(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
02. April 2020 (02.04.2020)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/064191 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H05B 37/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/071306

(22) Internationales Anmeldedatum:
08. August 2019 (08.08.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 216 474.6
26. September 2018 (26.09.2018) DE

(71) Anmelder: **OSRAM GMBH** [DE/DE]; Marcel-Breuer-Straße 6, 80807 München (DE).

(72) Erfinder: **PILZ, Axel**; Obere Gartenstr. 25, 74632 Neuenstein (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,

(54) **Title:** METHOD FOR ASSIGNING LIGHT SENSORS FOR REGULATING THE LIGHTING IN A LIGHTING SYSTEM

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN ZUM ZUORDNEN VON LICHTSENSOREN FÜR DIE BELEUCHTUNGSREGELUNG IN EINEM BELEUCHTUNGSSYSTEM

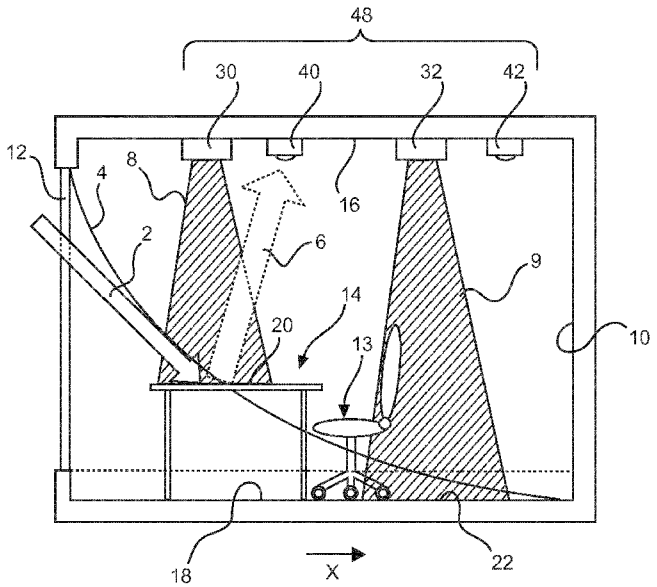


Fig.1

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for assigning light sensors (40, 42) for regulating the lighting in a lighting system (48) in a room (10) to be illuminated, comprising a first number (n_{max}) of lighting groups (30, 32), each of which comprises one or more luminaires, a controller (58), which regulates the luminous flux of each lighting group, and a second number (m_{max}) of light sensors (40, 42), which are to be assigned to the lighting groups (30, 32) and by means of which the respective luminous flux is regulated. The method has the step of: switching (230, 280) the lighting of the lighting system to a first switch state such that a first lighting group (30) emits light with a specified luminous flux and to a second switch state such that the first lighting

WO 2020/064191 A1

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

group (30) does not emit light or only emits a small amount of light, wherein in the first and second switch state, the respective light density of light (6) reflected in the room by a reference surface (20, 22) assigned to the respective light sensors (40, 42) is measured using the light sensors in order to detect (240, 290) a respective first measurement value (S1) in the first switch state and a second measurement value (S2) in the second switch state. A differential value (D) is formed (330) from the first and the second measurement value for each of the light sensors (40, 42), and the differential values (D) formed for each of the light sensors (40, 42) are compared (340) among one another. At least one of the light sensors (40, 42) is assigned (380) to the first lighting group (30) on the basis of the result of the comparison (340). The first lighting group (30) can be regulated at a constant light intensity on the incident reference surface with good optical coupling in a control loop using the measurement values continuously detected by at least the assigned light sensor (40) during a normal operation.

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren zum Zuordnen von Lichtsensoren (40, 42) für die Beleuchtungsregelung in einem Beleuchtungssystem (48) in einem zu beleuchtenden Raum (10), das eine erste Anzahl (n_{max}) von jeweils ein oder mehrere Leuchten zusammenfassende Beleuchtungsgruppen (30, 32), eine den Lichtstrom der jeweiligen Beleuchtungsgruppen regelnde Steuervorrichtung (58) und eine zweite Anzahl (m_{max}) von den Beleuchtungsgruppen (30, 32) zuzuordnenden Lichtsensoren (40, 42) umfasst, anhand derer der jeweilige Lichtstrom geregelt wird, umfasst die Schritte: Schalten (230, 280) der Beleuchtung des Beleuchtungssystems in einen ersten Schaltzustand derart, dass eine erste Beleuchtungsgruppe (30) Licht mit einem vorbestimmten Lichtstrom abstrahlt, und in einen zweiten Schaltzustand derart, dass die erste Beleuchtungsgruppe (30) kein oder nur wenig Licht abstrahlt, wobei in dem ersten und zweiten Schaltzustand jeweils eine Leuchtdichte des von einer jeweils den Lichtsensoren (40, 42) zugeordneten Referenzfläche (20, 22) in dem Raum reflektierten Lichts (6) anhand der Lichtsensoren zur Erfassung (240, 290) jeweils eines ersten Messwerts (S1) in dem ersten Schaltzustand und eines zweiten Messwerts (S2) in dem zweiten Schaltzustand gemessen wird. Ein Differenzwert (D) wird aus dem ersten und dem zweiten Messwert für jeden der Lichtsensoren (40, 42) gebildet (330) und die für jeden der Lichtsensoren (40, 42) gebildeten Differenzwerte (D) untereinander verglichen (340). Wenigstens eines der Lichtsensoren (40, 42) wird der ersten Beleuchtungsgruppe (30) abhängig von dem Ergebnis des Vergleichs (340) zugeordnet (380). Die erste Beleuchtungsgruppe (30) kann anhand der von durch wenigstens den zugeordneten Lichtsensor (40) im Normalbetrieb kontinuierlich erfassten Messwerten in einer Regelschleife mit guter optischer Kopplung auf eine konstante Beleuchtungsstärke auf der betroffenen Referenzfläche geregelt werden.

VERFAHREN ZUM ZUORDNEN VON LICHTSENSOREN FÜR DIE BELEUCHTUNGSREGELUNG IN EINEM BELEUCHTUNGSSYSTEM

BESCHREIBUNG

Technisches Gebiet

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Zuordnen von Lichtsensoren für die Beleuchtungsregelung in einem Beleuchtungssystem in einem zu beleuchtenden Raum, das eine erste Anzahl von jeweils ein oder mehrere Leuchten zusammenfassende Beleuchtungsgruppen, eine den Lichtstrom der jeweiligen Beleuchtungsgruppen regelnde Steuervorrichtung und eine zweite Anzahl von den Beleuchtungsgruppen zuzuordnenden Lichtsensoren umfasst, anhand derer der jeweilige Lichtstrom geregelt wird, sowie die entsprechende Steuervorrichtung.

Stand der Technik

Vorwiegend in öffentlich zugänglichen Gebäuden wie beispielsweise Bürohäusern, Sporthallen oder –stadien, Bahnhöfen oder Flughäfen, Fabrik- bzw. Lagerhallen etc., zunehmend aber auch im privaten Bereich, werden Beleuchtungssysteme eingesetzt, die abhängig von den sich über die Tageszeit durch Sonnenstand und Wettereinflüsse verändernden Lichtverhältnissen eine jeweils angepasste Kunstlichtbeleuchtung ermöglichen. Zu diesem Zweck werden geeignet platzierte Lichtsensoren eingesetzt, die in Zusammenspiel mit einer Lichtsteuerung eine Regelung nach dem Prinzip geschlossener Regelschleifen erlauben, wenn beispielsweise im betreffenden Raum möglichst konstante Lichtverhältnisse erwünscht sind oder der alterungs- bedingte Rückgang des Lichtstromes der Lichtquellen automatisch kompensiert werden soll.

Die überwiegende Zahl der am Markt verfügbaren entsprechenden Lösungen sieht vor, dass im Fall geschlossener Räume beispielsweise Lichtsensoren integriert in einer Leuchte oder in der Decke nahe einer betreffenden Leuchte angeordnet und auf eine im

Regelfall senkrecht unterhalb liegende Referenzoberfläche ausgerichtet sind, z.B. eine Schreibtischoberfläche oder eine Bodenfläche des auszuleuchtenden Raums, etc.

Auf diese Referenzfläche fällt unter anderem das von außerhalb des Raums beispielsweise durch ein Fenster einwirkende Tageslicht, das Kunstlicht der integrierten bzw. nahen Leuchte sowie gegebenenfalls das Kunstlicht weiterer Leuchten im Raum, wenn diese eingeschaltet sind. Die Lichtsensoren erfassen jeweils das von der entsprechenden Referenzfläche reflektiert Licht. Die Lichtsensoren und die Leuchten sind nun so verkoppelt, dass die Kunstlichtbeleuchtung einer Regelung unterworfen ist, bei der die resultierende Beleuchtungsstärke auf der Referenzoberfläche annähernd konstant gehalten wird. Beispielsweise wird eine untere Schranke von 500 lx gesetzt, die nicht unterschritten werden darf, andernfalls wird der Lichtstrom der nahen Leuchte oder auch weiter entfernter Leuchten nachgeregelt (d.h., verstärkt), bzw. bei Überschreiten der Schranke wird der Lichtstrom, auch zur Energieeinsparung, nachgeregelt, d.h. reduziert.

Da die lichtoptische Größen Leuchtdichte und Beleuchtungsstärke im konkreten Fall tageszeitabhängig variable Anteile an Kunstlicht und Tageslicht besitzen, muss für eine ordnungsgemäße Funktion der Regelschleife eine ausreichende optische Kopplung zwischen dem vom jeweiligen Lichtsensor erfassten Messwert und dem resultierenden Lichtstrom gewährleistet sein. Im einfachsten Fall erfolgt dies, indem eine zu regelnde Leuchte mit ihrem integrierten oder dem nahen Lichtsensor verkoppelt wird. In komplexeren Beleuchtungssystemen bzw. entsprechenden Räumen werden mehrere Leuchten zu Beleuchtungsgruppen zusammengefasst. Die Mitglieder einer Beleuchtungsgruppe sind durch einen untereinander einheitlichen Lichtstrom sowie eine ähnliche Positionierung im Raum gekennzeichnet, beispielsweise durch einen ähnlichen Abstand zum Fenster. Somit ist hier auch der Einfluss des Tageslichts ähnlich, so dass sich eine einander angepasste Regelung anbietet. Dieser Beleuchtungsgruppe können ein oder mehrere Lichtsensoren zugeordnet werden.

Die Zuordnung erfolgt im Allgemeinen manuell bei Inbetriebnahme eines Beleuchtungssystems. Es stehen dazu herstellerseitig Prozeduren zur Verfügung. Die

Zuordnung wird dadurch erleichtert, dass über eine IR- (Infrarot) oder NFC- (Near Field Communication) Schnittstelle der Lichtsensor von extern programmiert werden kann.

Für die Leuchten einer bestimmten Gruppe kann die Regelung auf Basis nur weniger Lichtsensoren oder sogar nur eines einzigen Lichtsensors durchgeführt werden, denn die erfassten Lichtverhältnisse gelten ähnlich für alle Leuchten der Gruppe. Die Einteilung der Leuchten eines Raums in Beleuchtungsgruppen erfolgt jedoch im Regelfall rein subjektiv und damit im Hinblick auf die optische Kopplung fehleranfällig.

Zur Verbesserung der Energieeinsparung werden außerdem Lichtsensoren oftmals mit einer Präsenzsensorik kombiniert. Diese sogenannten Kombisensoren erfassen neben der von der Referenzfläche herrührenden Leuchtdichte auf anderer Wellenlänge (z.B. IR) auch die Präsenz von Personen im Raum und erlauben damit das Abschalten der Beleuchtung im Raum nach längerer Abwesenheit. Die Platzierung dieser Kombisensoren erfolgt folglich nicht mehr ausschließlich nach den Gesichtspunkten der Regelung des Kunstlichts sondern hängen auch von der Raumgeometrie und Raumnutzung ab. So kann es erforderlich sein, dass einige dieser Kombisensoren für die Kunstlichtregelung so ungünstig platziert sind, dass eine optische Kopplung mit Beleuchtungsgruppen nur sehr eingeschränkt vorliegt und es sich im Betrieb herausstellt, dass die betreffenden Lichtsensoren in den Kombisensoren nachträglich selektiv deaktiviert werden müssen. Auch dieser Vorgang ist rein subjektiv und fehleranfällig.

Hinzu kommt, dass im Fall ausgedehnter, großer Räume die auszuleuchten sind, etwa Fabrik-, Lager oder Flughafenhallen von bis zu 100 m Länge oder größer Messungen der Leuchtdichte durch Lichtsensoren an einzelnen Stellen nicht mehr repräsentativ genug sind. In diesem Fall werden oftmals die erfassten Messwerte mehrerer Lichtsensoren zusammen einer Beleuchtungsgruppe zugeordnet und gemittelt. Mangels objektiver Kriterien liegt eine einfache (arithmetische) Mittelwertbildung über die Messwerte für die erfasste Leuchtdichte über die zugeordneten Lichtsensoren nahe. Dies kann jedoch zu einer unangemessen hohen Übergewichtung der Messwerte betroffener aber eher abseits liegender Lichtsensoren führen, so dass auch durch diese

subjektive Auswahl von Lichtsensoren für eine als solche unangemessene Gewichtung die optische Kopplung jedenfalls kaum verbessert, in Einzelfällen sogar verschlechtert werden kann.

Eine Überprüfung der Zuordnung kann durch eine Echtzeitanzeige einzelner Messwerte von Lichtsensoren möglich werden, wobei einzelne Beleuchtungsgruppen gedimmt werden und die Reaktion am Lichtsensor überprüft wird. Ähnlich werden auch bloße Taschenlampen eingesetzt, um Lichtsensoren punktuell zu beleuchten und die Reaktion der Beleuchtungsgruppen zu beobachten.

Die genannten Maßnahmen bleiben aber eine rein manuell durchzuführende zeitaufwändige Tätigkeiten und sind rein subjektiv und fehleranfällig. Ferner ist in Fällen, in denen lediglich eine räumliche Umgestaltung mit Einfluss auf die Lichtverhältnisse vorgenommen wurde, der Aufwand für eine neuerliche manuelle Inbetriebnahme vergleichsweise hoch.

Darstellung der Erfindung

Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung, ein gattungsgemäßes Verfahren zum Zuordnen von Lichtsensoren für die Beleuchtungsregelung in einem Beleuchtungssystem derart weiterzubilden, dass sowohl die Fehleranfälligkeit als auch der Aufwand bei der Zuordnung von Lichtsensoren zu Beleuchtungsgruppen reduziert und die dabei erzielte optische Kopplung zwischen den Lichtsensoren und den Beleuchtungsgruppen optimiert wird.

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zum Zuordnen von Lichtsensoren für die Beleuchtungsregelung in einem Beleuchtungssystem mit den Merkmalen von Patentanspruch 1 sowie durch eine entsprechende Steuervorrichtung gemäß Patentanspruch 18. Vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Ausgangspunkt ist ein Verfahren zum Zuordnen von Lichtsensoren für die Beleuchtungsregelung in einem Beleuchtungssystem in einem zu beleuchtenden Raum, das eine erste Anzahl von jeweils ein oder mehrere Leuchten zusammenfassende Beleuchtungsgruppen, eine den Lichtstrom der jeweiligen Beleuchtungsgruppen regelnde Steuervorrichtung und eine zweite Anzahl von den Beleuchtungsgruppen zuzuordnenden Lichtsensoren umfasst, anhand derer der jeweilige Lichtstrom geregelt wird. Die Anzahl von Lichtsensoren und Beleuchtungsgruppen kann gleich oder unterschiedlich sein, und es können mehr Lichtsensoren als Beleuchtungsgruppen vorliegen, sowie aber auch weniger. Bei dem Raum kann es sich um beliebige geschlossene (Fabrikhallen, Büroflächen, Flughafen- oder Bahnhofsbereiche, etc.), halboffene (z.B. Fussballstadien, offene Hallen, Freilufttheater, etc.) oder ganz offene Objekte (z.B. illuminierte Gärten) handeln.

Das Verfahren umfasst weiter die Schritte: Schalten der Beleuchtung des Beleuchtungssystems in einen ersten Schaltzustand derart, dass eine erste Beleuchtungsgruppe Licht mit einem vorbestimmten Lichtstrom abstrahlt und – nachfolgend oder davor – Schalten der Beleuchtung des Beleuchtungssystems in einen zweiten Schaltzustand derart, dass die erste Beleuchtungsgruppe Licht mit einem gegenüber dem vorbestimmten Lichtstrom verminderten Lichtstrom oder kein Licht abstrahlt, wobei in dem ersten und zweiten Schaltzustand, d.h., in beiden Fällen währenddessen, jeweils eine Leuchtdichte des von einer jeweils den Lichtsensoren zugeordneten Referenzfläche in dem Raum reflektierten Lichts anhand der Lichtsensoren gemessen wird – zur Erfassung jeweils eines ersten Messwerts in dem ersten Schaltzustand und eines zweiten Messwerts in dem zweiten Schaltzustand.

Hier kann das Schalten in den ersten Schaltzustand ein Einschalten der ersten Beleuchtungsgruppe wie aber auch ein Ausschalten anderer Beleuchtungsgruppen aus einem vorher eingeschalteten Zustand beinhalten. Wichtig ist, dass die Ausleuchtung des Raums hauptsächlich durch die erste Beleuchtungsgruppe bestimmt wird, die anderen Beleuchtungsgruppen folglich möglichst ganz oder teilweise ausgeschaltet oder z.B. wenigstens leistungsreduziert sind.

Vom Grundgedanken der Erfindung her sind auch Ausführungsformen umfasst, bei denen die anderen Beleuchtungsgruppen beliebig (auch gemischt) ein- oder ausgeschaltet sind. Entscheidend ist für den nachfolgend zu beschreibendenden Schritt der Differenzbildung nur, dass die anderen Beleuchtungsgruppen im ersten und zweiten Schaltzustand unverändert geschaltet bleiben bzw. aktiviert oder deaktiviert sind, so das sich deren Beiträge bei der nachfolgenden Differenzbildung aufheben.

Anzumerken ist, dass auch das Schalten in den zweiten Schaltzustand ein Ausschalten der ersten Beleuchtungsgruppe wie aber auch ein Ausschalten anderer Beleuchtungsgruppen aus einem vorher eingeschalteten Zustand beinhalten kann, etc. Der vorherige Schaltzustand ist dabei nicht relevant, da es nur auf die Messung während des Schaltzustands ankommt. Ist der Schaltzustand, aus dem heraus der erste oder zweite Schaltzustand herbeigeführt wird, zufällig identisch mit dem jeweiligen Schaltzustand, so beinhaltet das „Schalten“ lediglich die Verifizierung des gewünschten Schaltzustands.

Die geeignet im Raum verteilten Lichtsensoren messen jeweils eine Leuchtdichte des von einer jeweils den Lichtsensoren räumlich zugeordneten Referenzfläche reflektierten Lichts. Die Referenzflächen können jeweils unterschiedlich sein, beispielsweise Tisch-, Wand- oder Bodenflächen. Infolgedessen erfassen sie jeweils einen ersten Messwert in dem ersten Schaltzustand und einen zweiten Messwert in dem zweiten Schaltzustand. Da wie beschrieben nachfolgend eine Differenzbildung und ein Vergleich vorgenommen wird, kann in Bezug auf die erfassten Messwerte selber oder in Bezug auf die gebildeten Differenzwerte eine geeignete Normierung erforderlich sein, um die Vergleichbarkeit der Werte untereinander für die im Raum vorhandenen Lichtsensoren zu gewährleisten. Ein Beispiel wäre die Abbildung auf eine Prozentskala ausgehend von einer 100 % entsprechenden Maximalbeleuchtung.

Der nachfolgende Schritt betrifft das Bilden eines Differenzwerts aus dem ersten und dem zweiten Messwert für jeden der Lichtsensoren. Mit anderen Worten, durch die Differenzbildung wird der Einfluss der eingeschalteten ersten Beleuchtungsgruppe gegenüber der ausgeschalteten (oder leistungsreduzierten) ersten Beleuchtungsgruppe

auf die Ausleuchtung des Raums an den Positionen der Lichtsensoren bzw. genauer an deren Referenzflächen quantifiziert. Ein hoher Differenzwert zeigt einen großen Einfluss und damit eine stärkere optische Kopplung mit der betroffenen (hier: ersten) Beleuchtungsgruppe an, ein geringer Differenzwert dagegen eine schwach optische Kopplung.

Für alle ausgewerteten Lichtsensoren liegen nun jeweils die gebildeten Differenzwerte vor. Im nächsten Schritt werden diese untereinander verglichen. Dies erlaubt eine Priorisierung bei der Auswahl von Lichtsensoren für die Zuordnung zu der ersten Beleuchtungsgruppe. Ein nachfolgender Schritt beinhaltet nun das Zuordnen wenigstens eines der Lichtsensoren zu der ersten Beleuchtungsgruppe abhängig von dem Ergebnis des Vergleichs und das Speichern der Zuordnung. Der oder die somit ausgewählten Lichtsensoren sind nun als für die optische Kopplung geeignet befunden und werden für die Regelung der Beleuchtung durch die erste Beleuchtungsgruppe festgelegt.

Die erste Beleuchtungsgruppe kann folglich anhand der von Messwerten, die durch den oder die zugeordneten Lichtsensor(en) im Normalbetrieb kontinuierlich erfasst werden, in einer Regelschleife auf eine konstante Beleuchtungsstärke auf der betroffenen Referenzfläche(n) geregelt werden.

Dem erfindungsgemäßen Verfahren kann eine Gruppierung von Leuchten in Beleuchtungsgruppen beispielsweise im Rahmen einer Inbetriebnahme oder einer internen Umgruppierung vorausgehen. Die Gruppierung der Leuchten für die Kunstlichtbeleuchtung erfolgt entsprechend den eingangs genannten Anforderungen (z.B. Abstand zum Fenster, etc.).

Das Verfahren erlaubt eine automatisierte Zuordnung von Lichtsensoren zu Beleuchtungsgruppen. Indem nacheinander für eine, viele oder alle Beleuchtungsgruppen des Beleuchtungssystems jeweils zwei Schaltzustände realisiert werden, in denen sich die Beleuchtung nur der betroffenen Beleuchtungsgruppe ändert, kann deren Einfluss auf die Lichtsensoren und damit die Qualität der optischen

Kopplung nach objektiven Maßstäben quantifiziert werden. Es wird möglich, durch die Differenzbildung („vorher“ gegenüber „nachher“) Werte zu erhalten, die miteinander vergleichbar sind, so dass die Lichtsensoren einander gegenübergestellt und ein oder mehrerer dieser Lichtsensoren aus diesem Vergleich heraus für die Zuordnung ausgewählt werden können. Es ist keine manuelle – und dadurch eventuell fehlerbehaftete – Interaktion erforderlich. Die Wahl der Sensoren mit der besten optische Kopplung wird mithin verbessert, der Aufwand durch die Automatisierung verringert und die Fehleranfälligkeit vermieden.

Infolgedessen ist das Verfahren insbesondere zur Ausführung in Beleuchtungssystemen vorteilhaft, bei denen eine Kommunikation zwischen den angeschlossenen Leuchten und Lichtsensoren über Bussysteme erfolgt, so etwa eines entsprechend dem DALI-Protokoll (DALI: „Digital Addressable Lighting Interface“ bzw. „Digitale adressierbare Schnittstelle für die Beleuchtung“). Dieser Kommunikationsstandard ist festgelegt in der IEC-Normenfamilie IEC 62386 und IEC 60929, Anlage E, und basiert auf dem früheren DSI-Standard (Digital Signal Interface) und schließt die Lücke zwischen den herkömmlichen, analogen *1-10 V*-Schnittstellen und komplexen digitalen Bussystemen wie KNX/EIB (European Installation Bus) oder LON (Local Operating Network). Letztere kommen ebenso vorteilhaft in Frage für die Implementierung der Erfindung. Das Verfahren kann hierbei als ausführbares Programm in einer Steuervorrichtung (Steuergerät) des Busses implementiert sein, das die Lichtsensoren und die zu Beleuchtungsgruppen zusammengefassten Leuchten adressieren, die Messwerte über die adressierten Lichtsensoren erfassen und durch interne Verarbeitung die Differenzwerte bilden kann.

Es ist darüber hinaus gemäß einer weiteren Modifikation grundsätzlich möglich und denkbar, durch Vergleich der Differenzwerte der jeweils für die Beleuchtungsgruppen als optimale Lösung ausgewählten Lichtsensoren diejenigen Beleuchtungsgruppen zu bestimmen, deren bestes Vergleichsergebnis immer noch unzureichend ist. Für diese eine oder mehreren Beleuchtungsgruppen kann in einem weiteren Schritt sogar die Gruppierung der Leuchten variiert werden (z.B. Austausch der Zugehörigkeit einer Leuchte in einer Beleuchtungsgruppe durch eine z.B. räumlich nahe andere Leuchte,

oder bloßes Hinzufügen oder Entfernen einer Leuchte), um dann das vorliegende Verfahren testweise noch einmal anzustoßen. Tritt eine Verbesserung der betreffenden optischen Kopplung ein (repräsentiert durch einen größeren Differenzwert), kann die neue Gruppierung gespeichert werden, ansonsten wird sie verworfen und ggf. eine andere Umgruppierung versucht. Das gesamte Beleuchtungssystem kann sich infolgedessen selbst automatisiert optimieren. Ein solcher Testlauf könnte bei Inbetriebnahme, oder im Normalbetrieb nachts, durchgeführt werden. Der Einsatz eines digital adressierbaren Bussystems wäre hier jedenfalls besonders vorteilhaft.

Einer Weiterbildung der Erfindung zufolge wird der wenigstens eine Lichtsensor der ersten Beleuchtungsgruppe dann zugeordnet wird, wenn sich aus dem Vergleich ergibt, dass der betreffende Differenzwert der größte unter den gebildeten Differenzwerten ist. Der größte Differenzwert entspricht der maximalen optischen Kopplung, so dass in diesem Fall ein besonderer Vorteil eintritt.

Einer weiteren Weiterbildung der Erfindung zufolge wird wenigstens ein zweiter Lichtsensor der ersten Beleuchtungsgruppe zugeordnet, wenn der betreffende Differenzwert, der aus den von ihm erfassten Messwerten gebildet wird, innerhalb eines vorbestimmten Intervallabstandes von dem größten Differenzwert liegt. In diesem Fall können mit Vorteil zwei oder mehrere Lichtsensoren der Beleuchtungsgruppe zugeordnet werden, deren optische Kopplung sich als zumindest ähnlich herausstellt. In diesem Fall eignet sich eine Mittelung der erfassten Messwerte im Normalbetrieb – ggf. mit einer Gewichtung (siehe unten) – wobei die Qualität der Erfassung durch mehrere Lichtsensoren verbessert wird. Anders herum ausgedrückt verhindert dieser Aspekt der Erfindung die Zuordnung von für die aktuelle Beleuchtungsgruppe irrelevanten, schlecht gekoppelten Lichtsensoren.

Einer weiteren Weiterbildung der Erfindung zufolge wird wenigstens ein zweiter Lichtsensor der ersten Beleuchtungsgruppe zugeordnet, wenn eine Größe der ersten Beleuchtungsgruppe eine vorbestimmte dritte Anzahl von Leuchten übersteigt. Liegen zunehmend viele Leuchten in einer Gruppe vor, so steigt notwendig auch die betroffene räumliche Ausdehnung an. Diesem kann durch eine Zuordnung weiterer Lichtsensoren

Rechnung getragen werden, so dass die optische Kopplung weiter verbessert wird. Die vorbestimmte dritte Anzahl stellt somit einen Schwellwert dar, bei dessen Überschreiten die Zuordnung erfolgt.

Einer weiteren Weiterbildung der Erfindung zufolge wird bei dem Schritt des Schaltens der Beleuchtung des Beleuchtungssystems in den ersten Schaltzustand der Lichtstrom sämtlicher anderer Beleuchtungsgruppen als der ersten Beleuchtungsgruppe ausgeschaltet bzw. bleibt ausgeschaltet, oder wird alternativ nur auf einen niedrigen Dimmwert reduziert bzw. bleibt reduziert. In diesem Fall werden die für eine Messung störenden Lichteinflüsse durch dritte Quellen reduziert. In der praktischen Umsetzung können z.B. die anderen Beleuchtungsgruppen auf minimalen Lichtstrom gedimmt anstatt ausgeschaltet werden: dies hat den Vorteil, dass kein Raumteil komplett dunkel wird und dadurch ggf. eine in Betrieb nehmende Personen nicht im Dunkeln steht, wenn dies nachts durchgeführt wird.

Einer weiteren Weiterbildung der Erfindung zufolge wird bei dem Schritt des Schaltens der Beleuchtung des Beleuchtungssystems in den zweiten Schaltzustand der Lichtstrom aller Beleuchtungsgruppen ausgeschaltet, oder bleibt ausgeschaltet, oder wird alternativ auf einen niedrigen Dimmwert reduziert bzw. bleibt reduziert (siehe oben). Auch hierbei werden die für eine Messung störenden Lichteinflüsse durch dritte Quellen reduziert.

Einer weiteren Weiterbildung der Erfindung zufolge werden die Schritte des Schaltens sowohl in den ersten Schaltzustand als auch in den zweiten Schaltzustand unter Bedingungen ausgeführt werden, in denen andere Lichtquellen als diejenigen der Beleuchtungsgruppen unterdrückt sind, insbesondere Tageslicht. In diesem Fall werden störende Lichteinflüsse weiterreduziert.

Einer weiteren Weiterbildung der Erfindung zufolge werden in einem Fall, in welchem der ersten Beleuchtungsgruppe wenigstens zwei Lichtsensoren zugeordnet sind, abhängig von einem Vergleichsergebnis der Differenzwerte nur der zugeordneten Lichtsensoren jeweils Gewichtungsfaktoren gesetzt, die für die Regelung der

Beleuchtungsgruppe auf Basis der im Normalbetrieb kontinuierlich erfassten Messwerte verwendet werden. Die Gewichtungsfaktoren werden folglich nach objektiven Gesichtspunkten gesetzt, nämlich entsprechend dem Vergleich der optischen Kopplung zwischen den beteiligten Lichtsensoren. Ein Lichtsensor mit nachgewiesen besserer optischen Kopplung trägt mehr zur Regelung bei als ein anderer mit ebenfalls guter, aber etwas minderer optischer Kopplung. Gleichwohl trägt der weitere Lichtsensor durch seine unterschiedliche Position im Raum zu einem adäquateren Regelungsverhalten bei. Gleichwohl macht die Verwendung mehrerer Sensoren je Beleuchtungsgruppe die Regelung unempfindlicher gegen temporäre Störungen. Ein Beispiel wäre, wenn ein Fahrzeug vor dem Fenster geparkt wird, das einem Sensor nahe ist, dann ändert sich für den Sensor der Tageslichtanteil erheblich, obwohl gerade bei langestreckten Räumen mit großen Fensterflächen die Wirkung der Störung für die Beleuchtungsverhältnisse insgesamt gesehen viel geringer ist. Bei zwei Sensoren in der Gruppe kann die Wirkung der Störung beispielsweise halbiert, bei drei Sensoren auf ein Drittel reduziert werden usw.

Einer weiteren Weiterbildung des vorerwähnten Aspekts zufolge gehorchen die jeweiligen Gewichtungsfaktoren einer Funktion, die für einen vergleichsweise größeren Differenzwert einen größeren Gewichtungsfaktor liefert, und andersherum für einen vergleichsweise geringeren Differenzwert einen geringeren Gewichtungsfaktor liefert. Dieser Aspekt trägt weiter zu einer verbesserten optischen Kopplung bei.

Einer weiteren Weiterbildung der Erfindung zufolge werden die Schritte des Verfahrens aufeinanderfolgend für alle Beleuchtungsgruppen durchgeführt. Wie oben erwähnt erlaubt dies eine automatisierte Gruppenzuordnung der Lichtsensoren zu den Beleuchtungsgruppen des Beleuchtungssystems. Das Verfahren kann mit Vorteil in einem automatisierten Durchlauf bei Inbetriebnahme oder außerhalb des Normalbetriebs, z.B. nachts, geschlossen durchgeführt werden. Überflüssige Lichtsensoren können mit Vorteil deaktiviert bzw. eingespart oder umplatziert werden.

Einer weiteren Weiterbildung der Erfindung zufolge wird die Ausführung der Schritte des Verfahrens während eines Normalbetriebs des Beleuchtungssystems durch ein Ereignis

angestoßen. Dieser Aspekt erlaubt mit Vorteil die wiederkehrende Aktualisierung der Zuordnungen der Lichtsensoren des Beleuchtungssystems, womit insbesondere Änderungen der Lichtverhältnisse in dem zu beleuchtenden Raum Rechnung getragen wird.

Einer weiteren Weiterbildung der Erfindung zufolge ist das Ereignis die Einstellung und Speicherung eines neuen Regelsollwerts in der Steuervorrichtung des Beleuchtungssystems. Der neue Regelsollwert für die Beleuchtungsstärke repräsentiert einen neue Zustand herzustellender Lichtverhältnisse, so dass hier unmittelbar und dynamisch reagiert werden kann, indem mittels des Verfahrens neue Messwerte aufgenommen und die Differenzen verglichen werden können, um die Zuordnung optimal einzustellen.

Einer weiteren Weiterbildung der Erfindung zufolge ist das Ereignis ein manueller Schaltvorgang der Beleuchtung über einen Taster oder ein automatischer Schaltvorgang über einen Bewegungsmelder oder eine Zeitschaltuhr. Der Anstoß zur Ausführung des Verfahrens kann auch manuell initiiert werden, so dass aus dem Normalbetrieb heraus eine kontinuierliche Anpassung des Systems erfolgen kann. Mit Echtzeituhr kann ebenfalls über Zeiträume hinweg eine periodische Aktualisierung der Gruppenzuordnungen zu einem geeigneten Zeitpunkt (z.B. nachts) und damit eine dynamische Anpassung an geänderte Lichtverhältnisse erreicht werden.

Einer weiteren Weiterbildung der Erfindung zufolge werden die bei der Durchführung der Schritte des Verfahrens nach Anstoß durch ein Ereignis aus den erfassten Messwerten gebildeten Differenzwerte mit solchen Differenzwerten verglichen, die bei einer früheren Durchführung der Schritte des Verfahrens zu einer neuen Zuordnung wenigstens eines Lichtsensors zu einer Beleuchtungsgruppe und einer Speicherung dieser Zuordnung in der Steuervorrichtung geführt hat. Ein erneutes Zuordnen des Lichtsensors und Speichern der Zuordnung erfolgt dann nur, wenn eine Änderung der Differenzwerte in dem Vergleich einen vorbestimmten Schwellwert überschreitet. Dieser Aspekt stellt ein stabiles System sicher, das ansonsten bei nur vorübergehenden und leichten Änderungen der Lichtverhältnisse zwischen verschiedenen Zuständen der

Gruppenzuordnung springen könnte, was von den Nutzern der Räume als unangenehm wahrgenommen werden könnte.

Einer weiteren Weiterbildung der Erfindung zufolge werden die Schritte des Verfahrens von der Steuervorrichtung bzw. dem Steuergerät des Beleuchtungssystems durchgeführt. Wie oben ausgeführt erlaubt dieser Aspekt die automatische Selbstoptimierung des Beleuchtungssystems, ohne dass eine fehleranfällige Interaktion notwendig wird.

Einer weiteren Weiterbildung der Erfindung zufolge sind die Leuchten sowie die Lichtsensoren des Beleuchtungssystems einzeln adressierbar über einen gemeinsamen Datenbus, vorzugsweise einen DALI- oder KNX-Bus, mit einer Steuervorrichtung verbunden, wobei die Zusammenfassung der Leuchten zu Beleuchtungsgruppen sowie die Zuordnung der Lichtsensoren zu den Beleuchtungsgruppen in einem Zugriffsspeicher der Steuervorrichtung gespeichert werden. Dieser Aufbau verbessert den vorerwähnten Aspekt weiter.

Die Erfindung sieht entsprechend auch eine Steuervorrichtung zum Zuordnen von Lichtsensoren für die Beleuchtungsregelung in einem Beleuchtungssystem in einem zu beleuchtenden Raum vor, das eine erste Anzahl von jeweils ein oder mehrere Leuchten zusammenfassende Beleuchtungsgruppen, die zusätzlich den Lichtstrom der jeweiligen Beleuchtungsgruppen regelnde Steuervorrichtung und eine zweite Anzahl von den Beleuchtungsgruppen zuzuordnenden Lichtsensoren umfasst, anhand derer der jeweilige Lichtstrom geregelt wird, wobei die Steuervorrichtung zur Ausführung folgender Schritte eingerichtet ist:

Schalten der Beleuchtung des Beleuchtungssystems in einen ersten Schaltzustand derart, dass eine erste Beleuchtungsgruppe Licht mit einem vorbestimmten Lichtstrom abstrahlt;

Schalten der Beleuchtung des Beleuchtungssystems in einen zweiten Schaltzustand derart, dass die erste Beleuchtungsgruppe Licht mit einem gegenüber dem vorbestimmten Lichtstrom verminderten Lichtstrom oder kein Licht abstrahlt;

in dem ersten und zweiten Schaltzustand jeweils Messen einer Leuchtdichte des von einer jeweils den Lichtsensoren zugeordneten Referenzfläche in dem Raum reflektierten Lichts anhand der Lichtsensoren zur Erfassung jeweils eines ersten Messwerts in dem ersten Schaltzustand und eines zweiten Messwerts in dem zweiten Schaltzustand;

Bilden eines Differenzwerts aus dem ersten und dem zweiten Messwert für jeden der Lichtsensoren;

Vergleich der für jeden der Lichtsensoren gebildeten Differenzwerte untereinander, und

Zuordnen wenigstens eines der Lichtsensoren zu der ersten Beleuchtungsgruppe abhängig von dem Ergebnis des Vergleichs und Speichern der Zuordnung, so dass die erste Beleuchtungsgruppe anhand der von durch wenigstens den zugeordneten Lichtsensor im Normalbetrieb kontinuierlich erfassten Messwerten in einer Regelschleife auf eine konstante Beleuchtungsstärke auf der/den betroffenen Referenzfläche(n) geregelt werden kann.

Hier liegen die gleichen Vorteile wie eingangs beschrieben vor.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen, der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen sowie anhand der Zeichnungen. In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche Merkmale und Funktionen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Es zeigen:

Fig.1 eine schematische Darstellung zur Erläuterung des Funktionsprinzips einer Beleuchtungsregelung;

Fig. 2 in einer Blockskizze einen schematischen Aufbau eines Beleuchtungssystems, in dem das Verfahren zur Zuordnung von Lichtsensoren gemäß der vorliegenden Erfindung durchgeführt werden kann;

Fig. 3A und 3B in einem Flussdiagramm einen schematischen Ablauf des Verfahrens gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Bevorzugte Ausführungsform(en) der Erfindung

In Fig. 1 ist in schematischer Darstellung das Funktionsprinzip einer Beleuchtungsregelung in einem Raum 10 gezeigt, bei dem es sich beispielsweise um einen Büroraum mit darin aufgestelltem Stuhl 13 und Tisch 14 (z.B. ein Schreibtisch) handelt. Über ein Fenster 12 kann je nach Tageszeit und Wetterlage variierendes Tageslicht 2 eingeleitet werden, das in Fig. 1 schematisch durch einen Pfeil angedeutet ist und – Kunstlicht ausgenommen – sehr grob wiedergegeben eine Helligkeitsverteilung 4 im Raum herbeiführt, die mit zunehmenden Abstand X vom Fenster 12 abnimmt. Schattenwürfe durch Möbel und Trennwände spielen hier selbstverständlich auch eine Rolle.

Der Raum 10 weist in dem Beispiel eine Raumdecke 16 und einen Boden 18 auf, wobei in der Raumdecke jeweils Anzahlen von Leuchten (in Fig. 1 nicht im Detail gezeigt) angeordnet sind, die zu einer ersten und einer zweiten Beleuchtungsgruppe 30 bzw. 32 zusammengefasst sind. In dem Schnittbild der Fig. 1 sind nur 2 Beleuchtungsgruppen gezeigt, selbstverständlich können auch mehr als nur Beleuchtungsgruppen vorliegen. Die Leuchten der Beleuchtungsgruppen 30, 32 emittieren Licht mit einer Richtungscharakteristik, wobei das Licht der ersten Beleuchtungsgruppe 30 teilweise auf eine Oberfläche des Tischs 14 und Licht der zweiten Beleuchtungsgruppe 32 zumindest teilweise auf den Boden 18 des Raums 10 fällt.

In unmittelbarer Nähe jeweils der Leuchten der Beleuchtungsgruppen 30, 32 sind an der Raumdecke 16 erste und zweite Lichtsensoren 40, 42 angeordnet. Diese können dasjenige reflektierte Licht 6 erfassen, das von einer jeweiligen Referenzfläche 20 auf dem Tisch 14 bzw. Referenzfläche 22 auf dem Boden 18 reflektiert wird, welches nicht

einschränkend nur für den ersten Lichtsensor 40 in Fig. 1 durch einen entsprechenden Pfeil angedeutet ist.

Ziel der Beleuchtungsregelung ist es, die Beleuchtungsstärke der von den beiden Lichtsensoren 40, 42 erfassten Referenzflächen 20 bzw. 22 unabhängig davon konstant zu halten, wieviel Tageslicht einfällt. Der erste Lichtsensor 40 ist deshalb der ersten Beleuchtungsgruppe 30 zugeordnet, und der zweite Lichtsensor 42 ist der zweiten Beleuchtungsgruppe 32, um jeweils getrennte Regelschleifen aufzubauen und eine optische Kopplung zwischen beiden zu ermöglichen. „Zugeordnet“ bedeutet hier allgemein, dass der erste Lichtsensor 40 und die erste Beleuchtungsgruppe 30 entweder direkt (ggf. sogar analog) oder über einen digitalen Bus mit entsprechender Steuerung und Logikverknüpfung so verbunden sind, dass durch den Lichtsensor das Messglied, durch eine Steuervorrichtung der Regler, durch die Beleuchtungsgruppe das Stellglied und durch die Referenzflächen die Regelstrecke gemäß den Prinzipien der Regelungstechnik bereitgestellt wird.

Im konkreten Ausführungsbeispiel wird ohne Beschränkung der Allgemeinheit ein 2-adriges digital adressierbares, DALI-kompatibles Bussystem verwendet, an dem die Lichtsensoren 40, 42 und die Leuchten der Beleuchtungsgruppen 30, 32 jeweils einzeln adressier- und dadurch steuer- oder abrufbar angeschlossen sind. Die Steuervorrichtung kann hier das üblicherweise verwendete Steuergerät des DALI-Bussystems sein.

Die in Fig. 1 gezeigte Zuordnung kann bei Inbetriebnahme oder später und gemäß dem Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens vorgenommen sein. Der erste Lichtsensor 40 ist im Wesentlichen senkrecht (oder wenigstens schräg senkrecht) über der Referenzfläche 20 positioniert, die neben dem Tageslicht 2 auch von dem Kunstlicht 8 der ersten Beleuchtungsgruppe beleuchtet wird. Entsprechendes gilt für den zweiten Lichtsensor 42 und die zweite Beleuchtungsgruppe 32. Fig. 1 legt bereits durch die räumliche Nähe eine ausreichende optische Kopplung nahe, d.h., wenn z.B. der Beitrag durch das Tageslicht zu- oder abnimmt, wird dies in Form von Messwerten durch die Lichtsensoren 40 bzw. 42 erfasst, wodurch im Rahmen der Regelung die

Beleuchtungsgruppen 30, 32 hinsichtlich ihres Lichtstroms jeweils entsprechend so nachgeregelt werden, dass die sich eigentlich durch die Variation ändernde Beleuchtungsstärke der Referenzfläche ausgeglichen bzw. konstant gehalten wird.

Fig. 2 zeigt in schematischer Darstellung ein Blockschaltbild eines mit dem in Fig. 1 gezeigten Beispiel kompatiblen Beleuchtungssystems 48. Das Beleuchtungssystem 48 umfasst eine Anzahl von Leuchten 110, die beispielsweise eine oder mehrere LEDs (lichtemittierende Dioden) aufweisende LED-Module oder Leuchtstofflampen etc., die jeweils (oder auch zusammen) durch ein elektronisches Vorschaltgerät (EVG) 100 enthalten und mit geeignet aufbereiteter Leistung aus einer Netzstromleitung M (mit beispielsweise 230 Volt Wechselstrom (AC)) versorgt werden, an die diese angeschlossen sind. Das elektronische Vorschaltgerät 100 kann EMV-Filter, Gleichrichter, Leistungsfaktorkorrektur und je nach Leuchtentyp weitere elektronische Bausteine aufweisen, die dem Fachmann im Einzelnen bekannt, für die Erfindung aber nicht wesentlich sind.

Eine Steuerung zur Veränderung der Ausgangsleistung bzw. Überwachung der elektronischen Vorschaltgeräte 100 und Leuchten 110 erfolgt jeweils durch Geräteteile 80 (die Vorschaltgeräte 100 und die Geräteile 80 bilden Betriebsgeräte), die einen Mikrocontroller 82 mit Speicher sowie eine Schnittstelle 81 zum Anschluss an einen Signalbus 70 aufweisen, der in diesem Ausführungsbeispiel als DALI-Kommunikationsbus ausgebildet ist (Standard der Familie IEC 62386) und eine 2-adrige Leitung aufweist. Der DALI-Kommunikationsbus 70 verbindet die Schnittstellen 81 der Geräteteile 80 mit einer Schnittstelle 56 eines Steuergeräts 58. Zu diesem Zweck weist das Steuergerät auch einen Mikrocontroller 60 mit Speicher auf. Ferner weist das Steuergerät 58 eine Leistungsversorgungsvorrichtung 52 zur Versorgung des Steuergeräts 58 mit Leistung auf (z.B. 230 V AC). Ausgangsseitig ist sie mit dem Signalbus 70 verbunden und speist dort eine Gleichspannung von z.B. 16-17 V ein.

Neben der Leistungsversorgungsvorrichtung 52 und den Schnittstellen 56, 81 der Steuer- und der Betriebsgeräte sind an dem DALI-Kommunikationsbus 70 auch Schnittstellen 91 von Sensoren oder Aktoren angeschlossen, von denen hier nur die

beiden Lichtsensoren 40, 42 gezeigt sind. Diese besitzen ferner auch einen Mikrocontroller 92 mit Speicher, benötigen aber beispielsweise keinen Netzanschluss, da die über den DALI-Kommunikationsbus 70 zugeführte Leistung völlig ausreichend sein kann.

Eine Steuer- oder Kontrollvorrichtung 50 wie etwa ein PC, oder ein Smart Phone bzw. Tablet etc. ist mit dem Steuergerät 58 verbunden und erlaubt eine Interaktion durch den Benutzer des Beleuchtungssystems 48. Die Steuer- oder Kontrollvorrichtung 50 kann die Übermittlung von Übertragungssignalen an die Betriebsgeräte 80 oder die Lichtsensoren 40, 42 etc. veranlassen sowie von diesen abgesendete und über die Schnittstelle 58 erhaltene Signale empfangen und auswerten. Die von den anderen Sensoren als den Lichtsensoren 40, 42 übertragenen Signale können beispielsweise Umgebungsinformationen wie Zeit, Temperaturen, Feuchtigkeit, Druck, Spannung oder weitere mechanische oder elektrische Größen etc. beinhalten. Die vom Steuergerät 58 veranlassten Signale können Steuerinformationen beinhalten, wie etwa den Abruf von Statusinformationen wie Dimmstellung (aktueller Helligkeitswert), Betriebsdauer, Lampenfehler, das Aktivieren eines Netzspannungsschalters im Betriebsgerät 80, geänderte Dimmwerte oder die Aktivierung von gespeicherten Szenen, neue Gruppenzuordnungen (Konfiguration) etc.

Die in Fig. 1 beispielhaft gezeigten Lichtsensoren 40, 42 besitzen jeweils ihren dem Mikrocontroller 92 zugeordneten Speicher, in welchem jeweils eine Zuordnung Z eingespeichert ist, welches erfindungsgemäß nicht nur bei Inbetriebnahme durch NFC- oder IR-Programmierung erfolgt (wie eingangs beschrieben), sondern auch beispielsweise über das durch die Erfindung zur Verfügung gestellte Mess- und Auswerteprogramm anhand des Steuergeräts 58, das in jenem Speicher gespeicherte Werte dynamisch überschreiben (d.h. aktualisieren) kann. Die in Fig. 1 gezeigte Zuordnung ist in Fig. 2 schematisch durch den Eintrag “30“ (repräsentierend die beiden zur Beleuchtungsgruppe 30 zusammengefassten Leuchten 110 in Fig. 2) im Speicher des Mikrocontrollers 92 des Lichtsensors 42 wiedergespiegelt. Der strichlinierte Doppelpfeil in Fig. 2 deutet diese Zuordnung ebenfalls schematisch an. Der Lichtsensor

40 ist in Fig. 2 der dort nicht mehr dargestellten Beleuchtungsgruppe 32 zugeordnet (Eintrag “32“ im betreffenden Speicher).

Im Regelbetrieb erfassen die Lichtsensoren 40, 42 folglich die der jeweiligen Leuchtdichte entsprechenden Messwerte und übermitteln diese auf dem DALI-Signalbus 70, wonach der Lichtstrom betreffender Leuchten 110 durch die über die Zuordnung Z adressierten Beleuchtungsgruppen 30, 32 so geregelt wird, dass ein Sollwert für die Beleuchtungsstärke des von der Referenzoberfläche reflektierten Lichts 6 erhalten wird.

Für das in den Fig. 1 und 2 dargestellte beispielhafte Beleuchtungssystem 48, das mit einer Beleuchtungsregelung betrieben wird, wird nun anhand der Fig. 3A und 3B in einem Flussdiagramm ein beispielhafter Ablauf für ein erfindungsgemäßes Verfahren erläutert. Die Schritte des Verfahrens werden von dem Steuergerät 58 aus gesteuert.

In Fig. 3A wird im Schritt 200 das Verfahren bzw. das Programm oder die Applikation gestartet. Der Start kann durch ein Ereignis getriggert sein. Beispielsweise kann von einem am Signalbus 70 angeschlossenen Gerät, etwa einem Taster oder einer Echtzeituhr (nicht gezeigt), ein an das Steuergerät adressiertes Signal ausgegeben werden, welches den Start des Programmablaufs anstößt. Bevorzugt wird das Verfahren nachts oder zumindest im abgedunkelten Zustand des Raums 10 durchgeführt.

Im Schritt 210 werden Variablen und Parameter initialisiert, der Zählparameter n=1 für die gewählte erste Beleuchtungsgruppe 30, der Zählparameter m=1 für den gewählten ersten Lichtsensor 42 und die Variable D(m=0)=0 für den erfassten Differenzwert für die jeweils gemessene Beleuchtungsstärke. Ferner werden Maximalwerte n_{max} für die Gesamtanzahl der Beleuchtungsgruppen und m_{max} für die Gesamtanzahl der Lichtsensoren ermittelt und gesetzt und die Messwertvariablen S1(m) und S2(m) für die erfassten Werte der Beleuchtungsstärke jeweils im geschalteten ersten Schaltzustand und im geschalteten zweiten Schaltzustand des Beleuchtungssystems 48 initialisiert.

Im Schritt 220 wird die gesamte Kunstlichtbeleuchtung durch alle Beleuchtungsgruppen ausgeschaltet, d.h., sämtliche Leuchten 110 etc. derselben werden ausgeschaltet oder auf Minimum % gedimmt. Sind die Leuchten aus anderen Gründen bereits ausgeschaltet oder auf Minimum % abgedimmt, wird dieser Zustand in dem Schritt lediglich verifiziert.

Im Schritt 230 werden alle Leuchten nur der einen Beleuchtungsgruppe 30 mit n=1 eingeschaltet oder bevorzugt auf maximale 100 % gedimmt. Dies definiert nun einen ersten Schaltzustand des Beleuchtungssystems 48.

Im Schritt 240 wird vom dem Lichtsensor 40 mit m=1 ein Messwert S1(m=1) für die Beleuchtungsstärke erfasst, oder genauer: das Steuergerät ruft den aktuellen Messwert vom Lichtsensor mit m=1 ab.

In der eine Schleife beschreibenden Verzweigung 250 wird geprüft, ob der Zählparameter m für das Durchzählen der Lichtsensoren die maximale Anzahl m_{max} von Lichtsensoren erreicht hat. Ist dies noch nicht der Fall (N/N), so verzweigt der Ablauf zum Schritt 260, wo der Zählparameter m um eins inkrementiert wird, und zurück zum Schritt 230, um in dem ersten Schaltzustand den Messwert S1(m=2) für den zweiten Lichtsensor 42 zu erfassen. Die Schleife (240, 250, 260) wird nun für alle Zählparameterwerte von m (d.h. für alle Lichtsensoren) durchlaufen bis die Bedingung $m=m_{max}$ erfüllt ist, d.h. alle Lichtsensoren ihre Messwerte S1(m) im ersten Schaltzustand für die erste Beleuchtungsgruppe 30 erfasst haben. Der zweite Lichtsensor 42 kann zu diesem Zeitpunkt immer noch der zweiten Beleuchtungsgruppe 32 zugeordnet sein (siehe Fig. 1), diese Zuordnung wird vorliegend durch das Programm aber überprüft und ggf. überschrieben. Ist die Bedingung erfüllt (J/Y für Ja), verzweigt das Programm zu Schritt 270.

Im Schritt 270 wird der Parameter m wieder auf m=1 zurückgesetzt, um die Erfassung von Messwerten im zweiten Schaltzustand zu beginnen.

Im Schritt 280 wird die gesamte Kunstlichtbeleuchtung durch alle Beleuchtungsgruppen ausgeschaltet, d.h., sämtliche Leuchten 110 etc. derselben werden ausgeschaltet oder auf 0 % gedimmt. Im Ergebnis werden, da bisher nur die Leuchten 110 der ersten Beleuchtungsgruppe 30 eingeschaltet oder auf 100 % gedimmt waren, hier nur die Leuchten der ersten Beleuchtungsgruppe ausgeschaltet, bei den anderen leuchten ändert sich nichts, sie bleiben ausgeschaltet. Dies definiert nun den zweiten Schaltzustand des Beleuchtungssystems 48 – keine Leuchte ist eingeschaltet, der Raum ist in diesem speziellen Beispiel im Wesentlichen dunkel.

Im Schritt 290 wird vom dem Lichtsensor 40 mit m=1 ein Messwert S2(m=1) für die Beleuchtungsstärke erfasst, oder genauer: das Steuergerät ruft den aktuellen Messwert vom Lichtsensor mit m=1 ab.

In der wiederum eine Schleife beschreibenden Verzweigung 300 wird geprüft, ob der Parameter m für das Durchzählen der Lichtsensoren die maximale Anzahl m_{max} von Lichtsensoren erreicht hat. Ist dies noch nicht der Fall (N/N für Nein), so verzweigt der Ablauf zum Schritt 260, wo der Parameter m um eins inkrementiert wird, und zurück zum Schritt 230, um in dem zweiten Schaltzustand den Messwert S1(m=2) für den zweiten Lichtsensor 42 (mit m=2) zu erfassen. Die Schleife (290, 300, 310) wird nun für alle Zählparameterwerte von m (d.h. für alle Lichtsensoren) durchlaufen bis die Bedingung $m=m_{max}$ erfüllt ist, d.h. alle Lichtsensoren ihre Messwerte S2(m) im zweiten Schaltzustand für die erste Beleuchtungsgruppe 30 erfasst haben. Ist die Bedingung erfüllt schreitet der Programmablauf zu Schritt 320 voran.

Der Ablauf setzt sich über den Markierungspunkt "A" in Fig. 3B fort. Im Schritt 320 wird der Parameter m wieder auf m=1 zurückgesetzt (d.h., es wird mit dem ersten Lichtsensor 40 begonnen), um nun mit einer Differenzwertbildung zu beginnen.

Im Schritt 330 wird für den Lichtsensor 40 mit m=1 die Differenz D(m=1)=S1(1)-S2(1) aus den von ihm erfassten Messwerten im ersten und zweiten Schaltzustand gebildet, d.h., in einem Zustand, in dem Leuchten nur der ersten Beleuchtungsgruppe einen

Lichtstrom besitzen, und einem Zustand, indem alle Beleuchtungsgruppen ausgeschaltet sind.

In der Verzweigung 340 wird in einem Vergleich geprüft, ob diese Differenz größer ist als ein im vorherigen Durchlauf der Schleife bestimmter entsprechender Wert. Da dies der erste Durchlauf für den ersten Lichtsensor 40 mit m=1 ist, und bei der Initialisierung D(0)=0 gesetzt wurde, ist die Bedingung im Regelfall erfüllt (J/Y für Ja). Der Programmablauf verzweigt zu Schritt 370.

Im Schritt 370 wird nun die bestehende Zuordnung von Lichtsensoren zur ersten Beleuchtungsgruppe 30 mit n=1 gelöscht.

Im folgenden Schritt 380 wird der aktuelle Lichtsensor 42 mit m=1 dieser Beleuchtungsgruppe 30 mit n=1 zugeordnet. Aber auch diese Zuordnung ist zu diesem Zeitpunkt noch temporär, denn die Schleife (330, 340, 350, 360, 370, 380) dient der Suche nach demjenigen Lichtsensor mit dem größten Differenzwert D(m).

Zunächst wird nachfolgend geprüft, ob alle Lichtsensoren durchlaufen sind (N/N für nein), was bei m=1 noch nicht der Fall ist, so dass der Zählparamater m inkrementiert wird (m=2 und Lichtsensor 42). Nach dessen Differenzwertbildung D(m=2)=S1(2)-S2(2) wird in dem Vergleich der Verzweigung 340 geprüft, ob dieser neu gebildete Differenzwert größer ist als derjenige des Lichtsensors 40 mit m=1. Ist dies nicht der Fall (N/N für Nein), wird nach der weiteren Verzweigung 350 und dem Schritt 360 eine entsprechende Schleife für den nächsten Lichtsensor mit m=3 durchlaufen.

Nur wenn ein jeweils vergleichsweise noch größerer Differenzwert gefunden wird ist die Vergleichsbedingung in der Verzweigung 340 erfüllt (J/Y für Ja), und der Programablauf zweigt zu den Schritten 370 und 380 ab, um die bisherige Zuordnung zu löschen und die neue Zuordnung vorzunehmen. Auf diese Weise wird zum Ende des Schleifen- und Programmdurchlaufs bei $m=m_{max}$ (und $n=n_{max}$) der Lichtsensor mit dem vergleichsweise größten Differenzwert zugeordnet bleiben.

Dieser Ablauf wird nun über die Verzweigung 390, bei der geprüft wird, ob der Zähler n für die Beleuchtungsgruppen bereits bei n_{max} angekommen ist, und über den im Fall der Verneinung (N/N) beschrittenen Inkrementierungsschritt 400 mit n=n+1 für die nächsten Beleuchtungsgruppen, darunter der zweiten Beleuchtungsgruppe 32 mit n=2, wiederholt. Jeder Beleuchtungsgruppe wird am Ende ein Lichtsensor zugeordnet, der spezielle für diese Beleuchtungsgruppe den größten Differenzwert liefert.

Im abschließenden Schritt 410 werden die ggf. nur temporär gespeicherten Zuordnungen in einer Tabelle im Speicher des Mikrocontrollers 60 des Steuergeräts 58 hinterlegt, und/oder über den Signalbus 70 in die Speicher der entsprechenden Mikrocontroller 92 der Lichtsensoren 40, 42 etc. geschrieben und das Programm wird beendet.

Wird der Programmablauf während Normalbetrieb durchgeführt, kann an dieser Stelle die Gesamtbeleuchtung wieder für den vorgeschriebenen Betrieb (z.B. mit Regelung) freigegeben werden. Die Dauer des Durchlaufs kann wenige Sekunden betragen.

Die Erfindung ist nicht auf das spezielle Ausführungsbeispiel beschränkt und weitere Alternativen, Abwandlungen oder Modifikationen sind möglich. Beispielsweise kann das Programm auch in anderen Beleuchtungssystemen ablaufen, die nicht auf einem DALI-Signalbus basieren.

Ferner ist das spezielle und gleichwohl vereinfachte Ausführungsbeispiel so aufgebaut, dass jeweils nur immer genau ein Lichtsensor den verschiedenen Beleuchtungsgruppen zugeordnet wird. Modifikationen sehen vor, dass z.B. auch zwei oder mehr Lichtsensoren zugeordnet werden können. Es kann sich dabei auch diejenigen zwei oder mehr Lichtsensoren handeln, die in einer Rangliste unter den gebildeten Differenzwerten die jeweils größten zwei oder mehr Differenzwerte liefern und deshalb darin am weitesten oben stehen.

Es ist dabei auch möglich, die Zuordnung einzelner Lichtsensoren festzuschreiben, sie also von der erfindungsgemäßen Neuzuordnung auszunehmen, wenn deren Zuordnung

z.B. nur unter bestimmten Umständen zum Tragen kommt, dann aber unverzichtbar ist. Die Festschreibung verhindert ein Löschen beim Programmablauf.

Es ist auch möglich, dass das Programm eine Zuordnung von mehr als nur einem Lichtsensor abhängig von der aktuellen Größe einer Beleuchtungsgruppe vornimmt. Größere Beleuchtungsgruppen können einer größeren räumlichen Ausdehnung entsprechen, so dass die Zuordnung mehrerer Lichtsensoren hilfreich sein kann, um die Lichtverteilung im Raum 10 adäquat zu erfassen.

Ferner kann vorgesehen sein, dass, wenn ein bestimmter Differenzwert D(m) bei dem Vergleich in der Verzweigung 340 nur unwesentlich größer ist als der zum Zeitpunkt diese Schleifendurchlaufs noch aktuell größte Differenzwert D(m'≠m), d.h., wenn der Unterschied zwischen beiden Differenzwerten innerhalb eines vorbestimmten Intervalls liegt, die bisherige Zuordnung nicht gelöscht wird, sondern bestehen bleibt und nur eine neue für den Lichtsensor mit dem noch größeren Differenzwert hinzugefügt wird. Mit anderen Worten, zwei Lichtsensoren mit ähnlicher optischer Kopplung werden in diesem Fall beide der aktuellen Beleuchtungsgruppe zugeordnet.

In den genannten Fällen mehrerer nur einer Beleuchtungsgruppe zugeordneter Lichtsensoren kann durch das Verfahren bzw. das Programm mit besondere Vorteil außerdem eine Gewichtung der Messwerterfassung zwischen den Lichtsensoren bei der Regelung zugeordnet bzw. vorgenommen werden. Eine Gewichtungsfunktion kann vorgegeben werden, die abhängig von dem jeweils gebildeten Differenzwert ist und mit diesem ansteigt. Z.B. kann, wenn der Differenzwert eines Lichtsensors doppelt so groß ist wie derjenige eines zweiten zugeordneten Lichtsensors, die Gewichtung im Verhältnis 2:1 vorgenommen werden.

Es ist ferner anzumerken, dass die Erfindung auch nicht auf die spezielle Schrittabfolge des in Fig. 3A und 3B illustrierten Ablaufs beschränkt ist. Die beiden Schaltzustände können auch in umgekehrter Reihenfolge eingestellt werden. Ferner können auch die Messwerte von allen Lichtsensoren gleichzeitig angerufen werden (Broadcast-Abruf).

Auch kann die Suche nach dem größten Differenzwert durch schnelle Tabellenalgorithmen bewerkstelligt werden, anstatt durch Vergleich in Schleifen etc.

Darüber hinaus ist es nicht unbedingt erforderlich, alle Beleuchtungsgruppen außer der aktuell betrachteten vollständig dunkel zu schalten. Beispielsweise könnte die Beleuchtungssignatur eines Raumes denkbar indirekt auch dadurch ermittelt werden, dass jeweils immer nur eine Beleuchtungsgruppe ausgeschaltet wird, während alle anderen eingeschaltet bleiben.

Es ist in den Ausführungsbeispielen auch nicht unbedingt erforderlich, jedoch vorteilhaft, für die eine eingeschaltete Beleuchtungsgruppe eine maximale Beleuchtung bzw. einen Dimmwert von 100 % zu wählen, oder die die "ausgeschalteten" bzw. abgedunkelten Beleuchtungsgruppen vollständig auf 0 % abzuschwächen. Vielmehr können in den genannten Fällen vom Steuergerät die Lichtbeiträge jeweils berücksichtigt und dadurch (beispielsweise je nach Anwendung durch Addition oder Subtraktion) auf den Idealfall vollständig ausgeschalteter Beleuchtungsgruppen rückgeschlossen werden.

Ferner sieht eine Modifikation des in Fig. 3A, 3B gezeigten Ausführungsbeispiels vor, früher erhaltene Zuordnungen von Lichtsensoren zu Beleuchtungsgruppen einschließlich der zugrundeliegenden Differenzwertbildungen zu speichern und Letztere mit denjenigen eines aktuellen Programmdurchlaufs zu vergleichen. Ergeben sich nur geringfügige Änderungen unterhalb eines vorgegebenen Schwellwertes, wird die aktuelle Neuzuordnung verworfen und nicht gespeichert, welches die Regelung des Beleuchtungssystems bei häufig bzw. regelmäßig vorgenommenem Programmablauf gegenüber kurzfristigen Schwankungen der Lichtverhältnisse stabiler macht und das Befinden der Nutzer des betroffenen Raums schützt.

BEZUGSZEICHENLISTE:

2	Tageslicht
4	Lichtverteilung (Tageslicht)
6	reflektiertes Licht
8	Kunstlicht
9	Kunstlicht
10	Raum
12	Fenster
13	Stuhl
14	Tisch
16	Raumdecke
18	Boden
20	Referenzfläche (Tisch)
22	Referenzfläche (Boden)
30	erste Beleuchtungsgruppe
32	zweite Beleuchtungsgruppe
40	erster Lichtsensor
42	zweiter Lichtsensor
48	Beleuchtungssystem
50	Steuer- oder Kontrollvorrichtung (PC)
52	Leistungsversorgung
56	Schnittstelle (DALI)
58	Mikrocontroller mit Speicher
60	Steuergerät
70	Signalbus (DALI)
80	Geräteteil eines Betriebsgeräts
81	Schnittstelle (DALI)
82	Mikrocontroller mit Speicher
91	Schnittstelle (DALI)
92	Mikrocontroller mit Speicher

100	Vorschaltgerät (z.B. für LEDs)
110	Leuchte
200-410	Programmschritte
200	Programmstart
210	Initialisierung Parameter n=1, m=1, D(0)=0
220	Kunstlicht: alle Gruppen AUS
230	Beleuchtungsgruppe n: EIN
240	Lichtsensor m: Messwert S1(m) erfassen
250	Bedingung m= m_{max} erfüllt?
260	Inkrementierung m=m+1
270	Rücksetzen: m=1
280	Kunstlicht: alle Gruppen AUS
290	Lichtsensor m: Messwert S2(m) erfassen
300	Bedingung m= m_{max} erfüllt?
310	Inkrementierung m=m+1
320	Rücksetzen: m=1
330	Bilden Differenzwert D(m)=S1(m)-S2(m)
340	Vergleich der Differenzwerte
350	Bedingung m= m_{max} erfüllt?
360	Inkrementierung m=m+1
370	Löschen der bestehenden Lichtsensor-Zuordnung
380	Zuordnen des Lichtsensors m
390	Bedingung n= n_{max} erfüllt?
400	Inkrementierung n=n+1
410	Speichern und Ende
M	Spannungsversorgung
Z	Zuordnung (über NFC, IR oder DALI)

PATENTANSPRÜCHE:

1. Verfahren zum Zuordnen von Lichtsensoren (40, 42) für die Beleuchtungsregelung in einem Beleuchtungssystem (48) in einem zu beleuchtenden Raum (10), das eine erste Anzahl (n_{max}) von jeweils ein oder mehrere Leuchten zusammenfassende Beleuchtungsgruppen (30, 32), eine den Lichtstrom der jeweiligen Beleuchtungsgruppen regelnde Steuervorrichtung (58) und eine zweite Anzahl (m_{max}) von den Beleuchtungsgruppen (30, 32) zuzuordnenden Lichtsensoren (40, 42) umfasst, anhand derer der jeweilige Lichtstrom geregelt wird, umfassend die Schritte:

Schalten (230) der Beleuchtung des Beleuchtungssystems in einen ersten Schaltzustand derart, dass eine erste Beleuchtungsgruppe (30) Licht mit einem vorbestimmten Lichtstrom abstrahlt;

Schalten (280) der Beleuchtung des Beleuchtungssystems in einen zweiten Schaltzustand derart, dass die erste Beleuchtungsgruppe (30) Licht mit einem gegenüber dem vorbestimmten Lichtstrom verminderten Lichtstrom oder kein Licht abstrahlt;

in dem ersten und zweiten Schaltzustand jeweils Messen einer Leuchtdichte des von einer jeweils den Lichtsensoren (40, 42) zugeordneten Referenzfläche (20, 22) in dem Raum reflektierten Lichts (6) anhand der Lichtsensoren zur Erfassung (240, 290) jeweils eines ersten Messwerts (S1) in dem ersten Schaltzustand und eines zweiten Messwerts (S2) in dem zweiten Schaltzustand;

Bilden (330) eines Differenzwerts (D) aus dem ersten und dem zweiten Messwert für jeden der Lichtsensoren (40, 42);

Vergleich (340) der für jeden der Lichtsensoren (40, 42) gebildeten Differenzwerte (D) untereinander, und

Zuordnen (380) wenigstens eines der Lichtsensoren (40, 42) zu der ersten Beleuchtungsgruppe (30) abhängig von dem Ergebnis des Vergleichs (340) und Speichern der Zuordnung, so dass die erste Beleuchtungsgruppe anhand der von durch wenigstens den zugeordneten Lichtsensor (40) im Normalbetrieb kontinuierlich erfassten Messwerten in einer Regelschleife auf eine konstante Beleuchtungsstärke auf der betroffenen Referenzfläche geregelt werden kann.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei

der wenigstens eine Lichtsensor (40, 42) der ersten Beleuchtungsgruppe (30) zugeordnet wird, wenn sich aus dem Vergleich (340) ergibt, dass der betreffende Differenzwert (D) der größte unter den gebildeten Differenzwerten ist.

3. Verfahren gemäß Anspruch 2, wobei

wenigstens ein zweiter Lichtsensor (42) der ersten Beleuchtungsgruppe (30) zugeordnet wird, wenn der betreffende Differenzwert (D), der aus den von ihm erfassten Messwerten (S1, S2) gebildet wird, innerhalb eines vorbestimmten Intervallabstandes von dem größten Differenzwert liegt.

4. Verfahren gemäß Anspruch 2, wobei

wenigstens ein zweiter Lichtsensor (42) der ersten Beleuchtungsgruppe (30) zugeordnet wird, wenn eine Größe der ersten Beleuchtungsgruppe eine vorbestimmte dritte Anzahl von Leuchten übersteigt.

5. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei

bei dem Schritt des Schaltens (230) der Beleuchtung des Beleuchtungssystems (48) in den ersten Schaltzustand der Lichtstrom sämtlicher anderer Beleuchtungsgruppen (32) als der ersten Beleuchtungsgruppe (30) ausgeschaltet wird oder ausgeschaltet bleibt, oder auf einen niedrigen Dimmwert reduziert wird oder reduziert bleibt.

6. Verfahren gemäß Anspruch 5, wobei

bei dem Schritt des Schaltens (280) der Beleuchtung des Beleuchtungssystems (48) in den zweiten Schaltzustand der Lichtstrom aller Beleuchtungsgruppen (30, 32) ausgeschaltet wird oder ausgeschaltet bleibt, oder auf einen niedrigen Dimmwert reduziert wird oder reduziert bleibt.

7. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei

die Schritte des Schaltens (230, 280) sowohl in den ersten Schaltzustand als auch in den zweiten Schaltzustand unter Bedingungen ausgeführt werden, in denen andere Lichtquellen als diejenigen der Beleuchtungsgruppen unterdrückt sind, insbesondere Tageslicht.

8. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei

in einem Fall, in welchem der ersten Beleuchtungsgruppe (30) wenigstens zwei Lichtsensoren (40, 42) zugeordnet sind, abhängig von dem Vergleich der Differenzwerte nur der zugeordneten Lichtsensoren jeweils Gewichtungsfaktoren für die Regelung der Beleuchtungsgruppe (30) auf Basis der im Normalbetrieb kontinuierlich erfassten Messwerte gesetzt werden.

9. Verfahren gemäß Anspruch 8, wobei

die jeweiligen Gewichtungsfaktoren einer Funktion gehorchen, die für einen vergleichsweise größeren Differenzwert einen größeren Gewichtungsfaktor liefert, und andersherum für einen vergleichsweise geringeren Differenzwert einen geringeren Gewichtungsfaktor liefert.

10. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei

die Schritte des Verfahrens aufeinanderfolgend für alle Beleuchtungsgruppen (30, 32) durchgeführt werden.

11. Verfahren gemäß Anspruch 10, wobei

die nach Durchführung der Schritte des Verfahrens keiner der Beleuchtungsgruppen zugeordneten Lichtsensoren deaktiviert wird.

12. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei

die Ausführung der Schritte des Verfahrens während eines Normalbetriebs des Beleuchtungssystems durch ein Ereignis angestoßen wird.

13. Verfahren gemäß Anspruch 12, wobei

das Ereignis die Einstellung und Speicherung eines neuen Regelsollwerts in der Steuervorrichtung ist.

14. Verfahren gemäß Anspruch 12, wobei

das Ereignis ein manueller Schaltvorgang der Beleuchtung über einen Taster oder ein automatischer Schaltvorgang über einen Bewegungsmelder oder eine Zeitschaltuhr ist.

15. Verfahren gemäß Anspruch 13 oder 14, wobei

die bei der Durchführung der Schritte des Verfahrens nach Anstoß durch ein Ereignis aus den erfassten Messwerten gebildeten Differenzwerte (D) mit solchen Differenzwerten verglichen werden, die bei einer früheren Durchführung der Schritte des Verfahrens zu einer neuen Zuordnung wenigstens eines Lichtsensors zu einer Beleuchtungsgruppe und einer Speicherung dieser Zuordnung in der Steuervorrichtung geführt hat, und

erneutes Zuordnen des Lichtsensors und Speichern der Zuordnung nur, wenn eine Änderung der Differenzwerte in dem Vergleich einen vorbestimmten Schwellwert überschreitet.

16. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei

die Schritte des Verfahrens von der Steuervorrichtung (58) durchgeführt werden.

17. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei

die Leuchten (110) sowie die Lichtsensoren (40, 42) des Beleuchtungssystems (48) einzeln adressierbar über einen gemeinsamen Datenbus (70), vorzugsweise einen DALI- oder KNX-Bus, mit einer Steuervorrichtung (58) verbunden sind, und wobei die Zusammenfassung der Leuchten (110) zu Beleuchtungsgruppen (30, 32) und/oder die Zuordnung (Z) der Lichtsensoren (40, 42) zu den Beleuchtungsgruppen (30, 32) in einem Zugriffsspeicher (60, 92) der Steuervorrichtung (58) oder der Lichtsensoren (40, 42) gespeichert ist.

18. Steuervorrichtung (58) zum Zuordnen von Lichtsensoren (40, 42) für die Beleuchtungsregelung in einem Beleuchtungssystem (48) in einem zu beleuchtenden Raum (10), das eine erste Anzahl (n_{max}) von jeweils ein oder mehrere Leuchten zusammenfassende Beleuchtungsgruppen (30, 32), eine den Lichtstrom der jeweiligen Beleuchtungsgruppen regelnde Steuervorrichtung (58) und eine zweite Anzahl (m_{max}) von den Beleuchtungsgruppen (30, 32) zuzuordnenden Lichtsensoren (40, 42) umfasst, anhand derer der jeweilige Lichtstrom geregelt wird, wobei die Steuervorrichtung (58) zur Ausführung folgender Schritte eingerichtet ist:

Schalten (230) der Beleuchtung des Beleuchtungssystems in einen ersten Schaltzustand derart, dass eine erste Beleuchtungsgruppe (30) Licht mit einem vorbestimmten Lichtstrom abstrahlt;

Schalten (280) der Beleuchtung des Beleuchtungssystems in einen zweiten Schaltzustand derart, dass die erste Beleuchtungsgruppe (30) Licht mit einem gegenüber dem vorbestimmten Lichtstrom verminderten Lichtstrom oder kein Licht abstrahlt;

in dem ersten und zweiten Schaltzustand jeweils Messen einer Leuchtdichte des von einer jeweils den Lichtsensoren (40, 42) zugeordneten Referenzfläche (20, 22) in dem Raum reflektierten Lichts (6) anhand der Lichtsensoren zur Erfassung (240, 290) jeweils eines ersten Messwerts (S1) in dem ersten Schaltzustand und eines zweiten Messwerts (S2) in dem zweiten Schaltzustand;

Bilden (330) eines Differenzwerts (D) aus dem ersten und dem zweiten Messwert für jeden der Lichtsensoren (40, 42);

Vergleich (340) der für jeden der Lichtsensoren (40, 42) gebildeten Differenzwerte (D) untereinander, und

Zuordnen (380) wenigstens eines der Lichtsensoren (40, 42) zu der ersten Beleuchtungsgruppe (30) abhängig von dem Ergebnis des Vergleichs (340) und Speichern der Zuordnung, so dass die erste Beleuchtungsgruppe anhand der von durch wenigstens den zugeordneten Lichtsensor (40) im Normalbetrieb kontinuierlich erfassten Messwerten in einer Regelschleife auf eine konstante Beleuchtungsstärke auf der betroffenen Referenzfläche geregelt werden kann.

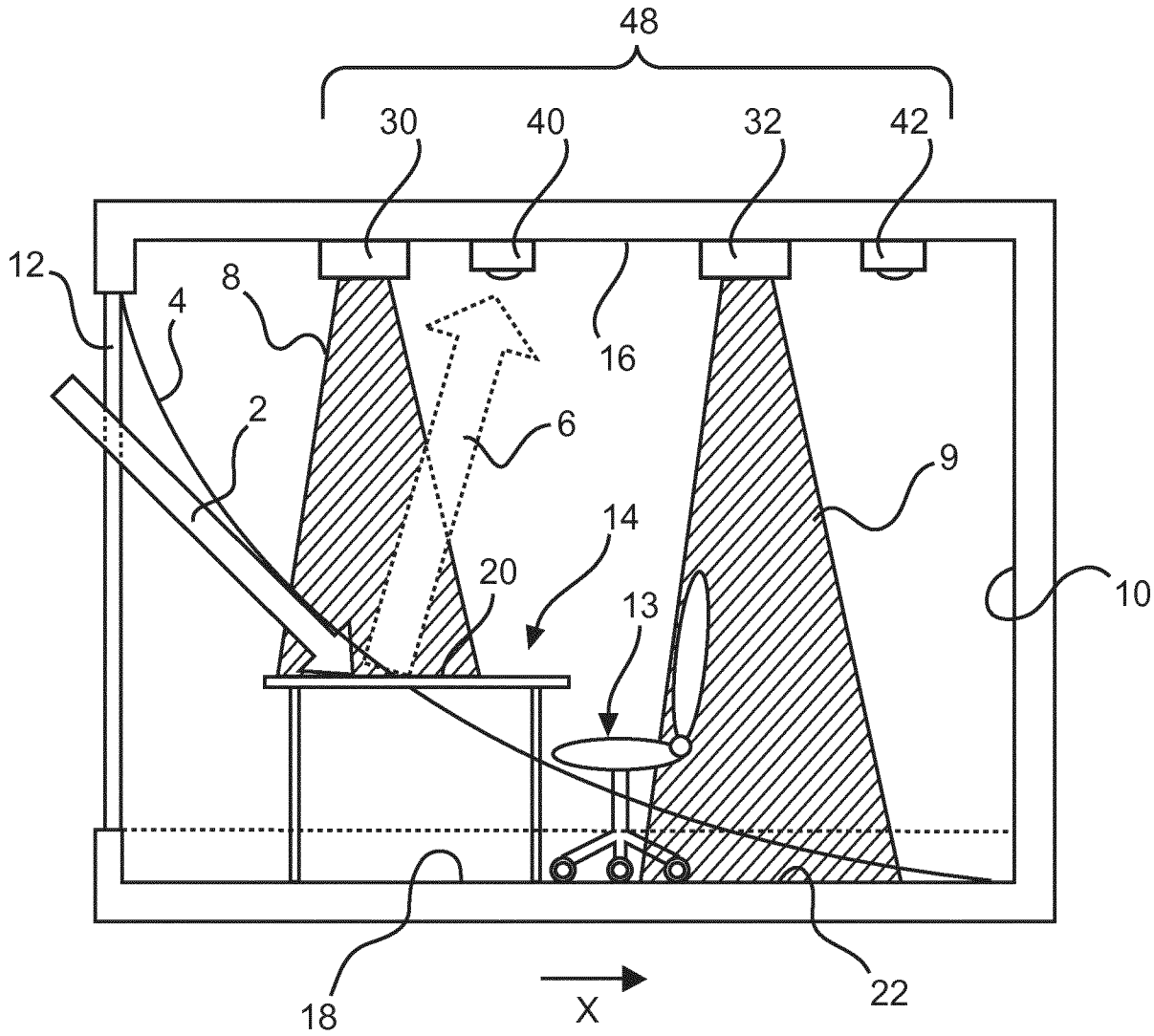


Fig.1

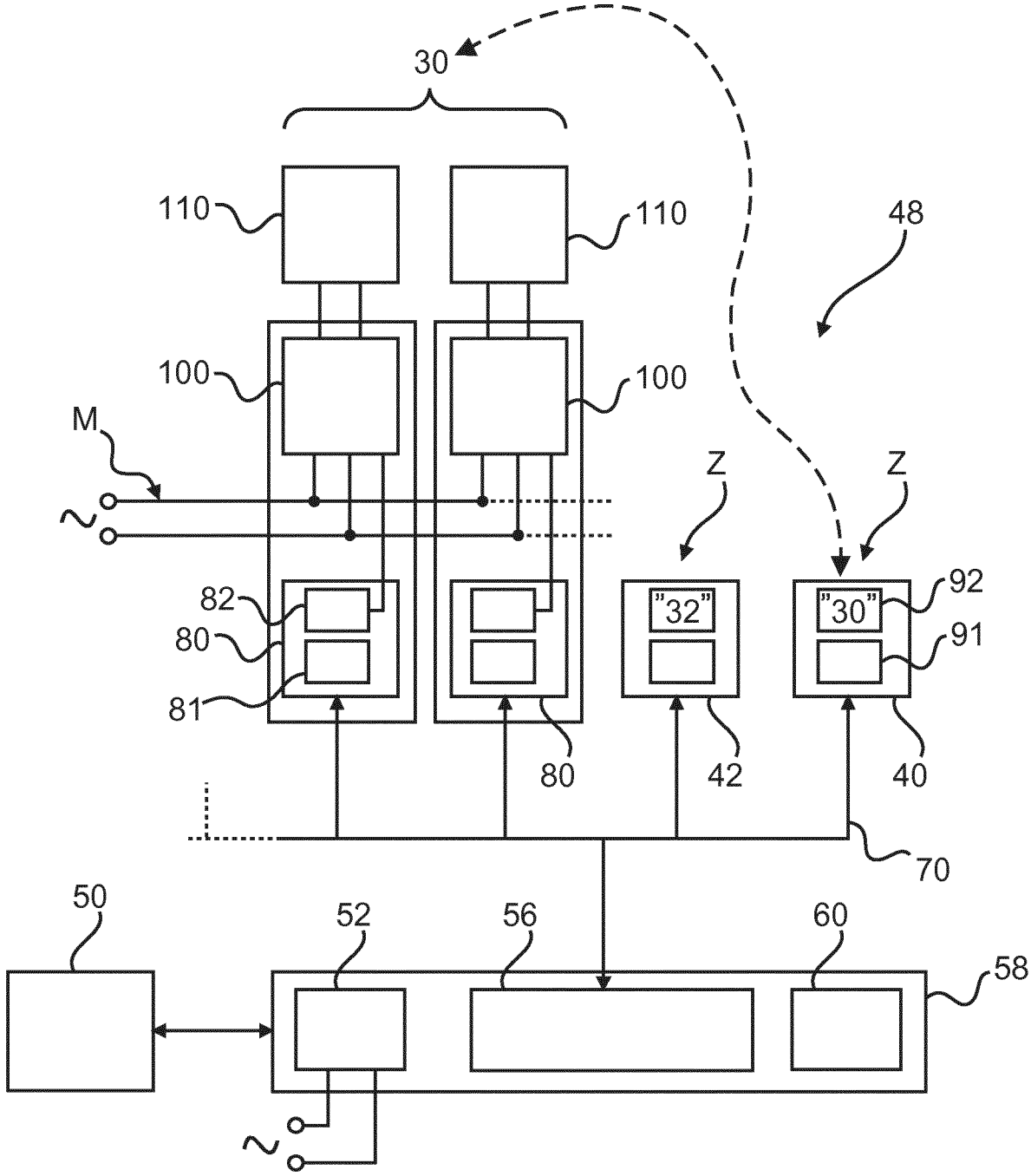

30
110
110
48
100
100
M
Z
Z
82
80
81
"32"
"30"
92
91
80
42
40
70
50
52
56
60
58

Fig.2

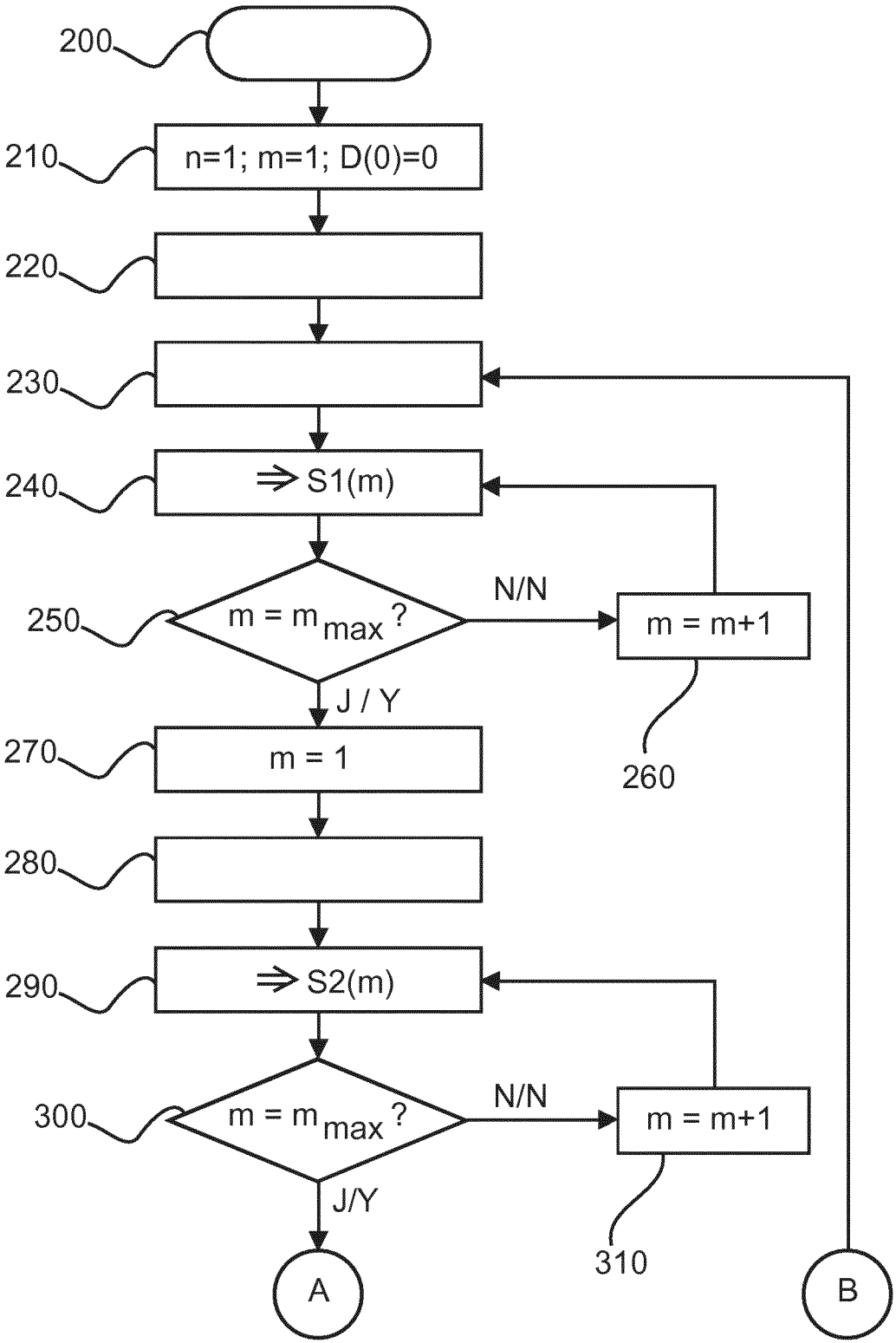

200
210
n=1; m=1; D(0)=0
220
230
240
⇒ S1(m)
250
m = m max ?
N/N
m = m+1
260
J / Y
270
m = 1
280
290
⇒ S2(m)
300
m = m max ?
N/N
m = m+1
310
J/Y
A
B

Fig.3A

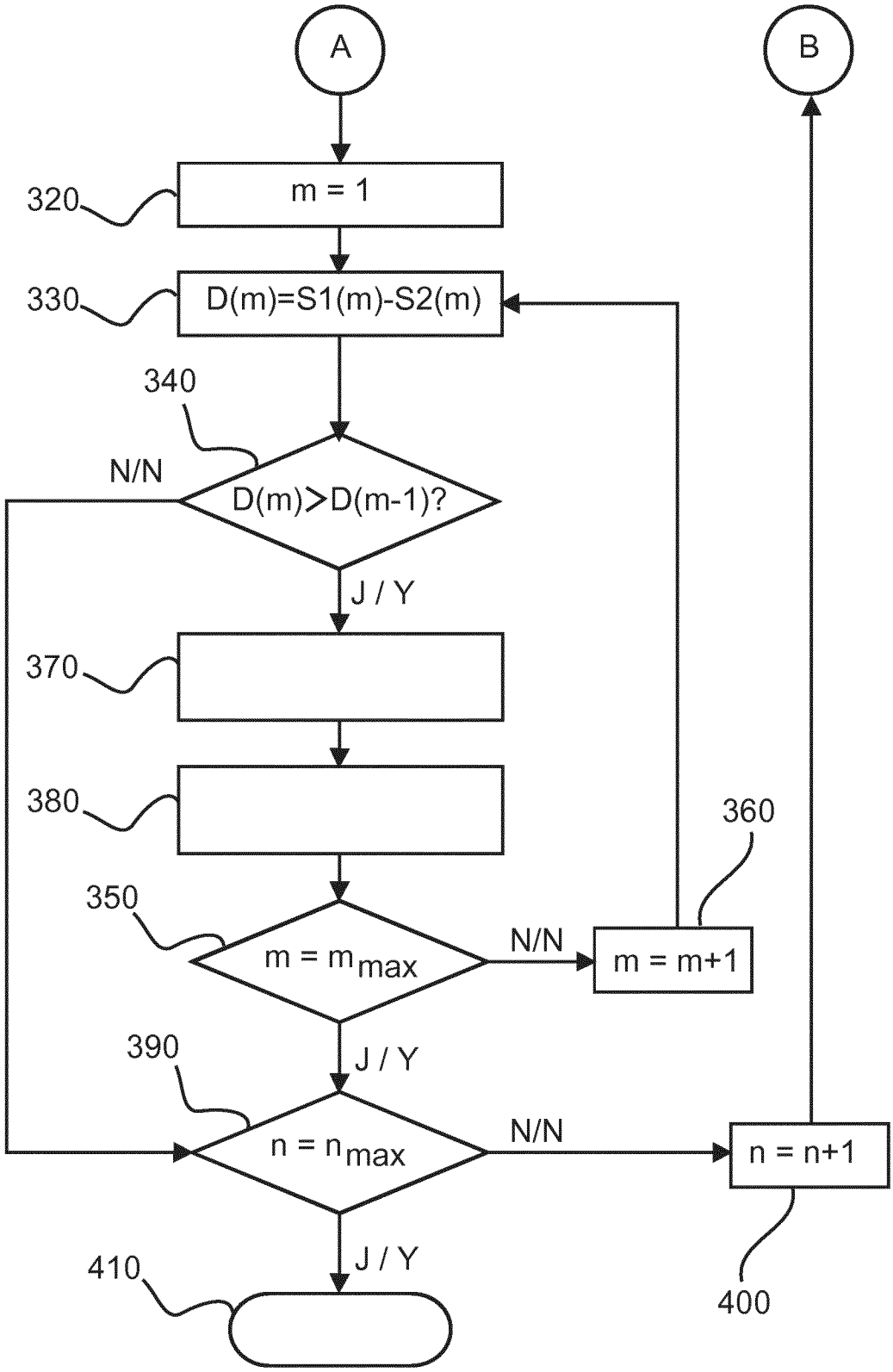

A
B
320
m = 1
330
D(m)=S1(m)-S2(m)
340
N/N
D(m)>D(m-1)?
J / Y
370
380
360
350
m = m max
N/N
m = m+1
390
J / Y
n = n max
N/N
n = n+1
J / Y
410
400

Fig.3B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2019/071306

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05B 37/02(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2013164670 A1 (LUMENPULSE LIGHTING INC [CA]) 07 November 2013 (2013-11-07) table 2; paragraphs [0056], [0053], [0087] - [0090]; figures 1,4	1-14,16-18
Y	WO 2016142230 A1 (PHILIPS LIGHTING HOLDING BV [NL]) 15 September 2016 (2016-09-15) page 10, lines 13-16 - page 1, lines 22-26; figures 1,4 page 6, line 29-end - page 11	1-14,16-18
Y	WO 2018158185 A1 (PHILIPS LIGHTING HOLDING BV [NL]) 07 September 2018 (2018-09-07) page 9, line 11; figure 1	17
A	WO 2015032721 A1 (KONINKL PHILIPS NV [NL]) 12 March 2015 (2015-03-12) claim 1; figure 1	1-18
A	US 2011031897 A1 (HENIG ROBERT [US] ET AL) 10 February 2011 (2011-02-10) paragraphs [0020] - [0023], [0028] - [0032], [0039]; figure 1	1-18
A	WO 2007034399 A1 (PHILIPS INTELLECTUAL PROPERTY [DE] ET AL.) 29 March 2007 (2007-03-29) figures 2a-2c	2-4

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
26 November 2019	**05 December 2019**

Name and mailing address of the ISA/EP	Authorized officer
European Patent Office **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands** Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	**Müller, Uta** Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2019/071306

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2013164670 A1	07 November 2013	CA 2864464 A1	07 November 2013
		EP 2815635 A1	24 December 2014
		US 2013320862 A1	05 December 2013
		US 2016044765 A1	11 February 2016
		US 2016081155 A1	17 March 2016
		WO 2013164670 A1	07 November 2013
WO 2016142230 A1	15 September 2016	CN 107432070 A	01 December 2017
		EP 3269212 A1	17 January 2018
		JP 2018508105 A	22 March 2018
		US 2018054873 A1	22 February 2018
		WO 2016142230 A1	15 September 2016
WO 2018158185 A1	07 September 2018	CN 110366875 A	22 October 2019
		WO 2018158185 A1	07 September 2018
WO 2015032721 A1	12 March 2015	CN 105659704 A	08 June 2016
		EP 3042545 A1	13 July 2016
		JP 6164673 B2	19 July 2017
		JP 2016529646 A	23 September 2016
		US 2016205749 A1	14 July 2016
		WO 2015032721 A1	12 March 2015
US 2011031897 A1	10 February 2011	US 2011031897 A1	10 February 2011
		US 2012161643 A1	28 June 2012
		US 2012194083 A1	02 August 2012
WO 2007034399 A1	29 March 2007	AT 451003 T	15 December 2009
		CN 102017801 A	13 April 2011
		EP 1932396 A1	18 June 2008
		JP 5329223 B2	30 October 2013
		JP 2009510671 A	12 March 2009
		US 2008225521 A1	18 September 2008
		US 2010277080 A1	04 November 2010
		WO 2007034399 A1	29 March 2007

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2019/071306

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H05B37/02
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H05B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 2013/164670 A1 (LUMENPULSE LIGHTING INC [CA]) 7. November 2013 (2013-11-07) tabelle 2; Absätze [0056], [0053], [0087] - [0090]; Abbildungen 1,4	1-14, 16-18
Y	WO 2016/142230 A1 (PHILIPS LIGHTING HOLDING BV [NL]) 15. September 2016 (2016-09-15) Seite 10, Zeilen 13-16 - Seite 1, Zeilen 22-26; Abbildungen 1,4 Seite 6, Zeilen 29-ende - Seite 11	1-14, 16-18
Y	WO 2018/158185 A1 (PHILIPS LIGHTING HOLDING BV [NL]) 7. September 2018 (2018-09-07) Seite 9, Zeile 11; Abbildung 1	17

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
26. November 2019	05/12/2019

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Müller, Uta

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2019/071306

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2015/032721 A1 (KONINKL PHILIPS NV [NL]) 12. März 2015 (2015-03-12) Anspruch 1; Abbildung 1	1-18
A	US 2011/031897 A1 (HENIG ROBERT [US] ET AL) 10. Februar 2011 (2011-02-10) Absätze [0020] - [0023], [0028] - [0032], [0039]; Abbildung 1	1-18
A	WO 2007/034399 A1 (PHILIPS INTELLECTUAL PROPERTY [DE] ET AL.) 29. März 2007 (2007-03-29) Abbildungen 2a-2c	2-4

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2019/071306

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2013164670 A1	07-11-2013	CA 2864464 A1	07-11-2013
		EP 2815635 A1	24-12-2014
		US 2013320862 A1	05-12-2013
		US 2016044765 A1	11-02-2016
		US 2016081155 A1	17-03-2016
		WO 2013164670 A1	07-11-2013
WO 2016142230 A1	15-09-2016	CN 107432070 A	01-12-2017
		EP 3269212 A1	17-01-2018
		JP 2018508105 A	22-03-2018
		US 2018054873 A1	22-02-2018
		WO 2016142230 A1	15-09-2016
WO 2018158185 A1	07-09-2018	CN 110366875 A	22-10-2019
		WO 2018158185 A1	07-09-2018
WO 2015032721 A1	12-03-2015	CN 105659704 A	08-06-2016
		EP 3042545 A1	13-07-2016
		JP 6164673 B2	19-07-2017
		JP 2016529646 A	23-09-2016
		US 2016205749 A1	14-07-2016
		WO 2015032721 A1	12-03-2015
US 2011031897 A1	10-02-2011	US 2011031897 A1	10-02-2011
		US 2012161643 A1	28-06-2012
		US 2012194083 A1	02-08-2012
WO 2007034399 A1	29-03-2007	AT 451003 T	15-12-2009
		CN 102017801 A	13-04-2011
		EP 1932396 A1	18-06-2008
		JP 5329223 B2	30-10-2013
		JP 2009510671 A	12-03-2009
		US 2008225521 A1	18-09-2008
		US 2010277080 A1	04-11-2010
		WO 2007034399 A1	29-03-2007