



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 00 647 T2** 2006.02.02

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 433 998 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 00 647.7**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 293 099.2**

(96) Europäischer Anmeldetag: **10.12.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **30.06.2004**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **11.05.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **02.02.2006**

(51) Int Cl.⁸: **F21S 8/00** (2006.01)
G01J 1/32 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

0216676 24.12.2002 FR

(73) Patentinhaber:

ALM, Ardon, FR

(74) Vertreter:

Wilhelms, Kilian & Partner, 81541 München

(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

(72) Erfinder:

Thibaud, Philippe, 45100 Orleans, FR; Monnot, Jérôme, 45240 Menestreau en Villette, FR; Bouillhol, Sebastien, 91160 Saulx les Chartreux, FR; Fichot, Yves, 45000 Orleans, FR

(54) Bezeichnung: **Beleuchtungsvorrichtung und dessen Verwendung**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Beleuchtungsvorrichtung für ein Beleuchtungsfeld insbesondere ein Operationsfeld eines Arztes mit einer Lichtquelle, die einen ersten und einen zweiten Beleuchtungsmodul umfasst, welche Beleuchtungsmodule einen ersten und einen zweiten Beleuchtungsbereich des Beleuchtungsfeldes beleuchten können, welche Beleuchtungsbereiche sich wenigstens teilweise so überlappen, dass eine Überlappungszone gebildet ist, wobei jeder Beleuchtungsmodul ein Überlappungsvolumen festlegt, das sich zwischen der Oberfläche des Beleuchtungsmoduls, die das Licht zur Überlappungszone ausgibt, und dieser Überlappungszone erstreckt.

[0002] Sie findet ihre Anwendung insbesondere bei Beleuchtungsvorrichtungen für ein Operationsfeld in chirurgischen Operationssälen.

[0003] Man kennt Beleuchtungsvorrichtungen in Operationssälen. Derartige Vorrichtungen umfassen eine Lichtquelle, deren Lichtbündel auf das Operationsfeld gerichtet ist.

[0004] Wenn ein Hindernis wie beispielsweise der Kopf eines Arztes in den Lichtweg der Lichtquelle zum Beleuchtungsfeld gerät, wird ein Schattenfleck gebildet, was die Qualität der Beleuchtung herabsetzt und wenig ergonomisch ist.

[0005] Die vorliegende Erfindung hat zum Ziel, diesen Mangel zu beheben und eine Beleuchtungsvorrichtung vorzuschlagen, die hilft, die Ergonomie zu verbessern.

[0006] Dazu ist Gegenstand der Erfindung eine Vorrichtung der genannten Art, die sich dadurch auszeichnet, dass sie Erfassungseinrichtungen, die eine Zone geringer Beleuchtung in der Überlappungszone erfassen können, und Steuereinrichtungen umfasst, die den Lichtfluss des besagten zweiten Beleuchtungsmoduls erhöhen können, wenn die Erfassungseinrichtungen eine Zone geringer Beleuchtung erfassen.

[0007] Gemäß weiterer Ausführungsformen umfasst die Erfindung eines oder mehrere der folgenden Merkmale:

- die Lichtquelle kann die Überlappungszone mit einer bestimmten Beleuchtungsstärke beleuchten und die Steuereinrichtungen können den Lichtfluss des besagten zweiten Beleuchtungsmoduls so erhöhen, dass die Beleuchtungsstärke der Überlappungszone gleich der bestimmten Beleuchtungsstärke ist;
- die Erfassungseinrichtungen können eine Schattenzone erfassen, die durch ein Hindernis erzeugt wird, das sich im Überlappungsvolumen

des besagten ersten Beleuchtungsmoduls befindet und wenigstens teilweise im Inneren der Überlappungszone liegt, die Steuereinrichtungen können den Lichtfluss des besagten zweiten Beleuchtungsmoduls in einem bestimmten Maß erhöhen und das bestimmte Maß ist gleich dem Verhältnis der Fläche der Schattenzone zur Fläche der Überlappungszone;

- die Steuereinrichtungen umfassen Einrichtungen zum Verkleinern des Lichtflusses, die den Lichtfluss des besagten ersten Beleuchtungsmoduls herabsetzen können, wenn eine Zone geringer Beleuchtung durch die Erfassungseinrichtungen festgestellt wird;

- der erste und der zweite Beleuchtungsmodul können jeweils Licht mit gleicher spektraler Zusammensetzung aussenden;

- wenigstens einer der Beleuchtungsmodule umfasst eine Leuchtdiode,

- wenigstens einer der Beleuchtungsmodule umfasst mehrere Leuchtdioden, von denen wenigstens zwei Leuchtdioden Licht in verschiedener Farbe aussenden können, und die Steuereinrichtungen umfassen eine Steuereinheit, die jedem Beleuchtungsmodul zugeordnet ist, welche Steuereinheit den individuellen Lichtfluss des Lichtes, das von jeder Leuchtdiode des Beleuchtungsmodul ausgesandt wird, in Abhängigkeit von einem gegebenen Sollwert regulieren kann, der eine Farbe und eine Lichtstärke wiedergibt;

- die Lichtquelle umfasst eine Vielzahl von Beleuchtungsmodulen, von denen jeder mehrere Leuchtdioden umfasst, die Steuereinrichtungen umfassen eine Zentraleinheit, die einzelne Sollwerte erzeugen kann, die eine Farbe und eine Lichtstärke für jeden der Beleuchtungsmodule wiedergeben, und jede Steuereinheit ist mit der Zentraleinheit so verbunden, dass sie die Sollwerte der Farbe und der Lichtstärke empfangen kann;

- wenigstens ein Beleuchtungsmodul umfasst Einrichtungen zum Erfassen einer fehlerhaften Leuchtdiode und es sind weiterhin Kompensationseinrichtungen für den Ausfall einer fehlerhaften Leuchtdiode vorgesehen;

- die Kompensationseinrichtungen umfassen Einrichtungen, die den Lichtfluss der Leuchtdioden herabsetzen können, die das Licht einer anderen Farbe als der der fehlerhaften Leuchtdiode aussenden;

- der Beleuchtungsmodul umfasst wenigstens eine weitere Leuchtdiode einer Farbe, die gleich der der fehlerhaften Leuchtdiode ist, und die Kompensationseinrichtungen können den Lichtfluss der Leuchtdiode mit der gleichen Farbe wie der der fehlerhaften Leuchtdiode erhöhen;

- der Farbwiedergabeindex der Lichtquelle ist wenigstens gleich 90.

[0008] Gegenstand der Erfindung ist weiterhin die Verwendung einer Vorrichtung der genannten Art

zum Beleuchten eines Operationsfeldes eines Arztes.

[0009] Die Erfindung wird weiter verständlich anhand der Lektüre der Beschreibung, die nur als Beispiel und unter Bezug auf die zugehörigen Zeichnungen gegeben wird, in denen

[0010] [Fig. 1](#) eine schematische Seitenansicht einer Beleuchtungsanordnung gemäß der Erfindung zeigt;

[0011] [Fig. 2](#) eine Anordnung von Beleuchtungselementen längs der Linie II-II in [Fig. 1](#) zeigt;

[0012] [Fig. 3](#) ein Beleuchtungselement gemäß der Erfindung zeigt und

[0013] [Fig. 4](#) einen Teil eines Beleuchtungsfeldes längs der Linie IV-IV in [Fig. 1](#) zeigt.

[0014] In [Fig. 1](#) ist eine Beleuchtungsanordnung gemäß der Erfindung dargestellt, die mit dem Bezugszeichen **2** bezeichnet ist.

[0015] Die Anordnung ist dazu bestimmt, ein Beleuchtungsfeld **4** zu beleuchten, das sich in einer horizontalen Beleuchtungsebene P-P erstreckt. Im vorliegenden Fall ist das Beleuchtungsfeld **4** das Operationsfeld **6** eines Arztes an einem Patienten **8** in einem medizinischen Operationssaal.

[0016] Die Anordnung **2** umfasst ein Gehäuse **10**, in dem eine Lichtquelle **12** angeordnet ist, die aus einer Vielzahl von Beleuchtungselementen **14** besteht. Im vorliegenden Fall umfasst die Anordnung **2** eine Matrix aus zwanzig Beleuchtungselementen **14**, die in **5** Spalten und **4** Zeilen angeordnet sind, wie es in [Fig. 2](#) dargestellt ist. Die fünf Beleuchtungselemente **14** der ersten Zeile sind in [Fig. 1](#) sichtbar.

[0017] Jedes Beleuchtungselement **14** umfasst einen Beleuchtungsmodul **16**, eine Steuereinheit **18**, die dem Beleuchtungsmodul **16** zugeordnet ist, und optische Elemente **20**.

[0018] Die Anordnung **2** umfasst weiterhin eine Zentraleinheit **22**, Einrichtungen **24** zum Erfassen eines Hindernisses und eine elektrische Energiequelle **26**.

[0019] Wie es in [Fig. 3](#) dargestellt ist, umfasst jeder Beleuchtungsmodul **16** neun Leuchtdioden (LED) **28**, die in einer 3×3 Matrix angeordnet sind. Die Beleuchtungsmodule **16** sind in einer Ebene E-E parallel zur Ebene P-P angeordnet. Die Richtung der Aussendung des Lichtes jeder LED **28** ist senkrecht zur Ebene E-E. Jeder Beleuchtungsmodul **16** umfasst wenigstens eine rote (R), eine grüne (G) und eine orangefarbene (O) LED sowie eine weiße (W) LED. Bei dem dargestellten Beispiel umfasst jeder Beleuch-

tungsmodul **16** drei rote LED **28**, zwei grüne LED **28** und eine orangefarbene LED **28** sowie drei weiße LED **28**. Das Verhältnis der roten LED zu den grünen LED zu den orangefarbenen LED zu den weißen LED ist somit 3:2:1:3.

[0020] Das Maximum des Emissionsspektrums jeder LED **28** liegt vorzugsweise in den folgenden Bereichen:

Rote LED: 645 nm bis 660 nm

Grüne LED: 513 nm bis 528 nm

Orangefarbene LED: 592 nm bis 597 nm

Weißer LED: 460 nm bis 470 nm.

[0021] Vorzugsweise sind alle Beleuchtungsmodule **16** identisch. Die LED **28** des Beleuchtungsmoduls **16** sind so gewählt, dass der Farbwiedergabeindex (CRI) eines Beleuchtungsmoduls **16** über **90** liegt, um sicherzustellen, dass die Farben des Gewebes des Patienten **8** so wiedergegeben werden, dass es nahezu der Realität entspricht.

[0022] Jeder Beleuchtungsmodul **16** kann einen bestimmten Beleuchtungsbereich **30** beleuchten, der sich im Inneren des Beleuchtungsfeldes **4** befindet und der einen Teil der Oberfläche des Beleuchtungsfeldes **4** bildet.

[0023] Die Beleuchtungsmodule **16** sind so angeordnet, dass die Beleuchtungsbereiche **30** von zwei benachbarten Beleuchtungsmodulen **16** einander teilweise so überlappen, dass eine Überlappungszone **32** (siehe [Fig. 4](#)) gebildet ist. Zwei benachbarte Beleuchtungsbereiche **30** überlappen sich über die Hälfte ihrer Flächen derart, dass jede Stelle des Beleuchtungsfeldes **4** Licht von zwei Beleuchtungsmodulen **16** empfängt, allerdings mit der Ausnahme einer Randzone **34** des Beleuchtungsfeldes mit einer Breite gleich der Hälfte der Abmessungen eines Beleuchtungsbereiches **30** (siehe [Fig. 1](#)).

[0024] In [Fig. 4](#) sind als Beispiel die Beleuchtungsbereiche **30** von zwei Beleuchtungsmodulen **16** dargestellt, die eine Überlappungszone **32** bilden.

[0025] In [Fig. 4](#) ist gleichfalls ein Schattenbereich **36** dargestellt, der vom Kopf eines Arztes **6** gebildet wird. Der Schattenbereich **36** erstreckt sich in die Überlappungszone **32** und bildet eine Schattenzone **38**.

[0026] Jeder Beleuchtungsmodul **16** kann ein Lichtvolumen **40** (siehe [Fig. 1](#)) im vorliegenden Fall in Form eines Pyramidenstumpfes aussenden, das sich zwischen der Abgabefläche des Beleuchtungsmoduls **16**, die das Licht zum Beleuchtungsbereich ausgibt, und dem entsprechenden Beleuchtungsbereich **30** erstreckt. Jedes Lichtvolumen **40** bestimmt gleichfalls wenigstens ein Überlappungsvolumen **42**, das sich zwischen der Abgabefläche des Beleuchtungs-

moduls **16**, die das Licht zur Überlappungszone ausstrahlt, und der entsprechenden Überlappungszone **32** erstreckt.

[0027] Die optischen Elemente **20** sind im Lichtweg jedes Beleuchtungsmoduls **16** angeordnet. Diese optischen Elemente **20** sind beispielsweise Linsen und können das zur Beleuchtungsebene P-P ausgesandte Licht so fokussieren, dass das von jedem Beleuchtungsmodul **16** ausgesandte Licht zu einer gleichmäßigen spektralen Zusammensetzung in der Ebene P-P beiträgt.

[0028] Wie es in [Fig. 3](#) dargestellt ist, umfasst jede Steuereinheit **18** einen Stromregler **50**, der einzeln mit jeder LED **28** des Beleuchtungsmoduls **16** verbunden ist, denen wenigstens **9** Versorgungsleitungen **52** zugeordnet sind. Der Stromregler **50** ist mit einer elektrischen Energiequelle **26** über eine Versorgungsleitung **54** verbunden. Ein Eingang **56** des Stromreglers **50** erlaubt eine individuelle Regulierung des Stromes, der zu jeder LED **28** fließt, und somit die Festlegung des Lichtflusses des Lichtes, das von jeder LED **28** ausgegeben wird.

[0029] Die Steuereinheit **18** umfasst außerdem einen Rechenblock **58**, der beispielsweise eine Mikrosteuerung sein kann und einen Farb- und Lichtstärkeingang **16** für Sollwerte der Farbe und der Lichtstärke des Lichtes hat, das vom Beleuchtungsmodul **16** ausgegeben wird. Ein Ausgang **62** des Rechenblockes **58** ist mit dem Eingang **56** des Stromreglers **50** über eine Verbindungsleitung verbunden. Der Rechenblock **58** kann ausgehend von den Sollwerten eine Sollstromstärke für jede LED **28** des Beleuchtungsmoduls **16** berechnen und diese Stromstärke einzeln auf den Stromregler **50** übertragen.

[0030] Der Eingang **60** ist über eine Verbindungsleitung **66** mit der Zentraleinheit **22** verbunden. Jede Steuereinheit **18** kann somit den Lichtfluss des Lichtes regeln, das von den neun LED **28** des zugehörigen Beleuchtungsmoduls ausgegeben wird und zwar in Abhängigkeit von den Daten, die von der Zentraleinheit **22** kommen.

[0031] Das Beleuchtungselement **14** umfasst weiterhin Einrichtungen **70** zum Erfassen eines Fehlers, die eine fehlerhafte LED **28** des zugehörigen Beleuchtungsmoduls **16** erfassen können. Diese Einrichtungen **70** sind beispielsweise ein Block **72** von Stromfühlern, die den Strom erfassen können, der effektiv durch jede LED **28** geht, und die mit einem Eingang **74** des Rechenblockes **58** über eine Verbindungsleitung **76** verbunden sind.

[0032] Der Rechenblock **58** umfasst weiterhin einen Ausgang **78**, der über eine Verbindungsleitung **80** mit der Zentraleinheit verbunden ist.

[0033] Die Zentraleinheit **22** besteht aus einem Rechner, der einen Prozessor **82** und einen Speicher **84** umfasst, der eine Betriebssoftware der Beleuchtungsanordnung **2** sowie Betriebsparameter speichert. Der Rechner ist mit Anzeigeeinrichtungen **86** in Form eines Bildschirms und Dateneingabeeinrichtungen **88** beispielsweise in Form einer Tastatur verbunden.

[0034] Die Eingabeeinrichtungen **88** erlauben es, über die Bedienungsperson Sollwerte zu erfassen, die die globale Farbe des Beleuchtungslichtes und die globale Lichtstärke des Lichtes oder die Farbtemperatur wiedergeben.

[0035] Die Einrichtungen **24** zum Erfassen eines Hindernisses umfassen eine Kamera CCD **90**, die mit dem Rechner über eine Verbindungsleitung **92** verbunden ist. Als Variante können beliebige andere Einrichtungen zum Erfassen des Vorliegens eines Hindernisses beispielsweise ein Näherungsdetektor verwandt werden. Das Blickfeld der Kamera CCD **90** ist auf das Beleuchtungsfeld **4** gerichtet und erlaubt es ein Bild davon aufzunehmen. Die Verbindungsleitung **92** kann das aufgenommene Bild auf den Rechner übertragen.

[0036] Die Anordnung gemäß der Erfindung arbeitet in der folgenden Weise.

[0037] Am Anfang erfasst die Benutzungsperson Werte, die die gewünschte Farbe und die gewünschte Lichtstärke des Lichtes wiedergeben, mittels der Tastatur. Diese Werte werden im Speicher **84** über den Prozessor **82** als globaler Sollwert für die Lichtstärke und als globaler Sollwert für die Farbe gespeichert.

[0038] Solange kein Hindernis in das Beleuchtungsvolumen **40** eintritt, werden die einzelnen Sollwerte auf jede der Steuereinheiten **18** unverändert übertragen. Das heißt mit anderen Worten, dass jedes Beleuchtungselement **14** die Sollwerte der Farbtemperatur, der Lichtstärke und der Verteilung der relativen Lichtstärken jeder LED **28** empfängt.

[0039] Die Sollwerte der Farbe und der Lichtstärke werden dann über den Rechenblock **58** in Stromstärkenwerte für jede LED **28** umgewandelt.

[0040] Wenn die Sollwerte für alle Beleuchtungselemente **14** gleich sind, geben alle Elemente **14** den gleichen Lichtfluss ab. Das Beleuchtungsfeld **4** wird daher gleichmäßig beleuchtet.

[0041] Das von der Kamera CCD **90** aufgenommene Bild zeigt daher eine im Wesentlichen gleichmäßige Lichtstärke.

[0042] In dem Fall, in dem ein Annäherungsdetektor

statt der Kamera CCD **90** verwandt wird, erfasst der Detektor die Oberfläche des Hindernisses.

[0043] Wenn ein Hindernis wie beispielsweise der Kopf eines Arztes **6** in das Überlappungsvolumen **42** eines Beleuchtungsmoduls **16** eintritt, wird dadurch eine Schattenzone **38** im Beleuchtungsfeld **4** erzeugt, die die Qualität der Beleuchtung beeinträchtigt.

[0044] Das von der Kamera CCD **90** aufgenommene Bild wird in der Lichtstärke dann in einer Zone verringert, die der Schattenzone **38** entspricht. Die Zentraleinheit **22** bewertet das von der Kamera CCD **90** aufgenommene Bild und stellt diese Verringerung der Lichtstärke fest. Dann bestimmt die Zentraleinheit die Beleuchtungsmodule **16**, die zur Beleuchtung des Überlappungsbereiches **32** beitragen, in dem sich die Schattenzone **38** befindet, und somit den Beleuchtungsmodul **16**, in dessen Beleuchtungsvolumen **40** sich der Gegenstand befindet.

[0045] Hierzu wird das von der Kamera CCD **90** aufgenommene Bild in eine Vielzahl von Bildelementen unterteilt, von denen jedes einem Beleuchtungsmodul **16** entspricht.

[0046] Anschließend an diese Ermittlung eines Hindernisses erhöht die Zentraleinheit **22** fortschreitend den Sollwert der Lichtstärke der Beleuchtungsmodul **16**, die zur Beleuchtung der Überlappungszone **32** beitragen, die dunkler wurde, mit der Ausnahme der Beleuchtungsmodul **16**, in deren Beleuchtungsvolumen **40** sich das Hindernis befindet. Diese Erhöhung erfolgt, bis der Lichtfluss so groß ist, dass die Lichtstärke der Schattenzone **38** die Lichtstärke erreicht, die derjenigen entspricht, die dem Sollwert der Lichtstärke entspricht.

[0047] Als Variante wird der Sollwert der Lichtstärke in einem bestimmten Maß erhöht, welches bestimmte Maß gleich dem Verhältnis der Oberfläche der Schattenzone **38** zur Oberfläche der Überlappungszone **32** ist.

[0048] In dieser Weise wird die Lichtstärke in der Schattenzone **38** erhöht und werden die Sichtverhältnisse verbessert.

[0049] Wenn eine LED **28** eines Beleuchtungsmoduls **16** fehlerhaft ist, stellt die Steuereinheit **18** diesen Fehler über den Messfühler **72** fest und erhöht die Steuereinheit **18** den durch die anderen LED **28** der gleichen Farbe dieses Moduls fließenden Strom, um die Verminderung des Flusses des Lichtes dieser Farbe, das vom Beleuchtungsmodul **16** ausgegeben wird, zu kompensieren.

[0050] Als eine Variante verringert die Steuereinheit **18** die Stärke des von den LED **28** mit einer anderen

Farbe als der der fehlerhaften LED **28** ausgesandten Lichtes bis die Farbe des Lichtes das von diesem Modul ausgesandt wird, der Sollfarbe entspricht. Störungen der Beleuchtung in folge einer örtlichen Änderung in der Beleuchtungsfarbe werden vermieden.

[0051] Als Variante verringert die Zentraleinheit **22** gleichfalls den Sollwert der Lichtstärke des Beleuchtungselementes **14**, in dessen Überlappungsvolumen **42** sich das Hindernis befindet. Somit wird der Energieverbrauch der Anordnung herabgesetzt.

[0052] Gemäß einer nicht dargestellten Variante werden zwei Beleuchtungsmodule **16**, die eine gemeinsame Überlappungszone **32** beleuchten können, über wenigstens einen Beleuchtungsmodul **16** getrennt, der eine andere Überlappungszone **32** beleuchten kann. Die beiden Module **16** sind dann so beabstandet, dass die Beleuchtungsvolumina **40** sich nur etwas überlappen. Ein Hindernis, das in das Überlappungsvolumen **42** eines der Beleuchtungsmodul **16** eintritt, tritt dann nur wenig in das Beleuchtungsvolumen **40** des anderen Beleuchtungsmoduls **16** ein. Letzterer Modul **16** kann dann die Beleuchtung der Überlappungszone **32** besser sicherstellen.

Patentansprüche

1. Beleuchtungsvorrichtung für ein Beleuchtungsfeld (**4**), insbesondere ein Operationsfeld eines Arztes, mit einer Lichtquelle (**12**), die einen ersten und einen zweiten Beleuchtungsmodul (**16**) umfasst, welche Beleuchtungsmodul (**16**) einen ersten und einen zweiten Beleuchtungsbereich (**30**) des Beleuchtungsfeldes (**4**) beleuchten können, welche Beleuchtungsbereiche (**30**) sich wenigstens teilweise so überlappen, dass eine Überlappungszone (**32**) gebildet ist, wobei jeder Beleuchtungsmodul (**16**) ein Überlappungsvolumen (**42**) festlegt, das sich zwischen der Oberfläche des Beleuchtungsmoduls (**16**), die das Licht zur Überlappungszone (**32**) ausgibt, und dieser Überlappungszone (**32**) erstreckt, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie

- Erfassungseinrichtungen (**24**), die eine Zone geringer Beleuchtung in der Überlappungszone (**32**) erfassen können, und
- Steuereinrichtungen (**18**, **22**) umfasst, die den Lichtfluss des besagten zweiten Beleuchtungsmoduls (**16**) erhöhen können, wenn die Erfassungseinrichtungen (**24**) eine Zone geringer Beleuchtung erfassen.

2. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtquelle (**12**) die Überlappungszone (**32**) mit einer bestimmten Beleuchtungsstärke beleuchten kann und dass die Steuereinrichtungen (**18**, **22**) den Lichtfluss des besagten zweiten Beleuchtungsmoduls (**16**) so erhöhen können, dass die Beleuchtungsstärke der Überlap-

pungszone (32) gleich der bestimmten Beleuchtungsstärke ist.

3. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2 dadurch gekennzeichnet, dass die Erfassungseinrichtungen (24) eine Schattenzone (38) erfassen können, die durch ein Hindernis erzeugt wird, das sich im Überlappungsvolumen (42) des besagten ersten Beleuchtungsmoduls (16) befindet und wenigstens teilweise im Inneren der Überlappungszone (32) liegt, die Steuereinrichtungen (18, 22) den Lichtfluss des besagten zweiten Beleuchtungsmoduls (16) in einem bestimmten Maß erhöhen können und das bestimmte Maß gleich dem Verhältnis der Fläche der Schattenzone (38) zur Fläche der Überlappungszone (32) ist.

4. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3 dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtungen (22) Einrichtungen zum Verkleinern des Lichtflusses umfassen, die den Lichtfluss des besagten ersten Beleuchtungsmoduls (16) herabsetzen können, wenn eine Zone geringer Beleuchtung durch die Erfassungseinrichtungen (24) festgestellt wird.

5. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass der erste und der zweite Beleuchtungsmodul (16) jeweils Licht mit gleicher spektraler Zusammensetzung aussenden können.

6. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5 dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens einer der Beleuchtungsmodule (16) eine Leuchtdiode (28) umfasst.

7. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 6 dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens einer der Beleuchtungsmodule (16) mehrere Leuchtdioden (28) umfasst, von denen wenigstens zwei Leuchtdioden (28) Licht in verschiedener Farbe aussenden können, und dass die Steuereinrichtungen eine Steuereinheit (18) umfassen, die jedem Beleuchtungsmodul (16) zugeordnet ist, welche Steuereinheit (18) den individuellen Lichtfluss des Lichtes, das von jeder der Leuchtdioden (28) des Beleuchtungsmoduls (16) ausgesandt wird, in Abhängigkeit von einem gegebenen Sollwert regulieren kann, der eine Farbe und eine Lichtstärke wiedergibt.

8. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 7 dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtquelle (12) eine Vielzahl von Beleuchtungsmodulen (16) umfasst, von denen jeder mehrere Leuchtdioden (28) umfasst, dass die Steuereinrichtungen eine Zentraleinheit (22) umfassen, die einzelne Sollwerte erzeugen kann, die eine Farbe und eine Lichtstärke für jeden der Beleuchtungsmodule (16) wiedergeben, und dass jede Steuereinheit (18) mit der Zentraleinheit (22) so ver-

bunden ist, dass sie die Sollwerte der Farbe und der Lichtstärke empfangen kann.

9. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 8 dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Beleuchtungsmodul (16) Einrichtungen (70) zum Erfassen einer fehlerhaften Leuchtdiode (28) umfasst und dass weiterhin Kompensationseinrichtungen für den Ausfall einer fehlerhaften Leuchtdiode vorgesehen sind.

10. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 9 dadurch gekennzeichnet, dass die Kompensationseinrichtungen Einrichtungen umfassen, die den Lichtfluss der Leuchtdioden (28) herabsetzen können, die das Licht einer anderen Farbe als der der fehlerhaften Leuchtdiode (28) aussenden.

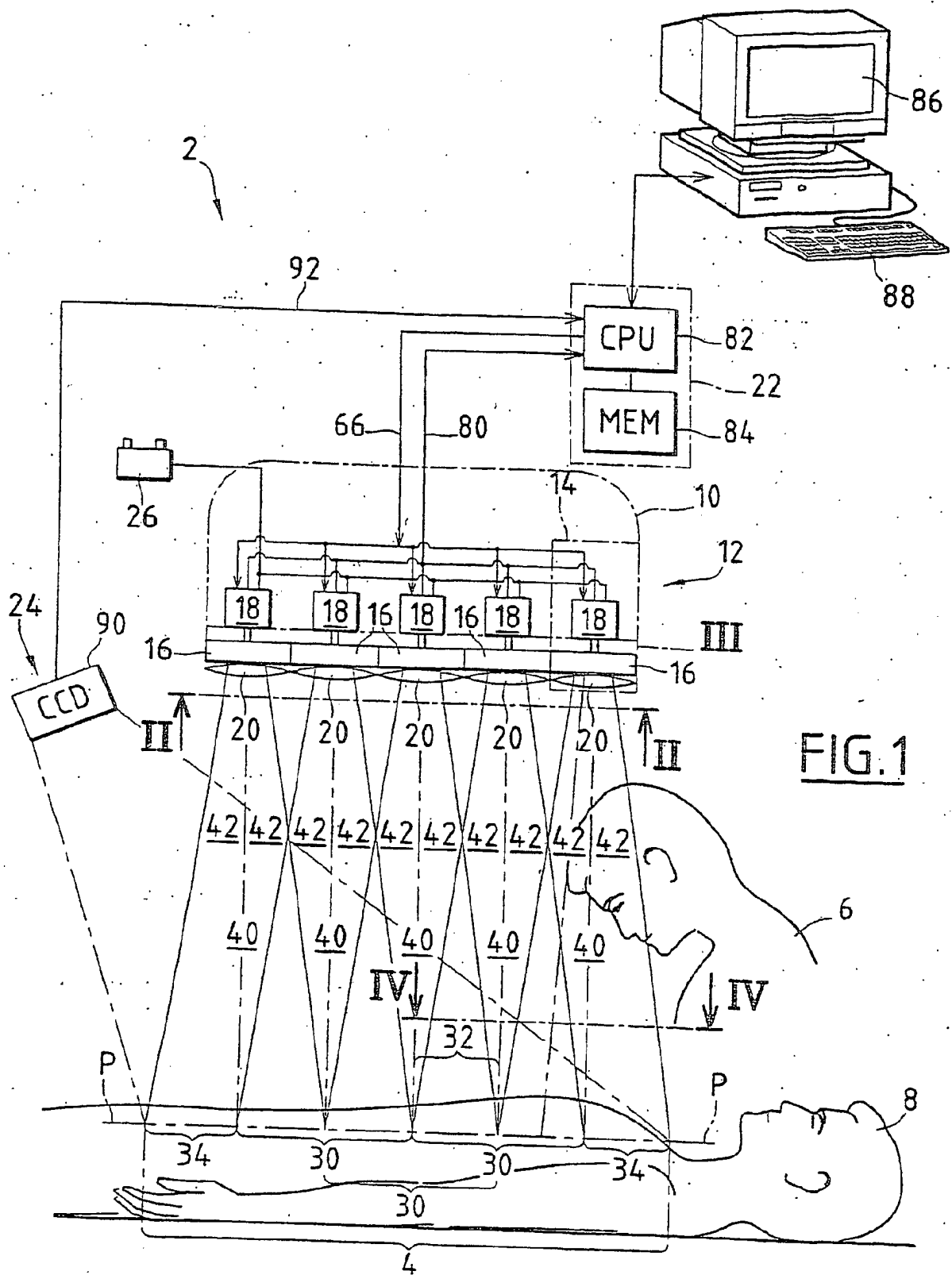
11. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 9 dadurch gekennzeichnet, dass der Beleuchtungsmodul wenigstens eine weitere Leuchtdiode (28) einer Farbe, die gleich der der fehlerhaften Leuchtdiode ist, umfasst und dass die Kompensationseinrichtungen den Lichtfluss der Leuchtdiode mit der gleichen Farbe wie der der fehlerhaften Leuchtdiode (28) erhöhen können.

12. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11 dadurch gekennzeichnet, dass der Farbwiedergabeindex (CRI) der Lichtquelle (12) wenigstens gleich 90 ist.

13. Verwendung einer Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche zum Beleuchten eines Operationsfeldes eines Arztes.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



E11	E12	E13	E14	E15
E21	E22	E23	E24	E25
E31	E32	E33	E34	E35
E41	E42	E43	E44	E45

FIG.2

