht sowie nachgeregelt werden kann. Insbesondere erlaubt es die Steuereinrichtung dem Operateur individuell auf seine Bedürfnisse abgestimmte Beleuchtungsverhältnisse im Operationsfeld zu schaffen. Je nach Farbtemperatur oder Farbwiedergabe sind Hervorhebungen von verschiedenen Gewebestrukturen oder Gewebemerkmale innerhalb der Operationsstelle möglich.

[0015] Allgemeine weitere Vorteile:

Die Verwendung einer Vielzahl einzelner LEDs hat den Vorteil einer verbesserten Betriebssicherheit, weil in der Regel nicht alle LEDs gleichzeitig ausfallen, sondern stets eine sehr gute Restleuchtkraft gewährleistet ist.

LEDs haben den weiteren Vorteil, dass LEDs beliebig an- und ausgeschaltet werden können, während herkömmliche Entladungslichtmittel erst abkühlen müssen, bevor eine Wiedereinschaltung möglich ist.

LEDs besitzen eine höhere Lebensdauer. LEDs können stufenlos hinsichtlich ihrer Intensität geregelt werden. LEDs geben keine Wärmestrahlung ab. LEDs besitzen keinen IR- / UV- Anteil und weisen keine Farbveränderung bei einer Dimmung auf.

[0016] Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung schematisch dargestellt und wird nachfolgend mit Bezug zu den Figuren der Zeichnung näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 eine Operationsleuchte;

Fig. 2 mehrere Lichtmodule der Operationsleuchte gemäß Fig. 1;

Fig. 3 den näheren Aufbau eines Lichtmoduls gemäß Fig. 2.

[0017] Aus der Seitenansicht einer Operationsleuchte 1 (**Fig. 1**) ist deren prinzipieller an sich bekannter Aufbau ersichtlich. Die Operationsleuchte 1 umfasst einen Leuchtenkörper 2, welcher in seinem Innenraum in der Fig. 1 nicht sichtbare Leuchtmittel aufweist. Der Leuchtenkörper 2 ist über einen in der Fig. 1 nicht vollständig gezeigten Schwenkarm schwenkbar an einer stationären Halterung an einer Decke oder einer Wand eines Gebäudes oder einer mobilen Einheit befestigt. Der Schwenkarm ist aus mehreren über Gelenke miteinander verbundenen Elementen aufgebaut. Ein mit der Operationsleuchte 1 fest verbundenes Element 4 des Schwenkarms ist in der Fig. 1 lediglich angedeutet. Daher lässt sich die Operationsleuchte 1 in X-, Y-, Z-Richtung dreidimensional bewegen und schwenken. Ein an dem Leuchtenkörper 2 angebrachter Handgriff 3 ermöglicht die Positionierung der Operationsleuchte an beliebiger Stelle über einem Operationstisch. Der Handgriff 3 ist lösbar an der Unterseite 5 der Operationsleuchte angebracht.

[0018] An der Unterseite 5 tritt Licht aus, um die Operationsstelle auszuleuchten.

[0019] **Fig. 2** zeigt, dass als Lichtquelle einzelne Lichtmodule 6a bis 6g nahezu randlos aneinander gefügt sind. Randlos bedeutet im Sinne der Erfindung, dass die Übergänge zwischen den einzelnen Lichtmodulen 6a bis 6g keinen wesentlichen Einfluss auf die optischen Eigenschaften, insbesondere auf den Lichtaustritt in Richtung der Operationsstelle, besitzen. Das erzeugte Licht wird trotz der aus mehreren Lichtmodulen 6a bis 6g zusammengesetzten Lichtquelle als einheitlich wahrgenommen. Jedes Lichtmodul 6a bis 6g umfasst wiederum eine Vielzahl einzelner LEDs, beispielsweise 30 bis 50. Hieraus ergeben sich lichttechnische Vorteile analog zu Großspiegelleuchten wie eine theoretisch optimale Schattenfreiheit durch großflächigen Lichtaustritt. Jedes Lichtmodul 6a bis 6g kann selbst eine komplette Operationsstelle ausleuchten. Von den Lichtmodulen 6a bis 6g erzeugtes Licht ist durch die Lichtstrahlen 7 gestrichelt angedeutet, so dass ein Leuchtfeld 8 entsteht. Das Leuchtfeld 8 ist die auf dem Operationstisch beleuchtete Fläche. Die Lichtmodule 6a bis 6g können durch beliebige Kombination mit weiteren Lichtmodulen zu unterschiedlichsten Gesamtmodulen als Lichtquelle zusammengesetzt werden. Dies verändert die Leuchtfeldgröße, die Beleuchtungsstärke und die Form des Leuchtfeldes 8.

[0020] Die einzelnen Lichtmodule, beispielsweise das in der **Fig. 3** gezeigte Lichtmodul 6a, bestehen alle jeweils aus einem Gehäuse 9 mit mechanischen und/oder elektrischen oder elektronischen Verbindungselementen oder Konnektoren zu benachbarten Lichtmodulen 6b bis 6g. Die Form der Lichtmodule 6a bis 6g ist so gestaltet, dass sie auf einer Kugelfläche mit typischem Radius 1000 mm ohne Zwischenräume angeordnet

werden können. Um dies zu erreichen, sind die Lichtmodule 6a bis 6g als Sechsecke ausgebildet. In zusammengesetzter Form ergibt sich eine Art Wabenstruktur oder Facettenstruktur. Die der Operationsstelle zugewandte Fläche der Lichtmodule 6a bis 6g muss auch nicht zwingend eben ausgebildet sein, sondern kann leicht konkav sein, um die Krümmung der Kugelfläche besser nachzubilden. Die optische Achse jedes Lichtmoduls 6a bis 6g weist im Allgemeinen in den Brennpunkt der Kugelfläche.

[0021] Unterschiedliche Lichtfeldformen können durch die Aneinanderreihung von Modulen mit verändertem Anstellwinkel erzeugt werden. Dazu können auch Zwischenelemente zum Einsatz kommen. In jedem Lichtmodul 6a bis 6g sind mehrere, ca. 30 bis 50 LEDs, gleichmäßig verteilt angeordnet, von denen in der Fig. 3 lediglich drei gezeigt und mit Bezugszeichen 10a bis 10c bezeichnet sind. Die Schattenbildung wird durch einen flächigen Lichtaustritt optimiert. Hierzu sind jeder der nahezu punktförmig strahlenden LEDs geeignete optische Elemente, z.B. Linsen 11a bis 11c zugeordnet. (gestrichelt angedeutet sind beispielhaft die LED-Lichtstrahlen 12a bis 12c).

[0022] Die Form der Linsenelemente 11a bis 11c ist so gestaltet, dass sie das Lichtmodul 6a möglichst bis zum Rand ausfüllen. Die Linsenelemente 11a bis 11c können zudem über eine Streustruktur zur Vergleichmäßigung des Lichtfeldes verfügen. Die Unterseite 5 der Lichtmodule kann durch eine transparente Scheibe abgedeckt sein.

[0023] Die einzelnen Lichtmodule 6a bis 6g bilden zusammen eine Lichtquelle mit einer Farbtemperatur von ca. 4.500 K sowie eines Farbwiedergabeindex Ra > 93, um eine natürliche Farbdarstellung, beispielsweise des zu operierenden Gewebes, zu erreichen. Deshalb kommen nicht nur LEDs zum Einsatz, welche weißes Licht erzeugen, sondern auch LEDs 10a bis 10c, welche farbiges Licht erzeugen. In der Fig. 3 sind diejenigen LEDs zur Erzeugung weißen Lichtes nicht mit Bezugszeichen bezeichnet. Die weißen LEDs sind analog zu den farbigen ausgebildet. Durch Zumischung farbiger Lichtanteile wie Cyan und Blau wird ein Einbruch im Spektrum wie bei einer Anordnung mit rein weißen LEDs teilweise kompensiert. Ferner können gezielt Farbmischungen erzeugt werden, die die Sehleistung des Operateurs verbessern. Bei konstanter Helligkeit der weißen LEDs können durch ausschließliche stufenlose Dimmung der Intensität der farbigen LEDs die Farbtemperatur und Farbwiedergabe des durch das Gesamtmodul, bestehend aus allen einzelnen Lichtmodulen 6a bis 6g (Gesamtlichtquelle), erzeugten Mischlichts variabel eingestellt werden. Die Lichtstromintensität der farbigen LEDs 10a bis 10c kann stufenlos verändert werden. Anzustreben wäre ferner das Konstanthalten der Gesamtbeleuchtungsstärke durch abgestimmte Intensitätsregelung aller LEDs. Die LEDs 10a bis 10c sind über Stromleitungen 13a bis 13c und 14 mit einer Steuereinrichtung 15 verbunden, welche ei-

ne elektrische Dimmung des Lichtstroms der LEDs ermöglicht. Die elektrische Dimmung der farbigen LEDs 10a bis 10c bewirkt eine Änderung der Farbtemperatur und/oder der Farbwiedergabe, was für die Ausleuchtung der Operationsstelle vorteilhaft ist. Hierbei ist denkbar, dass der Operateur die Einstellbarkeit derart nutzt, dass er nach seinen Bedürfnissen farbiges und weißes Licht mischt, um spezielle Gewebearten oder Gewebeveränderungen visuell differenzierter hervorzuheben. Der Operateur kann einzelne Gewebearten oder Gewebeveränderungen besser erkennen.

[0024] Es wird eine Grundeinstellung einer Farbtemperatur von 4.500 K vorgegeben, welche beim Einschalten der Operationsleuchte automatisch erzeugt wird. Andere je Anwendung der Operationsleuchte gewünschte Farbtemperatur kann mithilfe eines Bedienfeldes oder einer Tastatur einer Steuereinrichtung vom Operateur eingestellt werden. Die notwendigen Einstellparameter können in einem Speicher der Steuereinrichtung abgelegt werden. Weiterhin denkbar ist es, dass der Operateur weitere selbst gewählte Einstellungen zusätzlich abspeichern und diese Einstellungen auch nachträglich verändern kann.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0025]

- 1 Operationsleuchte
- 2 Leuchtenkörper
- 3 Handgriff
- 4 Element
- 5 Unterseite
- 6a Lichtmodul
- 6b Lichtmodul
- 6c Lichtmodul
- 6d Lichtmodul
- 6e Lichtmodul
- 6f Lichtmodul
- 6g Lichtmodul
- 7 Lichtstrahl
- 8 Leuchtfeld
- 9 Gehäuse
- 10a LED
- 10b LED
- 10c LED
- 11a Linse
- 11b Linse
- 11c Linse
- 12a Lichtstrahl
- 12b Lichtstrahl
- 12c Lichtstrahl
- 13a Stromleitung
- 13b Stromleitung
- 13c Stromleitung
- 14 Stromleitung
- 15 Steuereinrichtung

Patentansprüche

1. Operationsleuchte (1) mit mehreren als Leuchtmittel zur Ausleuchtung der Operationsstelle geeigneten LEDs, von denen LEDs zur Erzeugung weißen und farbigen Lichts ausgebildet sind, wobei Mittel zur Dimmung des Lichtstroms der farbigen LEDs (10a bis 10c) insbesondere blau oder cyanfarbiger LEDs, vorgesehen sind.
2. Operationsleuchte nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mechanische und/oder optische Mittel zur Dimmung vorgesehen sind.
3. Operationsleuchte nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** elektrische Mittel zur Dimmung vorgesehen sind.
4. Operationsleuchte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Steuereinrichtung (15) zur Steuerung und Regelung der Dimmung vorgesehen ist.
5. Operationsleuchte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Linsen (11a bis 11c) zur Schaffung eines gleichmäßigen Lichtaustritts und Bündelung des Lichts auf das Leuchtfeld eingesetzt werden.
6. Verfahren zur Ausleuchtung einer Operationsstelle mit einer Operationsleuchte, welche LEDs zur Erzeugung weißen und farbigen Lichts aufweist, wobei der Lichtstrom der farbigen LEDs (10a bis 10c) gedimmt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Lichtstrom der weißen LEDs annähernd konstant gehalten wird.
8. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gesamtbeleuchtungsstärke annähernd konstant bleibt.
9. Verfahren nach Anspruch 6, 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die spektrale Zusammensetzung des Lichtes in Abhängigkeit von Gewebeart, Gewebestruktur und Remissionsverlauf eingestellt werden kann.

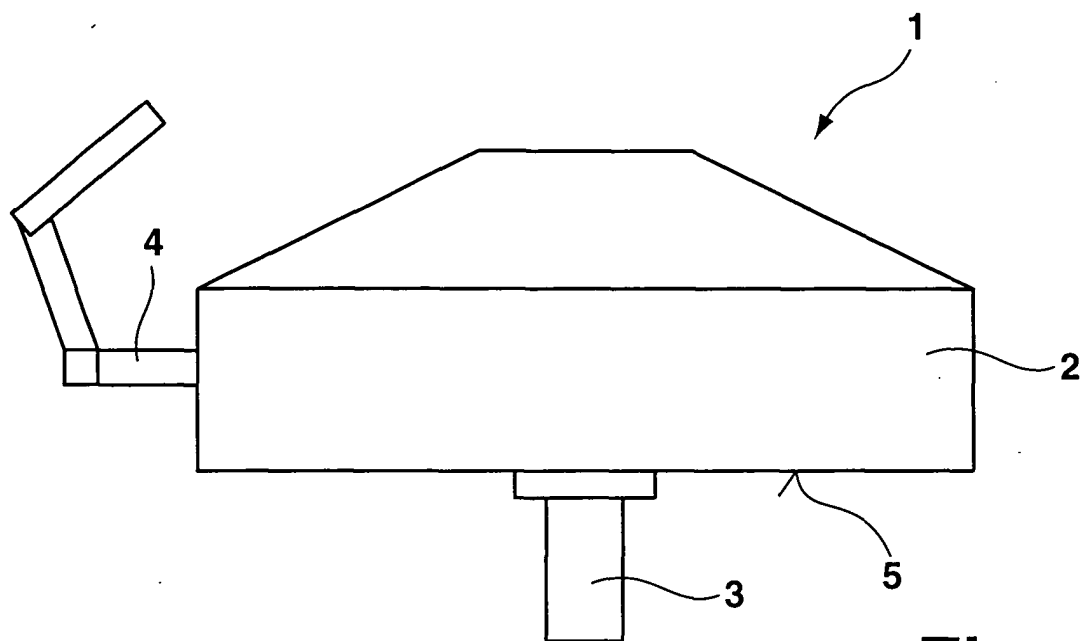


Fig. 1

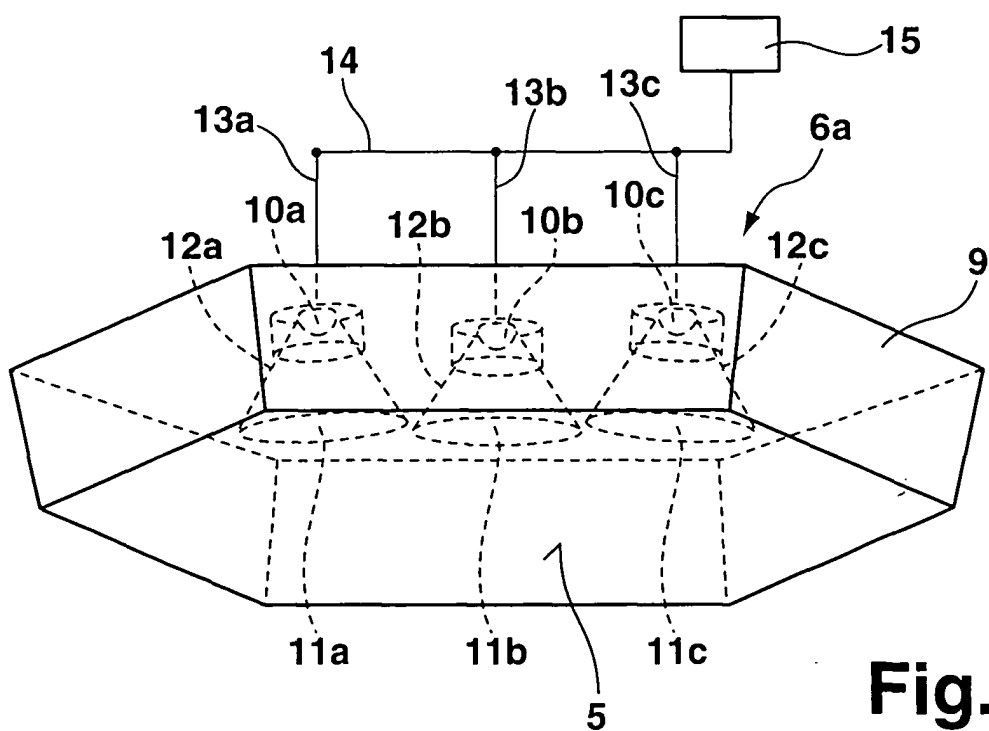


Fig. 3

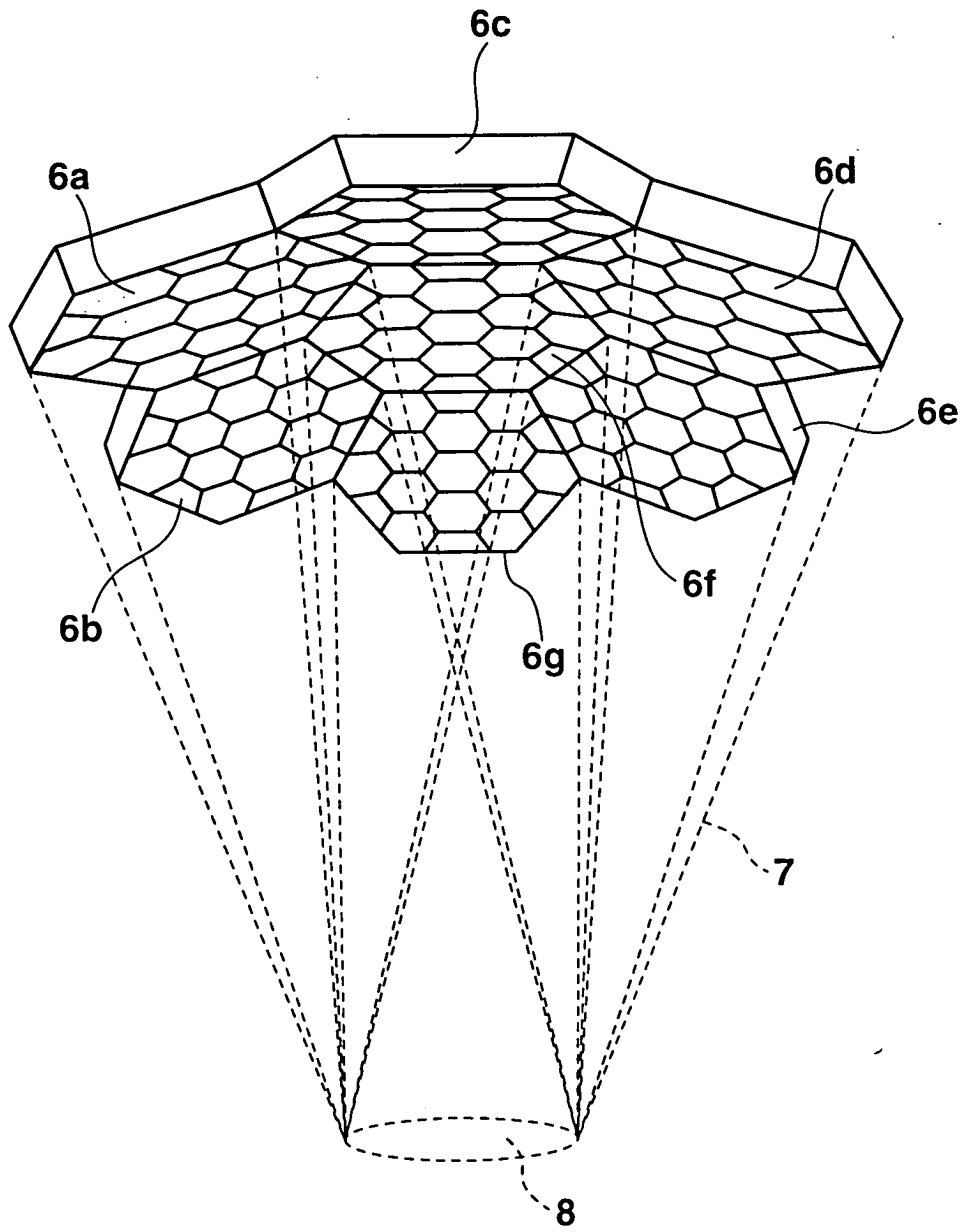


Fig. 2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 00 4602

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
Y	US 4 196 460 A (SCHRECKENDGUST JAY G) 1. April 1980 (1980-04-01) * Spalte 1, Zeile 44 - Spalte 2, Zeile 47 * * Spalte 3, Zeile 29 - Spalte 4, Zeile 57; Abbildungen 1-3 *	1-7	F21S8/00
D,Y	WO 03/019072 A (OKUMURA YUKIYASU) 6. März 2003 (2003-03-06) * Zusammenfassung; Abbildungen 3-6 *	1,3,6,7	
Y	US 6 495 964 B1 (MUTHU SUBRAMANIAN ET AL) 17. Dezember 2002 (2002-12-17) * Spalte 1, Zeile 65 - Spalte 3, Zeile 50; Abbildungen 1-3 *	4	
Y	DE 100 34 594 A (SIRONA DENTAL SYS GMBH & CO KG) 31. Januar 2002 (2002-01-31) * Absatz [0005] - Absatz [0017] * * Absatz [0036] - Absatz [0041]; Abbildungen 1,2 *	5	
Y	US 2003/165055 A1 (SCHOLZ MANFRED) 4. September 2003 (2003-09-04) * Absatz [0004] - Absatz [0039]; Abbildungen 3,4 *	2	F21S
A		3,4	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 30. Juni 2004	Prüfer Bader-Arboreanu, A
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1
EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 04 00 4602

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

30-06-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4196460 A	01-04-1980	DE 2927812 A1 GB 2026148 A ,B JP 55032586 A	24-01-1980 30-01-1980 07-03-1980
WO 03019072 A	06-03-2003	WO 03019072 A1	06-03-2003
US 6495964 B1	17-12-2002	US 6127783 A CN 1406450 T EP 1348319 A2 WO 02052902 A2 CN 1114095 B DE 69906260 D1 DE 69906260 T2 WO 0037904 A1 EP 1056993 A1 JP 2002533870 T US 6445139 B1	03-10-2000 26-03-2003 01-10-2003 04-07-2002 09-07-2003 30-04-2003 04-12-2003 29-06-2000 06-12-2000 08-10-2002 03-09-2002
DE 10034594 A	31-01-2002	DE 10034594 A1 WO 0206723 A1	31-01-2002 24-01-2002
US 2003165055 A1	04-09-2003	DE 10209533 A1 CA 2419092 A1 EP 1342947 A2 JP 2003250813 A	04-12-2003 04-09-2003 10-09-2003 09-09-2003

EPO FORM P0461

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