



(10) **DE 10 2015 106 519 A1** 2016.11.03

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 106 519.3**

(22) Anmeldetag: **28.04.2015**

(43) Offenlegungstag: **03.11.2016**

(51) Int Cl.: **G05D 25/02 (2006.01)**

(71) Anmelder:

Berchtold Holding GmbH, 78532 Tuttlingen, DE

(72) Erfinder:

Jacobi, Leif, 78532 Tuttlingen, DE

(74) Vertreter:

**Manitz, Finsterwald & Partner GbR, 80336
München, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

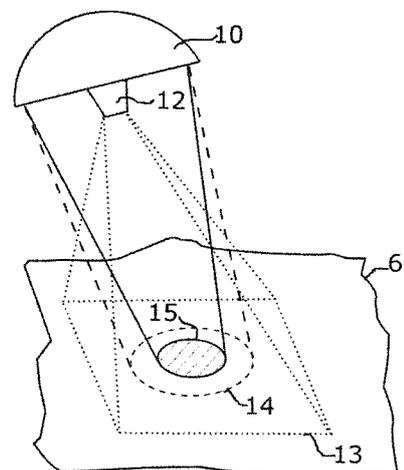
**DE 10 2009 037 316 A1
EP 2 215 987 A1**

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Ansteuerung einer Operationsleuchte**

(57) Zusammenfassung: Bei einem Verfahren zur Ansteuerung einer Operationsleuchte wird die Leuchtdichteverteilung in einem Messfeld ortsselektiv ermittelt und die Leuchtfeldgröße wird an die Größe des Operationsfelds unter Berücksichtigung der Leuchtdichteverteilung angepasst.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Ansteuerung einer ein Operationsfeld beleuchtenden Operationsleuchte.

[0002] Bei der Beleuchtung eines Operationsfelds kommt der Einstellung der richtigen Helligkeit große Bedeutung zu. Hierzu ist es aus dem Stand der Technik bekannt, den Abstand zwischen Operationsleuchte und Operationsfeld zu messen und die Beleuchtungsstärke abhängig vom Abstand konstant zu halten. Auch ist es bekannt, eine Leuchtdichtemessung vorzunehmen und die Helligkeit der Operationsleuchte entsprechend anzupassen. Eine Konstanthaltung der Leuchtfeldgröße durch Fokussieren in Abhängigkeit von einem gemessenen Abstand ist aus dem Stand der Technik ebenfalls bekannt.

[0003] Bei der Verwendung bekannter Operationsleuchten kann es bei falsch eingestellter Leuchtfeldgröße zu einer übermäßigen Beleuchtung des durch Tücher bzw. andere Abdeckungen abgedeckten Bereiches um das eigentliche Operationsfeld herum kommen. Hierdurch wird ein helles Umfeld geschaffen, auf welches der Operateur adaptiert, wodurch das eigentliche Operationsfeld noch dunkler erscheint. Darüber hinaus können unzulässig hohe Leuchtdichteunterschiede im Gesichtsfeld des Operateurs zu negativen physiologischen und psychologischen Wirkungen führen, welche den Sehkomfort und die Sehleistung beeinträchtigen können.

[0004] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Ansteuerung einer ein Operationsfeld beleuchtenden Operationsleuchte zu schaffen, mit denen unabhängig von der Entfernung der Operationsleuchte vom Operationsfeld eine optimierte Einstellung der Lichtintensität erfolgen kann.

[0005] Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche.

[0006] Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst folgende Schritte in der genannten Reihenfolge: Zunächst wird eine ortsselektive Ermittlung der Leuchtdichteverteilung in einem Messfeld durchgeführt, das größer als eine maximale Leuchtfeldgröße der Operationsleuchte ist. Die maximale Leuchtfeldgröße der Operationsleuchte kann beispielsweise durch Fokussieren oder durch Ansteuern einzelner Leuchtmittel innerhalb der Operationsleuchte verändert werden, d.h. die maximale Leuchtfeldgröße der Operationsleuchte ist bekannt. Entsprechend kann ein Messfeld gewählt werden, das größer als die maximale Leuchtfeldgröße ist und innerhalb dieses Messfeldes kann ortsselektiv, d.h. orts aufgelöst die Leuchtdichteverteilung ermittelt werden.

[0007] Aus der ermittelten Leuchtdichteverteilung lässt sich auf die tatsächliche Größe des Operationsfelds rückschließen, so dass in einem zweiten Schritt die Leuchtfeldgröße der Operationsleuchte an die Größe des im ersten Schritt ermittelten Operationsfelds unter Berücksichtigung der Leuchtdichteverteilung angepasst werden kann. Die Leuchtfeldgröße kann also in dem zweiten Schritt so vergrößert oder verkleinert werden, dass das erzeugte Leuchtfeld an die Größe des Operationsfelds angepasst ist, d.h. im Wesentlichen der Größe des Operationsfelds entspricht.

[0008] Anschließend kann in einem dritten Schritt die Lichtintensität der Operationsleuchte unter Berücksichtigung der Leuchtdichte der Umgebung des Operationsfelds innerhalb des Messfeldes eingestellt werden. Die Lichtintensität der Operationsleuchte kann so angepasst werden, dass das Leuchtdichteverhältnis zwischen Operationsfeld und Umgebung des Operationsfelds optimiert ist. Ist beispielsweise die Umgebung des Operationsfelds sehr schwach reflektierend, so kann die Lichtintensität der Operationsleuchte höher eingestellt werden. Ist die Umgebung stark reflektierend, so kann die Lichtintensität geringer eingestellt werden, um Blendeffekte zu vermeiden. Es erfolgt also eine Einstellung der Lichtintensität der Operationsleuchte unter Berücksichtigung der Leuchtdichte der innerhalb des Messfeldes liegenden Umgebung des Operationsfelds.

[0009] Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in der Beschreibung, der Zeichnung sowie den Unteransprüchen beschrieben.

[0010] Nach einer ersten vorteilhaften Ausführungsform kann aus der ermittelten Leuchtdichteverteilung ein Leuchtdichteobjekt ermittelt werden, das dem Operationsfeld entspricht. Durch die ortsselektive Messung der Leuchtdichte lässt sich nämlich mittels bekannter Verfahren, beispielsweise dem Gradientenverfahren, ein Leuchtdichteobjekt definieren, dessen Außenkontur der Außenkontur des Operationsfelds entspricht. Das so ermittelte Leuchtdichteobjekt kann dann weiter verwendet werden, um die Anpassung der Leuchtfeldgröße der Operationsleuchte vorzunehmen.

[0011] Die Einstellung einer gewünschten und an die Umgebung des Operationsfelds angepassten Lichtintensität kann auf verschiedene Art und Weise erfolgen. In jedem Fall wird die Lichtintensität so angepasst, dass diese für den Operateur in Abhängigkeit von der Helligkeit der Umgebung des Operationsfelds optimiert ist. Nach einer vorteilhaften Ausführungsform kann zur Einstellung der angepassten Lichtintensität ein Kennlinienfeld herangezogen werden, in dem in Abhängigkeit von der Größe des Operationsfelds und von der Helligkeit der Umgebung des Operationsfelds Lichtintensitäten abgespeichert sind. Da die

Helligkeit in der Umgebung des Operationsfelds und auch die Lichtfeldgröße bekannt ist, kann aus dem Kennlinienfeld ein optimierter Helligkeitswert ausgelesen werden, der beispielsweise empirisch ermittelt worden ist.

[0012] Alternativ oder zusätzlich kann zur Einstellung der angepassten Lichtintensität ein Verhältnis zwischen der Leuchtdichte im Operationsfeld und der Leuchtdichte in der Umgebung des Operationsfelds vorgegeben werden, wobei das vorgegebene Verhältnis insbesondere mit der Größe des Leuchtfelds variieren kann. So kann beispielsweise vorgegeben werden, dass die Leuchtdichte innerhalb des Operationsfelds stets um einen bestimmten Prozentsatz höher ist als die Leuchtdichte in der Umgebung des Operationsfelds. Auch kann beispielsweise vorgegeben werden, dass die Leuchtdichte bei kleinerem Operationsfeld geringer und bei größerem Operationsfeld höher ist oder dass die Leuchtdichte bei kleinerem Operationsfeld höher und bei größerem Operationsfeld geringer ist.

[0013] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann aus einem ermittelten Leuchtdichteobjekt eine Leuchtfeldgröße errechnet werden, die das Leuchtdichteobjekt einbeschreibt. Mit anderen Worten kann der geometrische Mittelpunkt des Leuchtdichteobjekts und dessen Außenkontur ermittelt werden und aus diesen Daten kann eine Leuchtfeldgröße erreicht werden, die das zuvor ermittelte Leuchtdichteobjekt, d.h. die Operationsstelle, vollständig einbeschreibt.

[0014] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann die ortsselektive Ermittlung der Leuchtdichteverteilung als punktuelle Leuchtdichtemessung mittels mehrerer Einzelsensoren erfolgen. Alternativ ist es möglich, die Leuchtdichteverteilung mit einer kalibrierten Kamera, beispielsweise einer Graustufenkamera zu ermitteln, was auf kostengünstige Weise möglich ist. Schließlich ist auch die Verwendung einer Leuchtdichtekamera möglich.

[0015] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann zur besseren Erkennung des Operationsfeldrandes zumindest eine Reflexionsmarke verwendet werden. Eine solche Reflexionsmarke kann beispielsweise nur temporär und manuell vor der eigentlichen Operation eingesetzt werden. Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann eine Operationsfeldabdeckung verwendet werden, deren Rand mit einer im nicht sichtbaren Bereich (beispielsweise im Infrarotbereich oder im nahen UV-Bereich) oder aber im sichtbaren Bereich reflektierenden Reflexionsmarke versehen ist. Eine solche Operationsfeldabdeckung, wie sie üblicherweise verwendet wird, weist eine Öffnung mit einem umlaufenden Rand auf, so dass der umlaufende Rand mit einer durchgehenden oder mehreren einzelnen Re-

flexionsmarken versehen werden kann, was die automatisierte Erfassung der Größe bzw. Kontur des Operationsfelds erleichtert.

[0016] Die Anpassung der Leuchtfeldgröße an die Größe des Operationsfelds kann grundsätzlich so erfolgen, dass die Größe des Leuchtfelds genauso groß ist wie die Erstreckung des Operationsfelds. Nach einer weiteren Ausführungsform kann jedoch auch die Leuchtfeldgröße etwas größer als die Größe des Operationsfelds eingestellt werden, so dass das Leuchtfeld auf jeden Fall die Außenkontur des Operationsfelds überdeckt.

[0017] Nach einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft diese eine Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens der vorstehend beschriebenen Art, wobei die Vorrichtung eine Sensorik zur ortsselektiven Ermittlung der Leuchtdichteverteilung in einem Messfeld umfasst. Weiterhin ist eine Einrichtung zur Anpassung der Leuchtfeldgröße einer Operationsleuchte vorgesehen und eine Einrichtung zur Einstellung der Lichtintensität der Operationsleuchte ist so ausgebildet, dass die Lichtintensität an die Umgebung eines Operationsfelds innerhalb des Messfelds angepasst werden kann. Bevorzugt ist diese Vorrichtung in einen Handgriff für eine Operationsleuchte integriert, so dass bereits bestehende Operationsleuchten mit der Vorrichtung nachgerüstet werden können. Alternativ kann die Vorrichtung in einem Leuchtenkörper der Operationsleuchte oder in Handgriff und Leuchtenkörper integriert sein.

[0018] Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung rein beispielhaft anhand einer vorteilhaften Ausführungsform und unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:

[0019] Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines von einer Operationsleuchte beleuchteten Operationsfelds;

[0020] Fig. 2 und Fig. 3 die Anpassung der Leuchtfeldgröße an das Operationsfeld; und

[0021] Fig. 4 ein Regelungsschema für die Einstellung der Leuchtfeldgröße und die Regelung der Leuchtdichte innerhalb des Operationsfelds.

[0022] Fig. 1 zeigt eine perspektivische Ansicht einer nur schematisch dargestellten Operationsleuchte **10**, in deren zentralem Handgriff **12** Messmittel sowie Elektronik zur Messmittelsteuerung, Informationsverarbeitung und Generierung von Steuersignalen für die Leuchte sowie zur Überwachung von Regelgrößen vorgesehen sind. Die Integration sowohl der Messmittel (Sensorik in Form einer Kamera oder in Form von Lichtsensoren) wie auch der Informationsverarbeitung in Form von Hard- und Software im Handgriff ermöglicht ein kundenorientiertes Nach-

rüsten der erfindungsgemäßen Funktionen. Die in den Handgriff **12** integrierte Einheit überträgt lediglich Steuersignale an den Leuchtenkörper, ähnlich einer Leuchtenbedienung, um die Lichtintensität und die Leuchtfeldgröße der Operationsleuchte zu verändern.

[0023] Wie **Fig. 1** verdeutlicht, beleuchtet die Operationsleuchte **10** ein Operationsfeld **15** mit einer vorgewählten Leuchtfeldgröße **14**, die gestrichelt dargestellt und größer als das eigentliche Operationsfeld **15** ist, so dass auch die Umgebung des Operationsfelds **15** in einem Ringstreifen beleuchtet wird.

[0024] Eine innerhalb des Handgriffs **12** vorgesehene Sensorik, vorzugsweise eine Leuchtdichtekamera, dient zur Erfassung von Helligkeitsunterschieden an verschiedenen Positionen im Arbeitsbereich des Operateurs und die erfassten Helligkeitsunterschiede können zur Position der Leuchte bzw. zumindest zur optischen Achse der Leuchte korreliert werden, so dass die Leuchtdichteverteilung in einem Messfeld **13** ortsselektiv ermittelt werden kann, das größer als die maximale Leuchtfeldgröße **14** der Operationsleuchte ist.

[0025] Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren wird anschließend zunächst die Leuchtfeldgröße der Operationsleuchte an die Größe des Operationsfelds **15** unter Berücksichtigung der ermittelten Leuchtdichteverteilung angepasst.

[0026] **Fig. 2** verdeutlicht die Anpassung der Leuchtfeldgröße bei zu großem Anfangsleuchtfeld. Hierbei erfolgt zunächst eine erste Aufnahme der Leuchtdichte im Kamerabildfeld, wobei die Leuchte **10** auf das Operationsfeld ausgerichtet ist (**Fig. 2**, Bezugszeichen A). Anschließend können die Bereichsgrenzen bzw. die Leuchtdichteobjekte im Bildfeld berechnet werden, so dass die mittleren Leuchtdichten in den aufgefundenen Bereichen L1 (Operationsfeld), L2 (beleuchteter Bereich) und L3 (Umgebung) berechnet werden können. Aufgrund der so ermittelten Daten lässt sich dann die Leuchtfeldgröße, d.h. die räumliche Ausdehnung des Bereichs mit der Leuchtdichte L2 so verkleinern, dass der beleuchtete Bereich im Wesentlichen dem Operationsfeld entspricht.

[0027] Im Anschluss kann die Beleuchtungsstärke so variiert werden (**Fig. 2**, Bezugszeichen B), dass die Leuchtdichte L1* im Operationsfeld einen für die Sehaufgabe und die vorliegende Umfeldleuchtdichte L3* optimierten Wert annimmt, wobei sich die Umfeldleuchtdichte L3* durch die Anpassung der Leuchtfeldgröße ebenfalls in einem gewissen Bereich im Vergleich zu L3 vor der Größenverstellung verändern kann.

[0028] Die in **Fig. 2** dargestellten Leuchtdichtewerte sind rein beispielhaft angegeben. So ist es auch möglich, dass die Leuchtdichte L1* größer ist als die Leuchtdichte L3*.

[0029] **Fig. 3** verdeutlicht eine Situation, bei der das anfängliche Leuchtfeld L1 kleiner als das Operationsfeld L2 ist. Auch hier wird die Leuchtfeldgröße verändert, so dass diese im Wesentlichen dem Operationsfeld entspricht und anschließend wird die Leuchtdichte auf einen Wert L1* eingestellt, der gegenüber der Umgebungsleuchtdichte L3* optimiert ist. In allen Fällen wird das erfindungsgemäße Verfahren ohne eine Abstandsmessung durchgeführt.

[0030] Das vorstehende Verfahren, das als Steuerung oder als Regelung ausgebildet sein kann, wird nachfolgend nochmals anhand von **Fig. 4** erläutert: Das Verfahren beginnt mit dem Schritt **100** und führt anschließend im Schritt **102** eine Messung der Leuchtdichte durch, wobei im Schritt **104** eine Auswertung des ermittelten Leuchtdichtebildes erfolgt und aus der Leuchtdichteverteilung eines oder mehrere Leuchtdichteobjekte ermittelt werden. Im nachfolgenden Schritt **106** wird abgefragt, ob das Leuchtfeld **14** der Operationsleuchte **10** größer als das durch die ermittelte Leuchtdichteverteilung festgestellte Operationsfeld **15** ist. Ist dies der Fall, so wird im nachfolgenden Schritt **108** das Leuchtfeld verkleinert und es wird zum Schritt **102** zurückgekehrt. Ist dies nicht der Fall, wird im Schritt **110** abgefragt, ob das Leuchtfeld kleiner als das Operationsfeld **15** ist. Ist dies der Fall, so wird im Schritt **112** das Leuchtfeld vergrößert und zum Schritt **102** zurückgekehrt. Ist dies nicht der Fall, so besitzt das Leuchtfeld die Größe des Operationsfelds und es kann anschließend die Lichtintensität der Operationsleuchte unter Berücksichtigung der Umgebung des Operationsfelds optimiert werden. Hierzu wird im Schritt **114** abgefragt, ob die Leuchtdichte L1* des jetzt vorhandenen Leuchtfelds in einem optimierten Leuchtdichteverhältnis zur Leuchtdichte der Umgebung L3* steht. Ist dies der Fall, so kann das Verfahren im Schritt **120** beendet werden. Ist dies nicht der Fall, wird im Schritt **116** die Lichtintensität der Operationsleuchte durch Ändern deren Leistungswerte, d.h. durch ein Regeln der Intensität geändert. Anschließend wird im Schritt **118** erneut die Leuchtdichte gemessen und es wird zum Schritt **114** zurückgekehrt.

[0031] Es versteht sich, dass anstelle des Schritts **120** auch zum Schritt **102** oder zum Schritt **114** zurückgekehrt werden kann, um eine kontinuierliche Regelung zu erzielen. Auch ist offensichtlich, dass sich die vorstehend beschriebene Erfindung nicht nur auf Operationsleuchten sondern in gleicher Weise auf beliebige andere Leuchten, wie Untersuchungsleuchten und dgl. anwenden lässt.

[0032] Zur Aktivierung des vorstehend beschriebenen Verfahrens kann an einer Steuerung der Operationsleuchte ein eigenes Schaltelement vorgesehen werden. Außerdem ist es möglich, jederzeit die automatische Intensitätsanpassung manuell abzuschalten. Außerdem kann vorgesehen werden, die Helligkeit der Leuchte und/oder die Leuchtfeldgröße zu reduzieren, wenn beispielsweise aufgrund der Leuchtdichtemessung festgestellt wird, dass die Leuchte nicht in Richtung des Operationsfelds sondern in den Raum orientiert ist. Hierdurch wird die Blendung von ärztlichem Personal verhindert.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ansteuerung einer ein Operationsfeld beleuchtenden Operationsleuchte (**10**), umfassend die folgenden Schritte in der genannten Reihenfolge:

- a) ortsselektive Ermittlung der Leuchtdichteverteilung in einem Messfeld (**13**), das größer als eine maximale Leuchtfeldgröße (**14**) der Operationsleuchte (**10**) ist,
- b) Anpassung der Leuchtfeldgröße der Operationsleuchte (**10**) an die Größe des Operationsfelds (**15**) unter Berücksichtigung der Leuchtdichteverteilung, und
- c) Einstellung einer Lichtintensität der Operationsleuchte unter Berücksichtigung der Leuchtdichte der innerhalb des Messfelds (**13**) liegenden Umgebung des Operationsfelds.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass aus der Leuchtdichteverteilung ein Leuchtdichteobjekt ermittelt wird, das dem Operationsfeld (**15**) entspricht.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Schritt c) zur Einstellung der Lichtintensität ein Kennlinienfeld verwendet wird, in dem in Abhängigkeit von der Größe des Operationsfelds (**15**) und von der Helligkeit der Umgebung des Operationsfelds Lichtintensitäten abgespeichert sind.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Schritt c) zur Einstellung der Lichtintensität ein Verhältnis zwischen der Leuchtdichte im Operationsfeld und der Leuchtdichte in der Umgebung des Operationsfelds vorgegeben wird, das insbesondere mit der Größe des Leuchtfelds variiert.

5. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass aus dem Leuchtdichteobjekt eine insbesondere kreisförmige Leuchtfeldgröße errechnet wird, die das Leuchtdichteobjekt einbeschreibt.

6. Verfahren nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die ortsselektive Ermittlung der Leuchtdichteverteilung

als punktuelle Leuchtdichtemessung mittels mehrerer Einzelsensoren erfolgt.

7. Verfahren nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche 1–5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Leuchtdichteverteilung mit einer kalibrierten Graustufenkamera ermittelt wird.

8. Verfahren nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur besseren Erkennung des Operationsfeldrandes zumindest eine Reflexionsmarke verwendet wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur besseren Erkennung des Operationsfeldrandes eine Operationsfeldabdeckung verwendet wird, deren Rand mit einer im nicht sichtbaren oder im sichtbaren Bereich reflektierenden Reflexionsmarke versehen ist.

10. Verfahren nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Schritt b) die Leuchtfeldgröße etwas größer als die Größe des Operationsfelds eingestellt wird.

11. Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach zumindest einem der vorstehenden Ansprüche, umfassend
eine Sensorik zur ortsselektiven Ermittlung der Leuchtdichteverteilung in einem Messfeld,
eine Einrichtung zur Anpassung der Leuchtfeldgröße einer Operationsleuchte, und
eine Einrichtung zur Einstellung der Lichtintensität der Operationsleuchte derart, dass die Leuchtdichte der innerhalb des Messfelds (**13**) liegenden Umgebung des Operationsfelds berücksichtigt wird, wobei die Vorrichtung insbesondere innerhalb eines Handgriffes für eine Operationsleuchte untergebracht ist.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

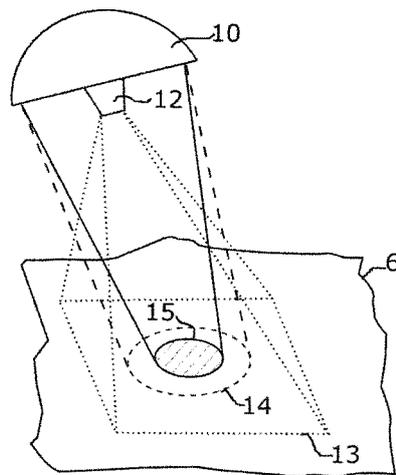


Fig. 1

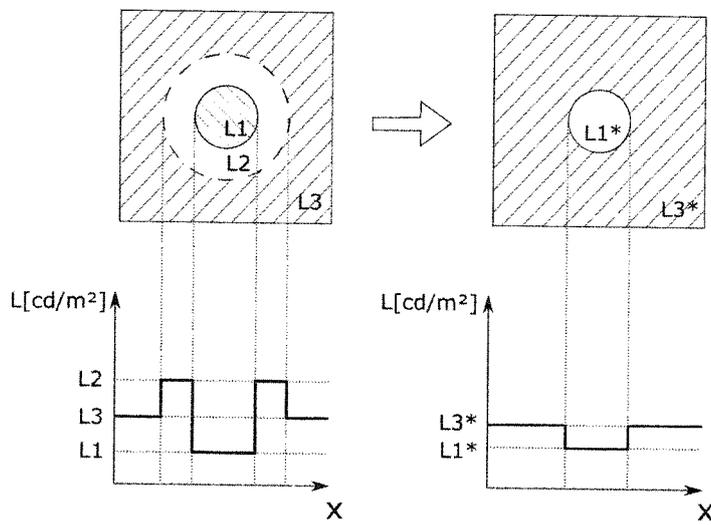


Fig. 2

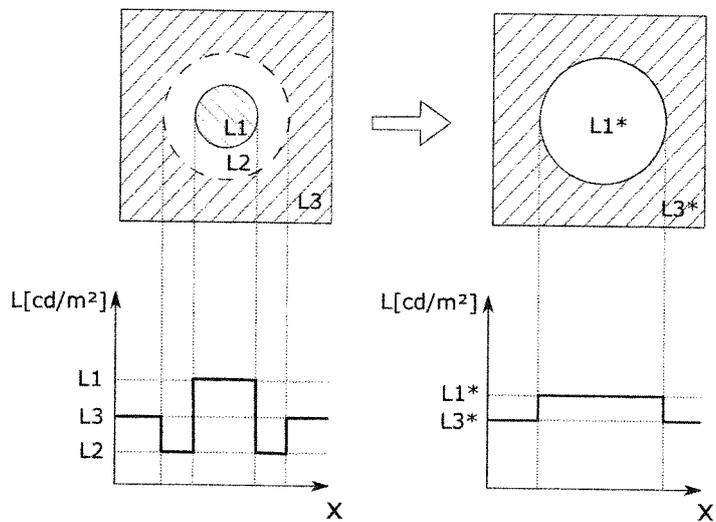


Fig. 3

Fig. 4

