



(11) **EP 2 873 301 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
07.11.2018 Patentblatt 2018/45

(51) Int Cl.:
H05B 37/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13737587.9**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2013/064597

(22) Anmeldetag: **10.07.2013**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2014/009422 (16.01.2014 Gazette 2014/03)

(54) **BELEUCHTUNGSSYSTEM MIT MEHREREN LEUCHTEN UND VERFAHREN ZUM BETRIEB EINES SOLCHEN BELEUCHTUNGSSYSTEMS**

LIGHTING SYSTEM HAVING A PLURALITY OF LIGHTS AND METHOD FOR OPERATING SUCH A LIGHTING SYSTEM

SYSTÈME D'ÉCLAIRAGE COMPRENANT PLUSIEURS LAMPES ET PROCÉDÉ POUR FAIRE FONCTIONNER UN TEL SYSTÈME D'ÉCLAIRAGE

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

(72) Erfinder: **SCHMITZ, Christoph**
51580 Reichshof (DE)

(30) Priorität: **11.07.2012 DE 102012212080**

(74) Vertreter: **Thun, Clemens**
Mitscherlich PartmbB
Patent- und Rechtsanwälte
Sonnenstraße 33
80331 München (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.05.2015 Patentblatt 2015/21

(73) Patentinhaber: **Zumtobel Lighting GmbH**
32657 Lemgo (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 2 587 895 US-A1- 2006 250 980
US-A1- 2011 115 384

EP 2 873 301 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Beleuchtungssystem mit mehreren voneinander jeweils beabstandeten Leuchten sowie ein Verfahren zum Betrieb eines solchen Beleuchtungssystems.

[0002] Ein bekanntes Beleuchtungssystem dieser Art umfasst beispielsweise Leuchten zur Beleuchtung von Arbeitsplätzen. Eine besonders geeignete Gestaltung von Arbeitsplätzen ist ein wesentlicher Beitrag zur Qualität und Effizienz der geleisteten Arbeit. Viele Tätigkeiten erfordern eine Mindestbeleuchtungsstärke oder einen Lichteinfall aus bestimmten Richtungen bzw. Winkeln. Dergleichen Randbedingungen und Erkenntnisse bedingen die Ausgestaltung unterschiedlichster Leuchten, die auf die jeweiligen Anforderungen des Arbeitsplatzes exakt abgestimmt sind. Bei bestimmten Tätigkeiten schlägt sich dies auch in Normierungsbemühungen nieder, beispielsweise wenn dies die Sicherheit bzw. die Vermeidung von schädlichen Neben- oder Langzeitwirkungen betrifft. Bei Büroarbeitsplätzen ist beispielsweise eine Mindestbeleuchtungsstärke vorgeschrieben und darüber hinaus soll eine Blendungswirkung vermieden werden.

[0003] Weitere Untersuchungen haben ergeben, dass neben einer entsprechend geeigneten Beleuchtung des Arbeitsplatzes auch die Wahrnehmung des Umfeldes wesentlich zum Wohlbefinden eines Benutzers des Beleuchtungssystems beiträgt und dies zur weitergehenden Effizienz und Qualität der geleisteten Arbeit beitragen kann. Diese Erkenntnis ist beispielsweise bei Arbeitsplatzleuchten umgesetzt, die neben dem eigentlichen Arbeitsplatz, der vorzugsweise direkt beleuchtet ist, auch das Umfeld beleuchten, beispielsweise durch Bestrahlen einer Wand bzw. Decke.

[0004] Beispielsweise ist es zur Beleuchtung von Büroarbeitsplätzen üblich, jedem Arbeitsplatz wenigstens eine Leuchte zuzuordnen, um eine geeignete Ausleuchtung des Arbeitsplatzes zu ermöglichen. Insbesondere die Verwendung von Tisch- bzw. Stehleuchten, die beispielsweise die Arbeitsfläche eines Schreibtisches erhellen, ermöglicht eine flexible Gestaltung der Arbeitsumgebung und lässt eine einfache Erweiterung bzw. Veränderung der Anordnung der Arbeitsplätze zu.

[0005] Ein Nachteil dieser individuellen Beleuchtung ist, dass die Lichtabgabe räumlich begrenzt ist und daher in der Regel weitere Beleuchtungsmittel zur Ausleuchtung eines Raumes vorzusehen sind. Gewöhnlich ist es also notwendig, durch zusätzliche Leuchten neben einer unmittelbaren Arbeitsplatzbeleuchtung auch eine Raumgrundbeleuchtung sicherzustellen, um ein effektives Arbeiten, eine sichere Orientierung im Raum und eine angenehme Atmosphäre zu gewährleisten.

[0006] Eine Konsequenz dieser Erkenntnis ist die Entwicklung von relativ großformatigen Leuchten, die eine umfassende Lichtabstrahlung aufweisen und so neben einer Individualbeleuchtung auch zur Raumgrundbeleuchtung beitragen können, beispielsweise durch indi-

rekte Lichtabgabe zur Raumdecke hin. Jedoch nimmt die Flexibilität der Anordnung der Leuchten mit zunehmender Größe der Leuchten ab, sodass im Allgemeinen nicht alle Bedürfnisse der Individualbeleuchtung abgedeckt werden können. Es zeigt sich, dass eine Raumgrundbeleuchtung bei gleichzeitig geeignetem Ausleuchten einzelner Arbeitsplätze nur schwer mit einer Vielzahl von individuellen Leuchten zu realisieren ist.

[0007] Soll beispielsweise eine Vielzahl von Leuchten zur Gesamtlichtabgabe bzw. zur Grundbeleuchtung eines Raumes bzw. Raumabschnitts beitragen, ist darüber hinaus keine Variation der Lichtabgabe möglich, ohne das Zusammenwirken der Leuchten aufeinander abstimmbare zu gestalten. Hierzu sind Steuerungssysteme für Leuchten bekannt, beispielsweise in Form von Bussystemen, wie beispielsweise DALI (Digital Addressable Lighting Interface), die es ermöglichen, mehrere Leuchten abgestimmt aufeinander in Gruppen zu bedienen und zu betreiben, so dass diese neben dem Arbeitsplatz auch dessen Umfeld beleuchten. Dies ermöglicht neben einer normgerechten Arbeitsplatzbeleuchtung ebenfalls das Erzeugen eines Eindrucks, der die Ausdehnung eines Raumes andeutet und so wesentlich zum Wohlbefinden beiträgt. Durch die Wahrnehmung mehrerer räumlich separierter Lichtquellen kann der Eindruck der Anwesenheit von mehreren Personen vermittelt werden, sodass das Gefühl der Sicherheit am Arbeitsplatz damit zusätzlich verstärkt wird.

[0008] Die erwähnten Steuerungssysteme weisen jedoch den Nachteil auf, dass sie in der Regel ein fest installiertes Bussystem erfordern und die Inbetriebnahme des Beleuchtungssystems im Vorfeld eine umfangreiche Planung und Konfiguration des Steuerungssystems erfordern. Insbesondere ist es praktisch kaum möglich, ein derartiges Beleuchtungssystem einfach und schnell durch räumliches Umstellen der Leuchten zu verändern, ohne dass das Steuerungssystem hierfür neu eingestellt werden müsste.

[0009] Aus der US 2011/0115384 A1 ist ein Beleuchtungssystem bekannt, bei dem die Leuchten durch Signalübermittlung ihre Abstände zueinander ermitteln. Aus der US 2006/0250980 A1 ist bekannt Abstände zwischen zwei Leuchten mit Hilfe eines Funksignals sowie eines Ultraschallsignals zu ermitteln.

[0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Beleuchtungssystem anzugeben bzw. ein verbessertes Verfahren zum Betrieb eines solchen Beleuchtungssystems. Außerdem soll eine entsprechende Leuchte angegeben werden. Insbesondere soll eine Inbetriebnahme des Beleuchtungssystems besonders einfach möglich sein und eine Anpassung des Beleuchtungssystems bei einer räumlichen Veränderung der einzelnen Leuchten besonders einfach und zuverlässig ermöglicht sein.

[0011] Diese Aufgabe wird mit den in den unabhängigen Ansprüchen angegebenen Gegenständen gelöst. Besondere Ausführungsarten der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0012] Gemäß der Erfindung ist eine Leuchte vorgesehen, insbesondere zur Verwendung in einem erfindungsgemäßen Beleuchtungssystem. Die Leuchte weist dabei Folgendes auf:

- mehrere Ultraschallsender zum Aussenden von Ultraschallsignalen,
- mehrere Ultraschallempfänger zum Empfangen von Ultraschallsignalen,
- einen Funksender zum Aussenden eines Funksignals,
- einen Funkempfänger zum Empfangen des Funksignals,
- eine Ermittlungseinheit zum Ermitteln einer Zeitdifferenz zwischen einem Empfangen eines Funksignals mit dem Funkempfänger und einem Empfangen eines Ultraschallsignals mit einem der Ultraschallempfänger,
- eine Steuereinheit zur Einstellung mehrerer unterschiedlicher Betriebszustände, wobei die Steuereinheit dazu ausgelegt ist, die Einstellung in Abhängigkeit von der Zeitdifferenz durchzuführen,

wobei die Ultraschallsender dazu ausgelegt sind, die Ultraschallsignale in unterschiedliche Richtungen auszusenden und die Ultraschallempfänger dazu ausgelegt sind, die Ultraschallsignale aus unterschiedlichen Richtungen zu empfangen, wobei die unterschiedlichen Richtungen vorzugsweise alle horizontalen Richtungen umfassen.

[0013] Vorzugsweise weist die Leuchte weiterhin einen Sensor zur Erzeugung eines Sensorsignals auf, vorzugsweise in Form eines Bewegungssensors und/oder eines Helligkeitssensors, wobei die Steuereinheit weiterhin dazu ausgelegt ist, die Einstellung auch in Abhängigkeit von dem Sensorsignal durchzuführen.

[0014] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung ist ein Beleuchtungssystem vorgesehen, das mehrere, voneinander jeweils beabstandete erfindungsgemäße Leuchten aufweist. Die Leuchten sind dabei dazu ausgebildet, untereinander Signale auszusenden und zu empfangen, wobei nach Aussenden eines Signals durch eine aussendende Leuchte dieses Signal zumindest von einem Teil der anderen Leuchten empfangen wird und die empfangenden Leuchten daraufhin jeweils ihr Betriebsverhalten anpassen, wobei diese Anpassung in Abhängigkeit von dem Signal und in Abhängigkeit von dem jeweiligen Abstand der betreffenden empfangenden Leuchte zu der aussendenden Leuchte erfolgt. Die Leuchten sind dabei dazu ausgebildet, den jeweiligen Abstand mithilfe eines Funksignals und eines Ultraschallsignals zu ermitteln. Mit "Abstand" sei dabei ein grundsätzlich beliebiges "Maß für den Abstand" bezeichnet.

[0015] Eine Ermittlung der Abstände zwischen den einzelnen Leuchten mithilfe von Funk- und Ultraschallsignalen ist besonders einfach, zuverlässig und dabei mit großer Genauigkeit möglich. Die Information über die Ab-

stände liegt dabei nach deren Ermittlung unmittelbar an den Leuchten selbst vor, so dass es im Weiteren zur Steuerung der Leuchten nicht mehr erforderlich ist, dass diese Abstands-Information noch von einer anderen Stelle an die Leuchten übermittelt wird. Hierdurch lässt sich erzielen, dass sich die Steuerung bzw. das Anpassungsverhalten der Leuchten und damit das Steuerverhalten des Beleuchtungssystems insgesamt nach einer räumlichen Umstellung der Leuchten besonders einfach, genau und zuverlässig an die neue Konfiguration der Leuchten anpassen kann.

[0016] Durch das Aussenden und Empfangen der Ultraschallsignale in bzw. aus unterschiedliche Richtungen lässt sich erzielen, dass in den Leuchten nicht nur ein Maß für die Abstände zu den anderen Leuchten ermittelt werden kann, sondern auch eine Information über die Richtung, in der sich von der empfangenden Leuchte aus gesehen die aussendende Leuchte befindet bzw. die anderen Leuchten befinden. Hierdurch lässt sich das Betriebsverhalten der Leuchten noch feiner in Abhängigkeit von dem gesamten Beleuchtungssystem bzw. der jeweiligen Konfiguration der Leuchten einstellen.

[0017] Vorzugsweise ist das Beleuchtungssystem derart ausgestaltet, dass das Funksignal und die Ultraschallsignale von der aussendenden Leuchte ausgesendet werden und von den empfangenden Leuchten jeweils empfangen werden. Auf diese Weise befinden sich der Sender und der Empfänger von Funk- und Ultraschallsignal unmittelbar an den beiden Begrenzungen des betreffenden Abstands.

[0018] Vorzugsweise sind die Leuchten dazu ausgestaltet, das Funksignal und die Ultraschallsignale gleichzeitig oder in einem vorab festgelegten zeitlichen Abstand auszusenden. Bei gleichzeitigem Aussenden der beiden Signale stellt die zeitliche Differenz zwischen dem Empfang des Funksignals und dem Empfang eines der Ultraschallsignale für die empfangende Leuchte unmittelbar ein Maß für den Abstand dar, also quasi den Abstand als solchen.

[0019] Vorzugsweise enthält das Funksignal eine Kennung bzw. Adressenangabe der aussendenden Leuchte. Auf diese Weise lässt sich in den empfangenden Leuchten eine Zuordnung zwischen dieser Kennung und dem betreffenden Abstand erzeugen und speichern, so dass ein, zu einem späteren Zeitpunkt von einer empfangenden Leuchte empfangenes Signal, das ebenfalls die Kennung enthält, von der empfangenden Leuchte eindeutig dem betreffenden Abstand zugeordnet werden kann, insbesondere ohne dass hierfür ein weiteres Ultraschallsignal erforderlich wäre.

[0020] Insbesondere lassen sich hierdurch im Rahmen einer Initialisierungsphase des Beleuchtungssystems die Abstände zwischen den Leuchten entsprechend erfassen und unter Zuordnung der jeweiligen Kennungen in den Leuchten abspeichern; in der anschließenden Phase des regulären Betriebs reicht es dann aus, wenn die Signale jeweils die Kennung der aussendenden Leuchte enthalten, so dass in einer empfangenden

Leuchte mit Erhalt einer Kennung die eindeutige Zuordnung zu dem betreffenden Abstand vorliegt. Bei den Signalen kann es sich insbesondere um weitere Funksignale handeln, so dass auf diese Weise während des nach Abschluss der Initialisierungsphase stattfindenden - regulären Betriebs keine Erzeugung von Ultraschallsignalen mehr erforderlich ist. Vorzugsweise weisen dementsprechend die Leuchten jeweils ein Speichermittel auf und sind dazu ausgestaltet, eine eindeutige Zuordnung der Kennung bzw. Adressenangabe zu dem jeweiligen betreffenden Abstand zu der aussendenden Leuchte in dem Speichermittel abzuspeichern.

[0021] Alternativ vorzugsweise sind die Leuchten dazu ausgebildet, gleichzeitig mit dem Aussenden des Signals auch das Funksignal und die Ultraschallsignale auszusenden, wobei vorzugsweise das Funksignal das Signal umfasst. Hierdurch lässt sich erzielen, dass die oben genannte Initialisierungsphase nicht erforderlich ist. Allerdings müssen dann während des regulären Betriebs auch Ultraschallsignale erzeugt werden. Dies mag jedoch - je nach den im Einzelfall gegebenen Randbedingungen - unerheblich sein.

[0022] Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung ist ein Verfahren zum Betrieb eines erfindungsgemäßen Beleuchtungssystems vorgesehen. Das Verfahren umfasst dabei die folgenden Schritte:

- a) eine der Leuchten sendet entweder gleichzeitig oder in einem vorab festgelegten zeitlichen Abstand ein Funksignal und mehrere Ultraschallsignale aus,
- b) zumindest ein Teil der anderen Leuchten empfängt jeweils das Funksignal und eines der Ultraschallsignale,
- c) jede der empfangenden Leuchten ermittelt auf Basis eines zeitlichen Abstands zwischen dem Empfangen des Funksignals und dem Empfangen des Ultraschallsignals jeweils ein Maß für den Abstand zu der aussendenden Leuchte,
- d) jede der empfangenden Leuchten stellt einen Betriebszustand in Abhängigkeit von dem in Schritt c) ermittelten Abstand ein,

wobei in Schritt a) die aussendende Leuchte die Ultraschallsignale in unterschiedliche Richtungen aussendet.

[0023] Vorzugsweise werden dabei die Schritte a) bis c) einmalig bei Inbetriebnahme des Beleuchtungssystems bzw. während einer Initialisierungsphase durchgeführt.

[0024] Vorzugsweise enthält dabei das Funksignal eine Kennung bzw. Adressenangabe der aussendenden Leuchte.

[0025] Alternativ vorzugsweise werden die Schritte a) bis c) nach Inbetriebnahme des Beleuchtungssystems durchgeführt bzw. während der regulären Betriebsphase.

[0026] Vorzugsweise wird in Schritt c) in den empfangenden Leuchten jeweils außerdem auf Basis des empfangenen Ultraschallsignals eine Richtung zu der aus-

sendenden Leuchte ermittelt. Mit "Richtung" sei dabei ein grundsätzlich beliebiges "Maß für Richtung" bezeichnet.

[0027] Die Erfindung wird im Folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels und mit Bezug auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Skizze zu einer beispielhaften Anordnung der Leuchten des Beleuchtungssystems gemäß dem Ausführungsbeispiel,

Fig. 2 eine perspektivische Skizze einer Leuchte des Beleuchtungssystems,

Fig. 3a einen Querschnitt durch den Leuchtenkopf der Leuchte,

Fig. 3b eine entsprechende Ansicht des Leuchtenkopfes von unten und

Fig. 4 eine schematische Darstellung möglicher Komponenten der Leuchte.

[0028] In Fig. 1 ist sehr schematisch und rein beispielhaft eine Konfiguration bzw. Anordnung von Leuchten 10 eines erfindungsgemäßen Beleuchtungssystems 1 skizziert. Die Leuchten 10 sind jeweils voneinander beabstandet angeordnet bzw. aufgestellt. Bei den Leuchten 10 kann es sich beispielsweise um Tisch- bzw. Stehleuchten zur Beleuchtung von Arbeitsplätzen handeln.

[0029] In Fig. 2 ist beispielhaft und sehr schematisch eine entsprechende Leuchte 10 in Form einer Stehleuchte skizziert. Allgemeiner kann es sich aber auch um eine Pendelleuchte oder um eine Leuchte einer noch anderen Art handeln. Die Leuchten 10 können insbesondere alle baugleich gestaltet sein oder zumindest alle jeweils die hier beschriebenen Merkmale aufweisen.

[0030] Die Leuchte 10 weist im gezeigten Beispiel einen Leuchtenkopf 101 auf, der an einer Leuchtensäule 102 angeordnet sein kann. In Fig. 3a ist wiederum beispielhaft ein Querschnitt durch den - separierten - Leuchtenkopf 101 gezeigt, in Fig. 3b eine entsprechende Ansicht des Leuchtenkopfes 101 von unten.

[0031] Der Leuchtenkopf 101 ist relativ flach gehalten, sodass eine Vielzahl von Montagemöglichkeiten denkbar ist, beispielsweise neben einer Tischleuchte auch als Pendelleuchte, abgehängt an einer Decke. Überdies ist darauf hinzuweisen, dass die Kombination mehrere Leuchtenköpfe auf einem gemeinsamen Leuchtenträger möglich ist, sodass sich im Bedarfsfall beispielsweise ein Lichtband bzw. eine sonstige Anordnung mehrerer Leuchtenköpfe realisieren lässt.

[0032] Der Leuchtenkopf 101 kann - wie in den Figuren 3a und 3b skizziert - mehrere, unterschiedlich zueinander angeordnete Leuchtmittel 12, 12' aufweisen, bevorzugt in Form von LED-Leuchtmitteln, die dazu beitragen, eine variable Lichtabstrahlung der Leuchte 10 zu ermögli-

chen. Die Leuchtmittel 12, 12' sind vorzugsweise in einem gemeinsamen Gehäuse 11 angeordnet, das im Wesentlichen geschlossen ist, also bis auf wenige Lüftungsöffnungen oder Öffnungen für Montagemittel bzw. Träger sowie Energieversorgungsmittel geschlossen ausgebildet ist. Dies ist vorteilhaft mit Bezug auf das Temperaturmanagement und hat auch den Vorteil, dass eine definierte Lichtabgabe, beispielsweise mit Hilfe von dazu vorgesehenen Lichtabgabeflächen, erfolgen kann, ohne dass dabei unbeabsichtigt Streulicht erzeugt wird.

[0033] Hierzu kann das Gehäuse 11 mehrere Lichtabgabeflächen 13, 14, 15 aufweisen, die eine Lichtabstrahlung der Leuchte 10 zur gleichzeitigen Direkt- und auch Indirektbeleuchtung ermöglichen, wie in Fig. 2 durch die Pfeile "Direkt-Licht" und "Indirekt-Licht" angedeutet. Eine, in Fig. 3a bezeichnete, erste Lichtabgabefläche 13 ist dabei einer flächigen Lichtleiterplatte 16 zugeordnet, an deren Schmalseite bzw. - seiten die Leuchtmittel 12, insbesondere mehrere LED-Leuchtmittel zur Lichtabgabe in die Lichtleiterplatte 16 angeordnet sind. Eine der ersten Lichtabgabefläche 13 gegenüberliegende, zweite Lichtabgabefläche 14 ist dazu ausgebildet, aus der Lichtleiterplatte 16 ausgekoppeltes Licht der Leuchtmittel 12 ebenfalls abzustrahlen, und weist bevorzugt die Wirkung eines Diffusors auf.

[0034] An die zweite Lichtabgabefläche 14 angrenzend kann ein Reflektor 17 vorgesehen sein, der im Querschnitt betrachtet ein Wellen- bzw. Zickzackprofil aufweist, das gleichzeitig als Montagefläche für die weiteren Leuchtmittel 12' dient. Die weiteren Leuchtmittel 12', vorzugsweise wiederum in Form von LED-Leuchtmitteln, sind dabei vorzugsweise so auf dem Wellenprofil bzw. dem Reflektor 17 orientiert angeordnet, dass sie eine gemeinsame Lichtabstrahlrichtung aufweisen, die bevorzugt gegenüber der angrenzenden, zweiten Lichtabgabefläche 14 geneigt ist. Die das Wellenprofil begrenzende Öffnung des Gehäuses 11 ist mit einer transparenten Platte 18 abgedeckt, die eine weitere, dritte Lichtabgabefläche 15 realisiert. Die Lichtabgabeflächen 13, 14, 15 können als Lichtleitmittel ausgebildet sein, beispielsweise jeweils mit Hilfe einer linsenförmigen bzw. prismatischen Strukturierung der Oberfläche.

[0035] Wie in Fig. 3b beispielhaft dargestellt, kann das Gehäuse 11 weiterhin Einschübe bzw. Halterungen für LED-Spots 19 aufweisen, die zur Lichtabstrahlung im Wesentlichen parallel zur Lichtabstrahlung der ersten Lichtabgabefläche 13 beitragen, wobei dennoch die Richtung der Lichtabgabe der LED-Spots 19 vorzugsweise verstellbar gestaltet ist.

[0036] In dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Leuchte 10 dazu ausgebildet, eine Spotbeleuchtung eines Arbeitsplatzes, eine flächige direkte Beleuchtung eines Arbeitsplatzes sowie eine Indirektbeleuchtung einer Decke bzw. Wand zu realisieren und so verschiedene Arten der Lichtabgabe zur Verfügung zu stellen, die zueinander variierbar sind. Bevorzugt bilden sich verschiedene Arten der Lichtabgabe der Leuchte 10 in verschiedenen Betriebsarten bzw. Betriebszuständen der Leuch-

te 10 ab, die zum Betrieb der Leuchte 10 auswählbar sind. Insbesondere können mehrere unterschiedliche Betriebszustände einer Leuchte 10 durch Abgabe von unterschiedlich hellem Licht charakterisiert sein. Beispielsweise kann ein erster Betriebszustand der Leuchte 10 vorgesehen sein, in dem die Leuchte 10 ein Licht zu 100% abgibt und ein zweiter Betriebszustand, in dem die Leuchte 10 das Licht zu lediglich 30% hiervon abgibt, also weniger hell strahlt.

[0037] In Fig. 4 sind schematisch mögliche Komponenten der Leuchte 10 skizziert. Die Leuchte kann insbesondere Bedienelemente 50 umfassen, mit denen die Leuchte manuell ein- und ausgeschaltet werden kann, sowie - beispielsweise durch Dimmen in unterschiedliche Betriebszustände versetzt werden kann. Die Bedienelemente 50 können beispielsweise an der Säule 102 angeordnet sein.

[0038] Weiterhin kann die Leuchte Sensormittel zur Erzeugung eines Sensorsignals aufweisen, beispielsweise einen Bewegungssensor 40 und/oder einen Helligkeitssensor 40', wobei die Leuchte 10 dazu ausgestaltet ist, auf Basis des Sensorsignals einen Betriebszustand zu ändern. Beispielsweise kann also vorgesehen sein, dass sich die Leuchte selbsttätig einschaltet, wenn sich eine Person nähert.

[0039] Zur Steuerung weist die Leuchte 10 - wie in Fig. 4 schematisch skizziert - vorzugsweise eine entsprechende Steuereinheit 30 auf. Dementsprechend ist die Leuchte 10 vorzugsweise derart gestaltet, dass sie mit der Steuereinheit 30 in mehrere unterschiedliche Betriebszustände versetzt werden kann. Die unterschiedlichen Betriebszustände können sich beispielsweise - wie erwähnt - durch unterschiedlich helle Lichtabgaben der Leuchte 10 unterscheiden und/oder durch unterschiedliche Lichtabgaben in unterschiedliche Abstrahlrichtungen. Beim gezeigten Beispiel ist die Steuereinheit 30 dementsprechend mit den Bedienelementen 50 und auch mit den Sensormitteln 40, 40' verbunden.

[0040] Um die Leuchten 10 des Beleuchtungssystems 1 flexibel, insbesondere geeignet in die Ausleuchtung eines Raumes integrieren zu können, sind die Leuchten 10 dazu ausgebildet, untereinander Signale auszuschicken und zu empfangen. Bei den Signalen kann es sich insbesondere um elektromagnetische Wellen handeln, insbesondere im Funkwellenbereich.

[0041] Beispielsweise kann ein solches Signal signalisieren, dass eine der Leuchten 10 eingeschaltet worden ist. In diesem Sinn stellt das Signal ein "Betriebszustands-Signal" oder genauer ein "Betriebszustandsänderungs-Signal" dar, das den restlichen Leuchten 10 eine Information über den Betriebszustand bzw. eine Änderung des Betriebszustands derjenigen Leuchte 10 zukommen lässt, von der das Signal abgesendet worden ist.

[0042] Insbesondere ist das Beleuchtungssystem 1 dazu ausgestaltet, dass während einer regulären Betriebsphase in wiederholter Weise derartige Signale zwischen den Leuchten 10 ausgetauscht werden.

[0043] Eine Leuchte 10, die ein solches Signal aussendet, wird hier als "aussendende Leuchte" bezeichnet und ist - wie in Fig. 1 exemplarisch gezeigt - in den Zeichnungen mit 10' bezeichnet. Das Beleuchtungssystem 1 ist derart gestaltet, dass nach dem Aussenden des Signals durch die aussendende Leuchte 10' dieses Signal zumindest von einem Teil der anderen Leuchten empfangen wird, wobei hier eine bzw. jede dieser Leuchten, die das Signal empfängt, mit "empfangende Leuchte" bezeichnet ist und - wie in Fig. 1 gezeigt - in den Zeichnungen exemplarisch mit 10" bezeichnet ist.

[0044] Weiterhin ist das Beleuchtungssystem 1 derart gestaltet, dass die empfangenden Leuchten 10" nach dem Empfangen des Signals ihr Betriebsverhalten anpassen, insbesondere, indem sie sich in einen bestimmten Betriebszustand versetzen oder einen bestimmten Betriebszustand beibehalten. Vorzugsweise ist die Leuchte 10 derart gestaltet, dass die Anpassung durch die Steuereinheit 30 gesteuert wird.

[0045] Dabei erfolgt die genannte Anpassung durch die empfangende Leuchte 10" nach Empfangen des Signals sowohl in Abhängigkeit von dem Signal als auch in Abhängigkeit von einem jeweiligen Abstand d der betreffenden empfangenden Leuchte 10" zu der aussendenden Leuchte 10'. Hierdurch lässt sich beispielsweise bewirken, dass die empfangenden Leuchten 10", die sich in einer bestimmten Umgebung A der aussendenden Leuchte 10' befinden - deren Begrenzung in Fig. 1 gepunktet angedeutet ist - jeweils ein reduziertes Licht abgeben, so dass diese Umgebung A beispielsweise im Sinn einer Raumgrundbeleuchtung beleuchtet ist. Dabei kann weiterhin vorgesehen sein, dass diejenigen Leuchten, die sich außerhalb der Umgebung A befinden, zur Anpassung an das Signal kein Licht abgeben.

[0046] Die Leuchten 10 sind dazu ausgebildet, den jeweiligen Abstand d mithilfe eines Funksignals F und mithilfe eines Ultraschallsignals U zu ermitteln.

[0047] Wie in Fig. 1 angedeutete, ist das Beleuchtungssystem 1 vorzugsweise derart ausgestaltet, dass das Funksignal F und das Ultraschallsignal U von der aussendenden Leuchte 10' ausgesendet werden und von den empfangenden Leuchten 10" jeweils empfangen werden. Beim hier gezeigten Ausführungsbeispiel weisen die Leuchten 10 hierzu eine, in Fig. 2 angedeutete Funkeinheit 104 mit einem Funksender zum Aussenden des Funksignals F und einem Funkempfänger zum Empfangen des Funksignals F auf, sowie eine Ultraschalleinheit 103 mit einem Ultraschallsender zum Aussenden des Ultraschallsignals U und einen Ultraschallempfänger zum Empfangen des Ultraschallsignals U . Die Funkeinheit 104 kann beispielsweise auf einer Oberseite des Leuchtenkopfes 101 angeordnet sein, die Ultraschalleinheit 103 beispielsweise unterhalb des Leuchtenkopfes 101, zum Beispiel in einem oberen Bereich an der Säule 102. Wie in Fig. 4 angedeutet, sind die Ultraschalleinheit 103 und die Funkeinheit 104 vorzugsweise jeweils mit der Steuereinheit 30 verbunden.

[0048] Eine besonders einfache Ermittlung des betref-

fenden Abstand d ist möglich, wenn die aussendende Leuchte 10' das Funksignal F und das Ultraschallsignal U gleichzeitig oder aber zumindest in einem vorab festgelegten zeitlichen Abstand aussendet. Dementsprechend sind die Leuchten 10 vorzugsweise dazu ausgestaltet, das Funksignal F und das Ultraschallsignal U gleichzeitig oder in einem vorab festgelegten zeitlichen Abstand auszusenden. Auf diese Weise stellt für die empfangende Leuchte 10" der zeitliche Abstand zwischen dem Empfangen des Funksignals F und dem darauffolgenden Empfangen des Ultraschallsignals U unmittelbar ein Maß für den betreffenden Abstand d dar. Die Leuchten 10 sind daher vorzugsweise dazu ausgestaltet, eine zeitliche Differenz zwischen diesen beiden Empfängen zu ermitteln, beispielweise mit einer entsprechenden Ermittlungseinheit, die vorzugsweise als Teil der Steuereinheit 30 gestaltet ist.

[0049] Dementsprechend weist ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Betrieb des Beleuchtungssystems 1 die folgenden Schritte auf:

- a) eine der Leuchten, die aussendende Leuchte 10', sendet entweder gleichzeitig oder in einem vorab festgelegten zeitlichen Abstand ein Funksignal F und ein Ultraschallsignal U aus,
- b) zumindest ein Teil der anderen Leuchten 10" empfängt das Funksignal F und das Ultraschallsignal U ,
- c) jede der empfangenden Leuchten 10" ermittelt auf Basis eines zeitlichen Abstands zwischen dem Empfangen des Funksignals F und dem Empfangen des Ultraschallsignals U jeweils ein Maß für den Abstand d zu der aussendenden Leuchte 10' und
- d) jede der empfangenden Leuchten 10" stellt einen Betriebszustand in Abhängigkeit von dem in Schritt c) ermittelten Abstand d ein.

[0050] Der Schritt d) findet insbesondere statt, wenn eine bzw. die aussendende Leuchte 10' ein "Betriebszustandsänderungs-Signal", also kurz das oben genannte Signal ausgesendet hat, so dass jede der empfangenden Leuchten 10" daraufhin ihr Betriebsverhalten in Abhängigkeit von dem Signal und in Abhängigkeit von dem Abstand d anpasst. Das Funksignal F kann dabei unmittelbar das Signal umfassen; mit anderen Worten kann das Signal Bestandteil des Funksignals F sein. Allerdings ist dies nicht zwangsläufig, insbesondere kann das Signal von der aussendenden Leuchte 10' nach Absenden des Funksignals F abgesendet werden.

[0051] Gemäß einer Ausführung ist vorgesehen, dass das Funksignal F eine Kennung bzw. Adressenangabe der aussendenden Leuchte 10' enthält. Die Leuchten 10 weisen dabei vorzugsweise jeweils ein - beispielsweise in die Steuereinheit 30 integrierte - Speichermittel auf und sind dazu ausgestaltet, eine eindeutige Zuordnung zwischen der Kennung bzw. Adressenangabe und dem jeweiligen betreffenden Abstand d zu der aussendenden Leuchte 10' in dem Speichermittel abzuspeichern.

[0052] Dabei ist vorzugsweise vorgesehen, dass in einer Initialisierungsphase des Beleuchtungssystems 1 - also einmalig bei Inbetriebnahme des Beleuchtungssystems 1 - von jeder der Leuchten 10 die Abstände zu den anderen Leuchten 10 ermittelt werden und dann jeweils unter Zuordnung zu der jeweiligen Kennung in dem Speichermittel gespeichert werden. Vorzugsweise wird dabei zur Ermittlung der Abstände - zeitlich aufeinander folgend - jede der Leuchten 10 - als aussendende Leuchte 10' aktiviert und die jeweils restlichen Leuchten zu den empfangenden Leuchten 10", bis schließlich alle Leuchten 10 ihre Abstände zu den jeweils restlichen Leuchten ermittelt haben.

[0053] Nach Abschluss dieser Initialisierungsphase kann dann die reguläre Betriebsphase beginnen. In dieser enthält jedes Signal dann auch die Kennung der aussendenden Leuchte 10', so dass in der empfangenden Leuchte 10" anhand der Kennung in dem Signal indirekt, aber eindeutig auch die Information über den jeweiligen Abstand d vorliegt. Auf diese Weise ist während der regulären Betriebsphase bzw. nach Abschluss der Initialisierungsphase kein Aussenden eines Ultraschallsignals mehr erforderlich. In diesem Fall erfolgt also das Aussenden der Signale nach dem Ermitteln der gegenseitigen Abstände zwischen den Leuchten 10. Die entsprechenden Funksignale F zwischen den Leuchten 10 müssen in diesem Fall lediglich während der Initialisierungsphase ausgesendet werden.

[0054] Die oben genannten Schritte a) bis c) erfolgen hierbei also einmalig bei Inbetriebnahme des Beleuchtungssystems 1 bzw. im Rahmen der Initialisierungsphase bzw. vor der regulären Betriebsphase.

[0055] Gemäß einer alternativen Ausführung kann vorgesehen sein, dass die Leuchten 10 dazu ausgebildet sind, gleichzeitig mit dem Aussenden des Signals auch das Funksignal F und das Ultraschallsignal U auszusenden. In diesem Fall kann also der betreffende Abstand von den empfangenden Leuchten 10" sozusagen bei Empfang des Signals aktuell ermittelt werden; eine Initialisierungsphase ist in diesem Fall nicht erforderlich. Allerdings ist hierbei jedes Aussenden eines Signals mit einem Aussenden eines Ultraschallsignals verbunden. Das Funksignal F kann dabei das Signal beinhalten.

[0056] Die Schritte a) bis c) werden in diesem Fall also nach Inbetriebnahme des Beleuchtungssystems, insbesondere während der regulären Betriebsphase durchgeführt.

[0057] Vorzugsweise sind die Leuchten 10 weiterhin dazu ausgestaltet, Ultraschallsignale in unterschiedliche Richtungen auszusenden und aus unterschiedlichen Richtungen zu empfangen, wobei die Richtungen vorzugsweise alle horizontalen Richtungen umfassen. Auf diese Weise lassen sich weiterhin die räumlichen Positionen der Leuchten 10 zueinander ermitteln.

[0058] Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass die Ultraschalleinheit 103 mehrere Ultraschallsender, insbesondere auf gleicher Höhe, aufweist, die in der Horizontalen in gleichmäßigen Winkelabständen abstrahlend

orientiert angeordnet sind. Beispielsweise kann die Ultraschalleinheit 103 also vier Ultraschallsender aufweisen, die vorzugsweise jeweils zur Erzeugung von Ultraschallsignalen ausgebildet sind, die jeweils einen Winkelbereich von mindestens 90° umfassen. Auf diese Weise lassen sich alle horizontalen Richtungen repräsentieren.

[0059] Die Ultraschallsensoren der Ultraschalleinheit 103 sind dementsprechend vorzugsweise zum Empfangen von Ultraschallsignalen aus allen horizontalen Richtungen ausgebildet. Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass die Ultraschalleinheit 103 vier entsprechend orientierte Ultraschallempfänger aufweist.

[0060] Zum Verfahren kann vorgesehen sein, dass in Schritt a) die aussendende Leuchte 10' außerdem weitere Ultraschallsignale in unterschiedliche Richtungen aussendet, in Schritt b) die empfangenden Leuchten 10" jeweils auch die weiteren Ultraschallsignale empfangen und in Schritt c) in den empfangenden Leuchten 10" jeweils außerdem auf Basis der empfangenen weiteren Ultraschallsignale eine Richtung zu der aussendenden Leuchte 10' ermittelt wird.

[0061] Die Gestaltung ist weiterhin vorzugsweise derart, dass die Ultraschalleinheit 103 dazu ausgebildet ist, die mehreren Ultraschallsender und die Ultraschallempfänger jeweils zeitlich hintereinander zu aktivieren. Auf diese Weise kann die aussendende Leuchte 10' hintereinander die Ultraschallsignale in die unterschiedlichen Richtungen aussenden und die restlichen bzw. empfangenden Leuchten 10" können ihre Ultraschallempfänger bei jedem Ultraschallsignal hintereinander auf Empfang schalten. Über Laufzeitdifferenzen lässt sich nunmehr - zusätzlich zu den betreffenden Abständen - über die Intensitäten der Ultraschallsignale eine Information über die Richtung bester Ultraschallkommunikation erzielen. Ist die absolute Position einer Leuchte bekannt, kann man aus den Ergebnissen der Messungen aller Leuchten nicht nur deren Abstände zueinander, sondern auch deren Positionen relativ zur Position der ersten Leuchte bestimmen.

[0062] Im Fall der genannten richtungsabhängigen Ausgestaltung kann selbstverständlich vorgesehen sein, dass die empfangende Leuchte 10" ihr Betriebsverhalten in Abhängigkeit von dem Signal und in Abhängigkeit von dem Abstand d und/oder in Abhängigkeit von der Richtung zu der aussendenden Leuchte 10' anpasst.

[0063] Falls bei der richtungsabhängigen Ausgestaltung lediglich eine Anpassung in Abhängigkeit von dem Signal und dem Abstand d erwünscht ist, kann vorgesehen sein, dass alle Ultraschallsender der Ultraschalleinheit 103 gleichzeitig senden bzw. alle Ultraschallempfänger der Ultraschalleinheit 103 gleichzeitig empfangen.

55 Patentansprüche

1. Leuchte (10), zur Verwendung in einem Beleuchtungssystem, aufweisend

- mehrere Ultraschallsender zum Aussenden von Ultraschallsignalen (*U*),
 - mehrere Ultraschallempfänger zum Empfangen von Ultraschallsignalen (*U*),
 - einen Funksender zum Aussenden eines Funksignals (*F*),
 - einen Funkempfänger zum Empfangen eines Funksignals (*F*),
 - eine Ermittlungseinheit zum Ermitteln einer Zeitdifferenz zwischen einem Empfangen eines Funksignals (*F*) mit dem Funkempfänger und einem Empfangen eines Ultraschallsignals (*U*) mit einem der Ultraschallempfänger,
 - eine Steuereinheit (30) zur Einstellung mehrerer unterschiedlicher Betriebszustände, wobei die Steuereinheit (30) dazu ausgelegt ist, die Einstellung in Abhängigkeit von der Zeitdifferenz durchzuführen,
- wobei die Ultraschallsender dazu ausgelegt sind, die Ultraschallsignale in unterschiedliche Richtungen auszusenden und die Ultraschallempfänger dazu ausgelegt sind, die Ultraschallsignale aus unterschiedlichen Richtungen zu empfangen, wobei die unterschiedlichen Richtungen vorzugsweise alle horizontalen Richtungen umfassen.
2. Leuchte nach Anspruch 1, weiterhin aufweisend einen Sensor zur Erzeugung eines Sensorsignals, vorzugsweise in Form eines Bewegungssensors (40) und/oder eines Helligkeitssensors (40'), wobei die Steuereinheit (30) weiterhin dazu ausgelegt ist, die Einstellung auch in Abhängigkeit von dem Sensorsignal durchzuführen.
 3. Beleuchtungssystem (1), aufweisend mehrere, voneinander jeweils beabstandete Leuchten (10) gemäß Anspruch 1 oder 2, die dazu ausgebildet sind, untereinander Signale auszusenden und zu empfangen, wobei nach Aussenden eines Signals durch eine aussendende Leuchte (10') dieses Signal zumindest von einem Teil der anderen Leuchten (10'') empfangen wird und die empfangenden Leuchten (10'') daraufhin jeweils ihr Betriebsverhalten anpassen, wobei diese Anpassung in Abhängigkeit von dem Signal und in Abhängigkeit von dem jeweiligen Abstand (*d*) der betreffenden empfangenden Leuchte (10'') zu der aussendenden Leuchte (10') erfolgt, und wobei die Leuchten (10) dazu ausgebildet sind, den jeweiligen Abstand (*d*) mithilfe eines Funksignals (*F*) und eines Ultraschallsignals (*U*) zu ermitteln.
 4. Beleuchtungssystem nach Anspruch 3, das derart ausgestaltet ist, dass das Funksignal (*F*) und die Ultraschallsignale (*U*) von der aussendenden Leuchte (10') ausgesendet werden und von den empfangenden Leuchten (10'') jeweils empfangen werden.
 5. Beleuchtungssystem nach Anspruch 4, bei dem die Leuchten (10) dazu ausgestaltet sind, das Funksignal (*F*) und die Ultraschallsignale (*U*) gleichzeitig oder in einem vorab festgelegten zeitlichen Abstand auszusenden.
 6. Beleuchtungssystem nach einem der Ansprüche 3-5, bei dem das Funksignal (*F*) eine Kennung bzw. Adressenangabe der aussendenden Leuchte (10') enthält.
 7. Beleuchtungssystem nach Anspruch 6, bei dem die Leuchten (10) jeweils ein Speichermittel aufweisen und dazu ausgestaltet sind, eine eindeutige Zuordnung der Kennung bzw. Adressenangabe zu dem jeweiligen betreffenden Abstand (*d*) zu der aussendenden Leuchte (10') in dem Speichermittel abzuspeichern.
 8. Beleuchtungssystem nach einem der Ansprüche 3-7, bei dem die Leuchten (10) dazu ausgebildet sind, gleichzeitig mit dem Aussenden des Signals auch das Funksignal (*F*) und die Ultraschallsignale (*U*) auszusenden, wobei vorzugsweise das Funksignal (*F*) das Signal umfasst.
 9. Verfahren zum Betrieb eines Beleuchtungssystems (1) nach einem der Ansprüche 3-8, umfassend die folgenden Schritte:
 - a) eine der Leuchten (10') sendet entweder gleichzeitig oder in einem vorab festgelegten zeitlichen Abstand ein Funksignal (*F*) und mehrere Ultraschallsignale (*U*) aus,
 - b) zumindest ein Teil der anderen Leuchten (10'') empfängt jeweils das Funksignal (*F*) und eines der Ultraschallsignale (*U*),
 - c) jede der empfangenden Leuchten (10'') ermittelt auf Basis eines zeitlichen Abstands zwischen dem Empfangen des Funksignals (*F*) und dem Empfangen des Ultraschallsignals (*U*) jeweils ein Maß für den Abstand (*d*) zu der aussendenden Leuchte (10'),
 - d) jede der empfangenden Leuchten (10'') stellt einen Betriebszustand in Abhängigkeit von dem in Schritt c) ermittelten Abstand (*d*) ein,

wobei in Schritt a) die aussendende Leuchte (10') die Ultraschallsignale in unterschiedliche Richtungen aussendet.
 10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem die Schritte a) bis c) einmalig bei Inbetrieb-

nahme des Beleuchtungssystems (1) durchgeführt werden.

11. Verfahren nach Anspruch 10, bei dem das Funksignal (F) eine Kennung bzw. Adressenangabe der aussendenden Leuchte enthält. 5
12. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem die Schritte a) bis c) nach Inbetriebnahme des Beleuchtungssystems (1) durchgeführt werden. 10
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, bei dem in Schritt c) in den empfangenden Leuchten (10'') jeweils außerdem auf Basis des empfangenen Ultraschallsignals eine Richtung zu der aussendenden Leuchte (10') ermittelt wird. 15

Claims 20

1. Luminaire (10) for use in a lighting system, comprising

- a plurality of ultrasound transmitters for emitting ultrasound signals (U), 25
- a plurality of ultrasound receivers for receiving ultrasound signals (U),
- a radio transmitter for transmitting a radio signal (F),
- a radio receiver for receiving a radio signal (F), 30
- a detection unit for determining a time difference between receiving a radio signal (F) by the radio receiver and receiving an ultrasound signal (U) by one of the ultrasound receivers, 35
- a control unit (30) for setting a plurality of different operating states, wherein the control unit (30) is designed to carry out the setting as a function of the time difference,

wherein the ultrasound transmitters are designed to emit the ultrasound signals in different directions, while the ultrasound receivers are designed to receive the ultrasound signals from different directions, wherein the different directions preferably include all horizontal directions. 45

2. Luminaire according to claim 1, further comprising a sensor preferably in the form of a motion sensor (40) and/or a brightness sensor (40') to generate a sensor signal, wherein the control unit (30) is further designed to perform the setting in response to the sensor signal. 50
3. Lighting system (1) comprising a plurality of mutually-spaced luminaires (10) according to claim 1 or 2 and that are designed to send and receive signals from each other, 55

wherein, after an emitting luminaire (10') emits a signal, the signal is received by at least some of the other luminaires (10'') and the receiving luminaires (10'') then each adapt their performance, wherein this adaptation depends on the signal and on the respective distance (d) of the relevant receiving luminaire (10'') from the emitting luminaire (10'), and wherein the luminaires (10) are designed to determine the respective distance (d) by means of a radio signal (F) and an ultrasound signal (U).

4. Lighting system according to claim 3, which is so designed that the radio signal (F) and the ultrasound signals (U) are emitted from the emitting luminaire (10') and respectively received by the receiving luminaires (10'').

5. Lighting system according to claim 4, wherein the luminaires (10) are designed to emit the radio signal (F) and the ultrasound signals (U) at the same time, or at a predetermined time interval.

6. Lighting system according to one of the claims 3 to 5, wherein the radio signal (F) contains an identifier or address information of the emitting luminaire (10').

7. Lighting system according to claim 6, wherein the luminaires (10) each have a storage means and are designed to store in the storage means a unique assignment of the identifier or address information of the respective relevant distance (d) to the emitting luminaire (10').

8. Lighting system according to one of the claims 3 to 7, wherein the luminaires (10) are designed to emit the radio signal (F) and the ultrasound signals (U) simultaneously with the emission of the signal, wherein the radio signal (F) preferably comprises the signal.

9. Method of operating a lighting system (1) according to any one of the claims 3 to 8, comprising the following steps:

a) one of the luminaires (10') emits a radio signal (F) and a plurality of ultrasound signals (U) either simultaneously or at a pre-determined time interval,

b) at least some of the other luminaires (10'') each receive the radio signal (F) and one of the ultrasound signals (U),

c) each of the receiving luminaires (10'') respectively determines a measurement for the distance (d) to the emitting luminaire (10') on the basis of a time interval between receiving the radio signal (F) and receiving the ultrasound signal (U).

d) each of the receiving luminaires (10'') sets an operating state as a function of the distance (d)

determined in step c),

wherein in step a) the emitting luminaire (10') emits the ultrasound signals in different directions.

10. Method according to claim 9, wherein the steps a) to c) are carried out once upon commissioning the lighting system (1).
11. Method according to claim 10, wherein the radio signal (F) contains an identifier or address information of the emitting luminaire.
12. Method according to claim 9, wherein the steps a) to c) are carried out after commissioning of the lighting system (1).
13. Method according to one of the claims 9 to 12, wherein, in step c), directions from the emitting luminaire (10') to the receiving luminaires (10'') are respectively determined also on the basis of the received ultrasound signal.

Revendications

1. Luminaire (10) destiné à être utilisé dans un système d'éclairage, comprenant :
- plusieurs émetteurs à ultrasons, pour l'émission de signaux ultrasonores (U),
 - plusieurs récepteurs à ultrasons pour la réception de signaux ultrasonores (U),
 - un émetteur radio pour l'émission d'un signal radio (F),
 - un récepteur radio pour la réception d'un signal radio (F),
 - une unité de détermination pour la détermination d'une différence de temps entre une réception d'un signal radio (F) avec le récepteur radio et une réception d'un signal ultrasonore (U) avec un des récepteurs à ultrasons,
 - une unité de commande (30) pour le réglage de plusieurs états de fonctionnement différents, l'unité de commande (30) étant conçue pour effectuer le réglage en fonction de la différence de temps,
- les émetteurs à ultrasons étant conçus pour émettre les signaux ultrasonores dans différentes directions et les récepteurs à ultrasons étant conçus pour recevoir des signaux ultrasonores en provenance de différentes directions, les différentes directions comprenant de préférence toutes les directions horizontales.
2. Luminaire selon la revendication 1, comprenant en outre un capteur pour la génération

d'un signal de capteur, de préférence sous la forme d'un capteur de mouvement (40) et/ou d'un capteur de luminosité (40'), l'unité de commande (30) étant en outre conçue pour effectuer le réglage également en fonction du signal de capteur.

3. Système d'éclairage (1) comprenant plus luminaires (10) distants entre eux selon la revendication 1 ou 2, qui sont conçus pour émettre et recevoir des signaux entre eux, moyennant quoi, après l'émission d'un signal par un luminaire (10'), ce signal est reçu par au moins une partie des autres luminaires (10'') et les luminaires récepteurs (10'') adaptent leur comportement, cette adaptation ayant lieu en fonction du signal et en fonction de la distance (d) entre les luminaires récepteurs (10'') concernés et le luminaire émetteur (10') et les luminaires (10) étant conçus pour déterminer la distance (d) au moyen d'un signal radio (F) et d'un signal ultrasonore (U).
4. Système d'éclairage (1) selon la revendication 3, qui est conçu de façon à ce que le signal radio (F) et les signaux ultrasonores (U) soient émis par le luminaire émetteur (10') et soient reçus par chacun des luminaires récepteurs (10'').
5. Système d'éclairage (1) selon la revendication 4, dans lequel les luminaires (10) sont conçus pour émettre le signal radio (F) et les signaux ultrasonores (U) simultanément ou dans un intervalle de temps prédéterminé.
6. Système d'éclairage (1) selon l'une des revendications 3 à 5, dans lequel le signal radio (F) contient une identification ou une information d'adresse du luminaire émetteur (10').
7. Système d'éclairage (1) selon la revendication 6, dans lequel les luminaires (10) comprennent chacun une mémoire et sont conçus pour enregistrer, dans la mémoire, une correspondance univoque de l'identification ou de l'information d'adresse avec la distance (d) correspondante par rapport au luminaire émetteur (10').
8. Système d'éclairage (1) selon l'une des revendications 3 à 7, dans lequel les luminaires (10) sont conçus pour émettre, en même temps que l'émission du signal, également le signal radio (F) et les signaux ultrasonores (U), de préférence le signal radio (F) comprenant le signal.
9. Procédé d'exploitation d'un système d'éclairage (1) selon l'une des revendications 3 à 8, comprenant les

étapes suivantes :

- a) un des luminaires (10') émet, soit simultanément soit à un intervalle de temps prédéterminé, un signal radio (F) et plusieurs signaux ultrasonores (U), 5
- b) au moins une partie des autres luminaires (10") reçoivent chacun le signal radio (F) et un des signaux ultrasonores (U), 10
- c) chacun des luminaires récepteurs (10") détermine, sur la base d'un intervalle temporel entre la réception du signal radio (F) et la réception du signal ultrasonore (U), une estimation pour la distance (d) par rapport au luminaire émetteur (10'), 15
- d) chacun des luminaires récepteurs (10") règle un état de fonctionnement en fonction de la distance (d) déterminée à l'étape c),
- à l'étape a), le luminaire émetteur (10') émettant les signaux ultrasonores dans différentes directions. 20
- 10.** Procédé selon la revendication 9, dans lequel les étapes a) à c) sont effectuées une fois lors de la mise en service du système d'éclairage (1). 25
- 11.** Procédé selon la revendication 10, dans lequel le signal (F) contient une identification ou une information d'adresse du luminaire émetteur. 30
- 12.** Procédé selon la revendication 9, dans lequel les étapes a) à c) sont effectuées après la mise en service du système d'éclairage (1). 35
- 13.** Procédé selon l'une des revendications 9 à 12, dans lequel, à l'étape c), dans les luminaires récepteurs (10") une direction par rapport au luminaire émetteur (10') est en outre déterminée sur la base du signal ultrasonore. 40

45

50

55

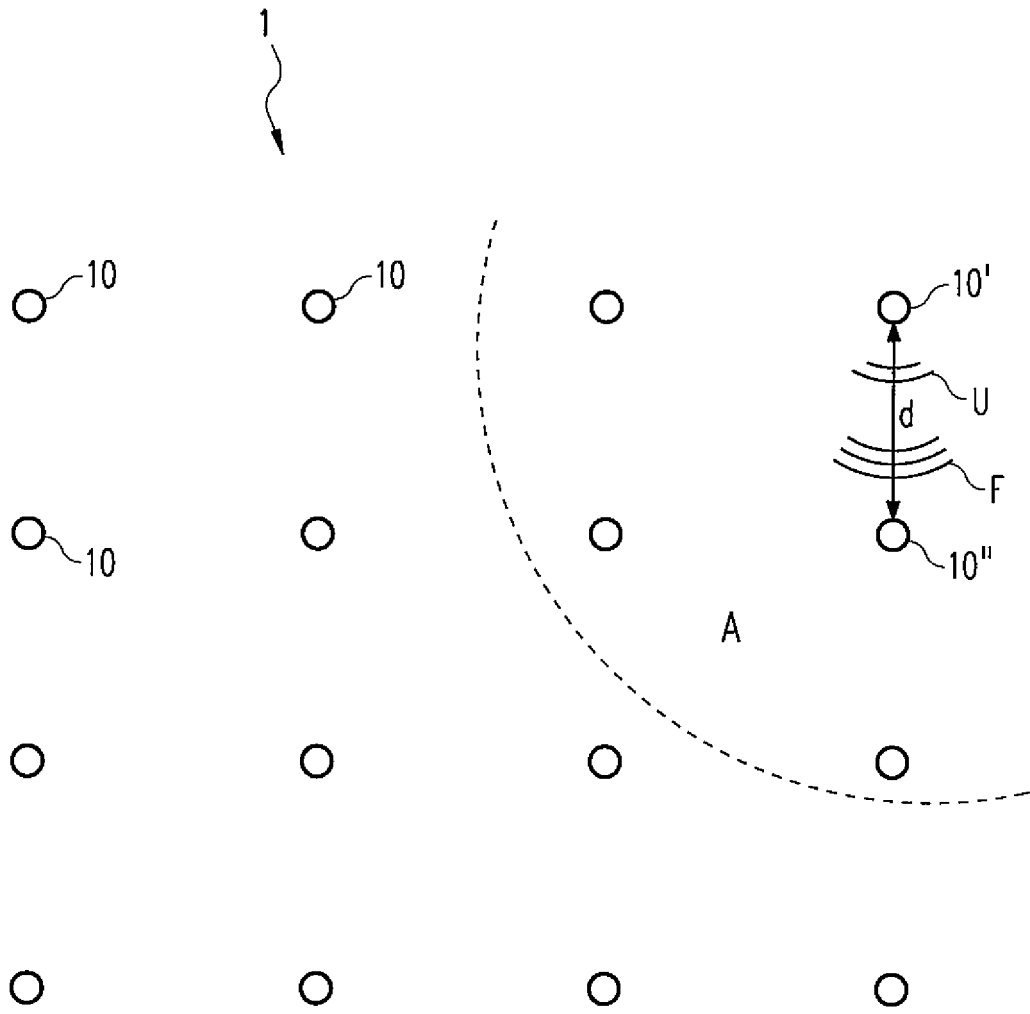


Fig. 1

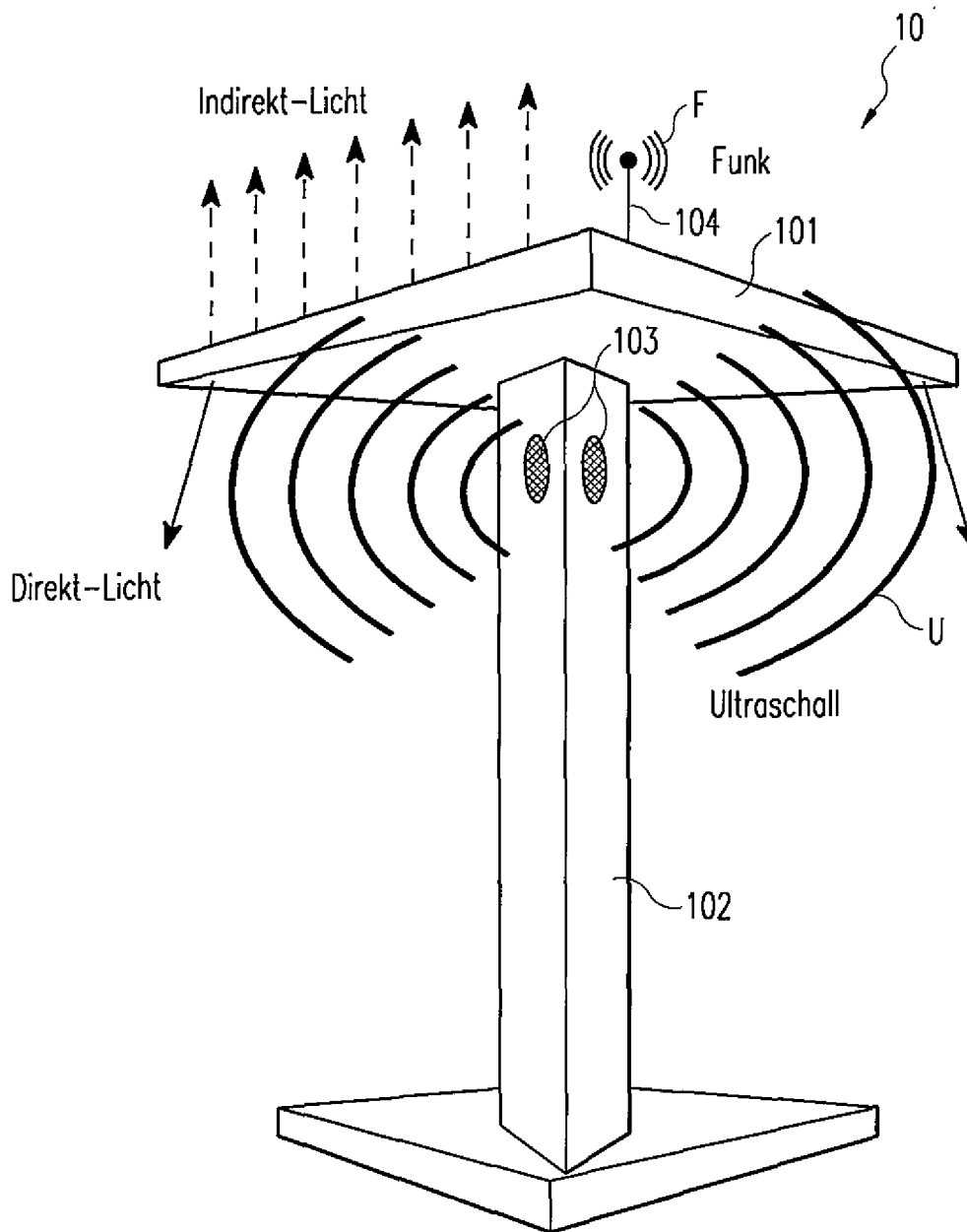
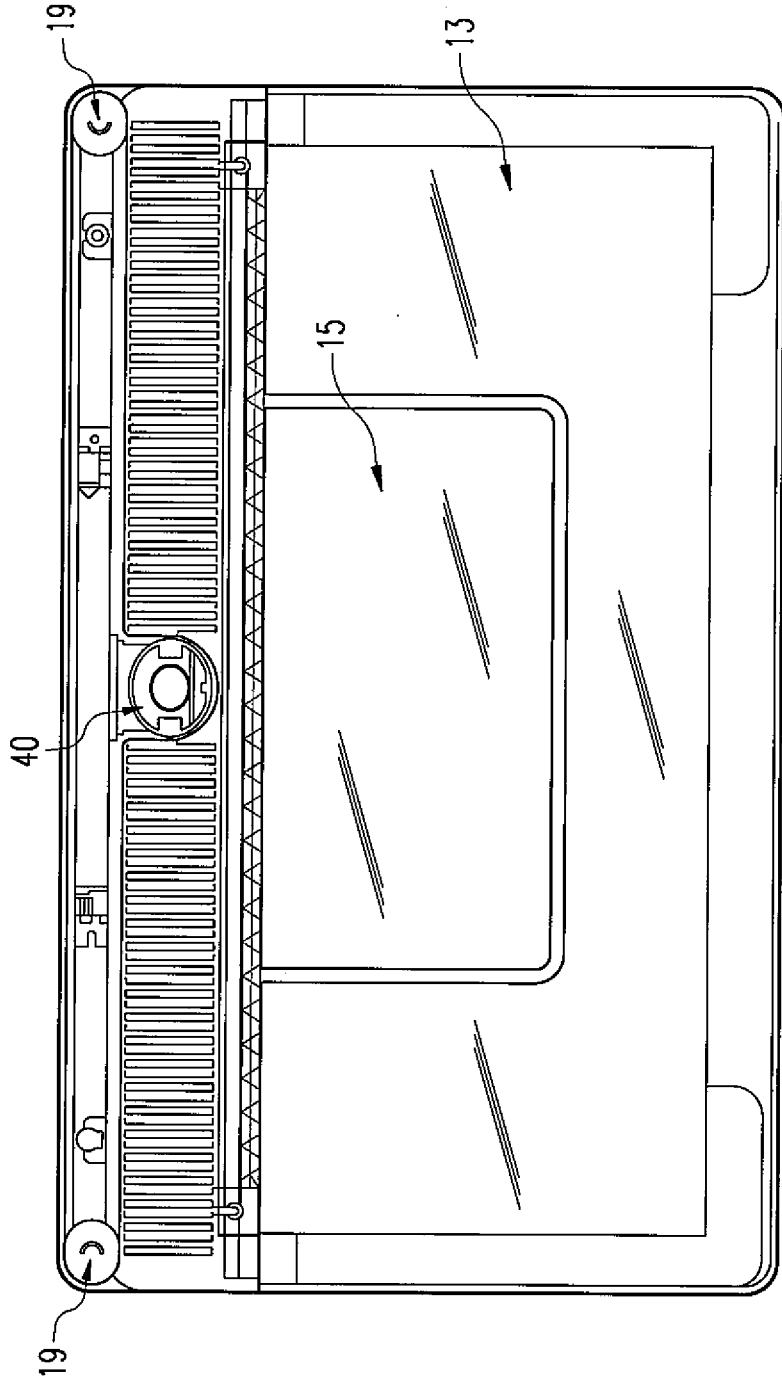
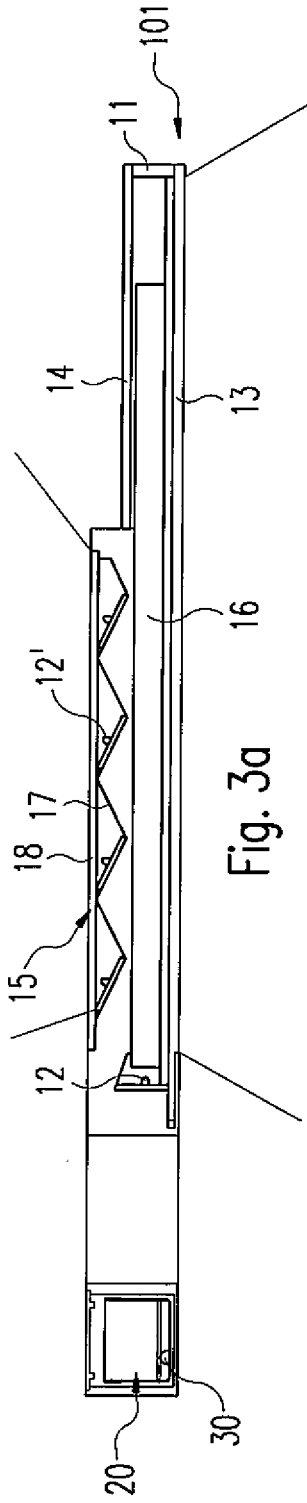


Fig. 2



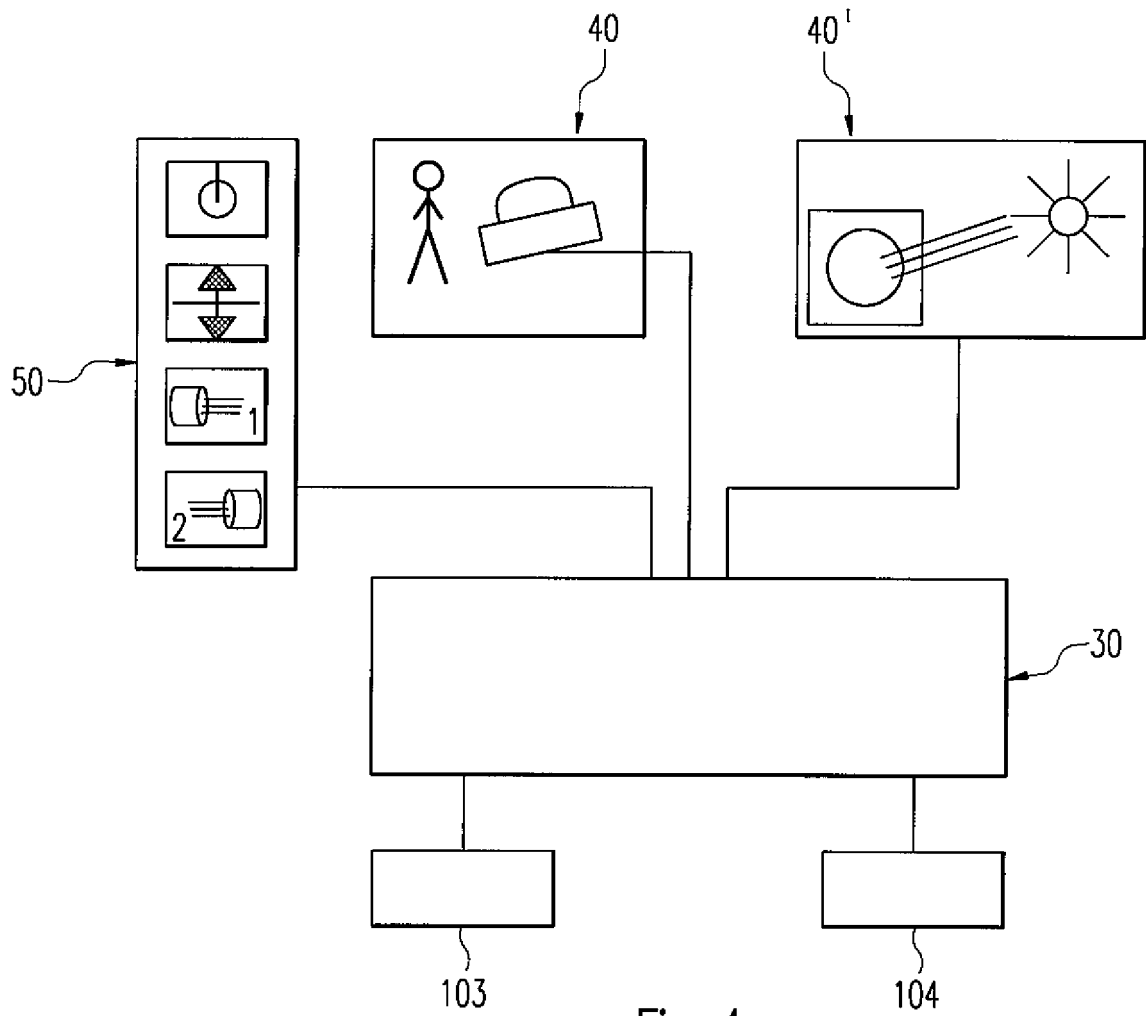


Fig. 4

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

- US 20110115384 A1 [0009]
- US 20060250980 A1 [0009]