



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

- (43)

Veröffentlichungstag:
17.01.2024 Patentblatt 2024/03
- (51)

Internationale Patentklassifikation (IPC):
H05B 47/19 (2020.01)
- (21)

Anmeldenummer: 23177844.0
- (52)

Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
H05B 47/19; H05B 47/195
- (22)

Anmeldetag: 07.06.2023

- (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 ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN
- (72)

Erfinder:
• Böhnel, Dr. Michael
6850 Dornbirn (AT)
• Steffens, Thomas
6850 Dornbirn (AT)
- (74)

Vertreter: Beder, Jens
Mitscherlich PartmbB
Patent- und Rechtsanwälte
Karlstraße 7
80333 München (DE)
- (30)

Priorität: 11.07.2022 DE 102022117166
- (71)

Anmelder: Zumtobel Lighting GmbH
6850 Dornbirn (AT)

(54)

ZENTRALE SCHWARMSTEUERUNG FÜR LEUCHTEN

(57) Es wird ein Kommunikationsmodul für eine Beleuchtungsvorrichtung eines Beleuchtungssystems ausgelegt für eine Schwarmsteuerung von Beleuchtungsvorrichtungen des Beleuchtungssystems gezeigt. Das Kommunikationsmodul umfasst eine Sendeeinheit, die dafür ausgelegt ist, drahtlose Signale an benachbart angeordnete weitere Beleuchtungsvorrichtungen einer Gruppe der Beleuchtungsvorrichtungen des Beleuchtungssystems zu senden, und eine Empfangseinheit, die drahtlose Signale von den benachbart angeordneten weiteren Beleuchtungsvorrichtungen der Gruppe der Beleuchtungsvorrichtungen des Beleuchtungssystems zu empfangen kann. Ferner umfasst das Kommunikationsmodul eine Busschnittstelle ausgelegt dafür, Bussignale auf einem Bus der Beleuchtungsvorrichtung zu senden und zu empfangen, sowie eine Datenverarbeitungseinheit, die mit der Sendeeinheit, der Empfangseinheit und der Busschnittstelle verbunden ist, und dafür ausgelegt ist, von der Busschnittstelle empfangene Bussignale in zugeordnete drahtlose Signale umzusetzen und an die Sendeeinheit zum Senden an die weiteren Beleuchtungsvorrichtungen der Gruppe von Beleuchtungsvorrichtungen zu übermitteln. Die Datenverarbeitungseinheit zeichnet sich dadurch aus, dass vorbestimmte Bussignale als Steuerbefehle für alle Beleuchtungsvorrichtungen des Beleuchtungssystems an die Sendeeinheit zu übermitteln werden.

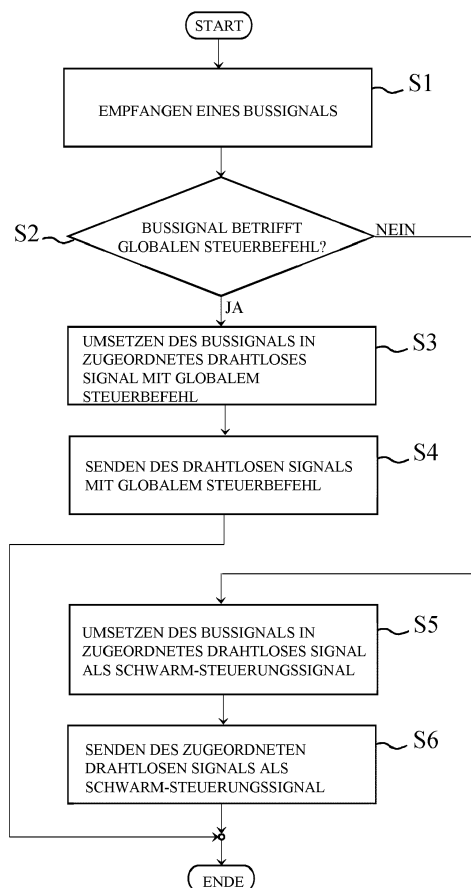


FIG. 2

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die Erfindung ist auf dem Gebiet der Beleuchtungssteuerung mittels drahtloser Kommunikation kurzer Reichweite, und betrifft insbesondere ein erweitertes Verfahren der Schwarmsteuerung von Leuchten.

TECHNISCHER HINTERGRUND

[0002] Eine zentrale Lichtsteuerung unter Verwendung der DALI®-Schnittstelle mittels Verwendung eines drahtgebundenen Kommunikationsnetzes, insbesondere eines drahtlosen Maschen-Kommunikationsnetzes (engl.: wireless mesh network, im Folgenden wird die Bezeichnung drahtloses Mesh-Netz oder funkgestütztes Mesh-Netz verwendet) ist verbreitet.

[0003] Drahtgebundene Kommunikationsnetze, umfassen sowohl Kommunikationsnetze mit dedizierter Signalverkabelung (Netzwerkverkabelung, LAN) als auch Kommunikation über Stromversorgungsleitungen (engl.: power line communication, kurz: PLC). Insbesondere eine feste Netzwerkverkabelung ist für bewegliche Leuchten unvorteilhaft, da eine Neuverkabelung bei einer Veränderung der Standorte der beweglichen Leuchten wenig praktikabel und aufwändig ist, und eine vorausschauende Verkabelung gleichfalls hohen Aufwand im Bereich des Kommunikationsnetzes mit einer zugleich schlechten Auslastung vorausschauend installierter Kommunikationsressourcen bedeutet.

[0004] Funkbasierte Kommunikationsnetze für die Beleuchtungssteuerung zeichnen sich durch teure Funk-Sende- und Empfangsvorrichtungen aus, und erfordern eine aufwendige Kommissionierung durch qualifiziertes Personal. Ferner sind gesendete Funksignale nicht auf einzelne Räume eines Gebäudes begrenzt, sondern sind auch in benachbarten Räumen zu empfangen. Funkbasierte Lösungen können daher eine Vielzahl anderer Geräte, die in demselben Frequenzbereich Signale empfangen, beeinflussen. So senden beispielsweise viele Funksysteme in Frequenzbereichen der ISM-Bänder für industrielle, wissenschaftliche, medizinischen, häuslichen und vergleichbare Anwendungen lizenz- und zumeist genehmigungsfrei. Ein besonders häufig genutztes ISM-Frequenzband für zahlreiche Anwendungen liegt im Bereich von 2.4 bis 2.5 GHz, in dem auch Informationsübertragung mittels WLAN, insbesondere unter den Funkstandards nach IEEE 802.11, also WiFi®, und WPAN nach den Standards 802.15, so zum Beispiel Bluetooth® erfolgt. Damit sind jedoch gegenseitige Störung unterschiedlicher Geräte, die Funkwellen auf denselben Frequenzbereichen nutzen, möglich.

[0005] Eingesetzt werden häufig Protokolle, die den Bluetooth® Mesh-Netzwerkstandard, basierend auf Bluetooth® LE (engl. Bluetooth® Low Energy, abgekürzt Bluetooth® LE) implementieren.

[0006] Eine lokale Leuchtensteuerung kann auch mit-

tels Infrarotübertragung der Steuerungssignale erfolgen, insbesondere zur Steuerung von Einzeleuchten und Gruppen von benachbarten Leuchten (Schwarmleuchten). Eine Weitergabe von Steuerungsinformationen für Leuchten ist in den bislang verwendeten Schwarmprotokollen vorgesehen, da die Gruppe der Schwarmleuchten lokal, also auf eine Gruppe benachbarter Leuchten ausgerichtet ist, und lokale Beleuchtungsfunktionen mittels der Schwarmsteuerung gesteuert werden. Eine weiträumige, globale zentrale Steuerung (globale Steuerung) vernetzter Leuchten ist bislang in Protokollen, die speziell eine Schwarmsteuerung von Leuchten verwirklichen, nicht berücksichtigt.

15 STAND DER TECHNIK

[0007] Die EP 3 843 507 A1 offenbart ein Beleuchtungssystem, bei dem Steuersignale von einer Leuchte zu einer anderen Leuchte übertragen werden, um die Leuchten abhängig voneinander zu schalten. Ein solches Beleuchtungssystem kann für eine Schwarmsteuerung genutzt werden, bei der eine von einer Person oder durch deren erfasste Anwesenheit eingeschaltete Leuchte ein Einschaltsignal an benachbarte Leuchten sendet, um diese ggf. mit einem geringeren Dimm-Pegel ebenfalls einzuschalten. Dies erzeugt eine lokale "Lichtwolke", die sich -insbesondere bei einer sensorgestützten Positionserfassung der Person- mit der Person mitbewegen kann, wobei die die Anwesenheit der Person erfassende Leuchte und die das Einschaltsignal empfangenden Leuchten untereinander automatisch zu einer Gruppe ("Schwarm") von benachbart angeordneten Einzeleuchten ohne individuelle Adressierung der Einzeleuchten konfiguriert werden.

[0008] Die Leuchten können eine Repeater-Funktion (Relaisfunktion) aufweisen und das empfangene Einschaltsignal an Leuchten weitersenden, die sich außerhalb des direkten Sendebereichs der Leuchte befinden, welche die Anwesenheit der Person detektiert hat bzw. der detektierten Person am nächsten ist. Die Anzahl der einzuschaltenden Leuchten bzw. die räumliche Größe der "Lichtwolke" kann mittels einer Begrenzung der Anzahl der Weiterleitungen des Einschaltsignals für die Leuchten erfolgen, wobei das Einschaltsignal einen Zählerwert übermittelt, der bei jeder Weiterleitung des Einschaltsignals erhöht oder verringert wird. Das Einschaltsignal wird in diesem Beispiel nicht weitergeleitet, wenn der Zählerwert einen bestimmten Wert erreicht.

[0009] Das Einschaltsignal wird oft als Infrarot-Signal übertragen. Alternativ kann das Signal mittels Funk (z.B. Bluetooth oder WLAN-Industriestandard), sichtbarem Licht, Ultra- oder Körperschall übertragen werden. Dabei wird die das Einschaltsignal sendende Einrichtung, zum Beispiel der Infrarot-Sender so ausgelegt, dass der Sendebereich des Infrarot-Senders, und damit die Reichweite des von einer Leuchte gesendeten Signals, eine Vielzahl von Anwendungen abdecken.

TECHNISCHE AUFGABE

[0010] Aufgabe der Erfindung ist es, die Möglichkeiten für eine zentrale Steuerung von Beleuchtungsanordnungen zu verbessern, wobei den Aufwand für ein die Leuchten verbindendes Kommunikationsnetz möglichst gering zu halten ist.

DISKUSSION DER ERFINDUNG

[0011] Die Aufgabe wird mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst. Die Erfindung wird mit den Merkmalen der abhängigen Ansprüche weitergebildet.

[0012] Ein Kommunikationsmodul nach einem ersten Aspekt (Steuerungsmodul, Schwarmsteuerungsmodul) ist für eine Beleuchtungsanordnung eines Beleuchtungssystems zur Steuerung (insbesondere Schwarmsteuerung) von Beleuchtungsanordnungen des Beleuchtungssystems ausgelegt. Das Kommunikationsmodul umfasst eine Sendeeinheit ausgelegt dafür, drahtlose Signale an benachbart angeordnete weitere Beleuchtungsanordnungen einer Gruppe der Beleuchtungsanordnungen des Beleuchtungssystems zu senden. Ferner umfasst das Kommunikationsmodul eine Empfangseinheit ausgelegt dafür, drahtlose Signale von den benachbart angeordneten weiteren Beleuchtungsanordnungen (der Gruppe der Beleuchtungsanordnungen des Beleuchtungssystems) zu empfangen, eine Busschnittstelle ausgelegt dafür, Bussignale auf einem Bus der Beleuchtungsanordnung zu senden und zu empfangen, und eine Datenverarbeitungseinheit. Die Datenverarbeitungseinheit ist mit der Sendeeinheit, der Empfangseinheit und der Busschnittstelle verbunden und dafür ausgelegt, von der Busschnittstelle empfangene Bussignale in zugeordnete drahtlose Signale umzusetzen und an die Sendeeinheit zum Senden an die weiteren Beleuchtungsanordnungen (der Gruppe von Beleuchtungsanordnungen) zu übermitteln. Die Datenverarbeitungseinheit zeichnet sich dadurch aus, dass die Datenverarbeitungseinheit eingerichtet ist, vorbestimmte Bussignale als globale Steuerbefehle für alle Beleuchtungsanordnungen des Beleuchtungssystems an die Sendeeinheit zu übermitteln.

[0013] Bevorzugt, aber nicht ausschließlich, nutzen die drahtlosen Signale elektromagnetische Wellen im infraroten Wellenlängenbereich des elektromagnetischen Spektrums. Die drahtlosen Signale können Signale kurzer Reichweite sein, wobei der Begriff "kurze Reichweite" eine Reichweite insbesondere in der Größenordnung des Abstands räumlich benachbart angeordneter Beleuchtungsanordnungen bezeichnet.

[0014] Räumlich benachbarte Beleuchtungsanordnungen bezeichnet Beleuchtungsanordnung, zu denen das Kommunikationsmodul über die Sendeeinheit und die Empfangseinheit eine direkte (Kommunikations-) Verbindung hat.

[0015] Die Gruppe der Beleuchtungsanordnungen kann als "Schwarm" umfassend eine Mehrzahl von Be-

leuchtungsanordnungen bezeichnet werden. Das Kommunikationsmodul wird dann auch als "Schwarmmodul" bezeichnet, das eingerichtet ist, eine Steuerung der Beleuchtungsanordnungen des Schwarms der Beleuchtungsanordnungen entsprechend einem "Schwarmprotokoll" einem Algorithmus zur Schwarmsteuerung vorzunehmen.

[0016] Die vorbestimmten Bussignale enthalten globale Steuerbefehle, also Steuerbefehle, die für alle Beleuchtungsanordnungen gleichermaßen Geltung erlangen sollen. Die üblichen Steuerbefehle für Schwarmsteuerungen beeinflussen demgegenüber Parameter, die für die lokal begrenzte Gruppe der weiteren Beleuchtungsanordnungen Geltung erlangen sollen.

[0017] Das Kommunikationsmodul ermöglicht eine Übermittlung globaler Steuerbefehle an die Beleuchtungsanordnungen des Beleuchtungssystems unter Nutzung einer vorhandenen Schwarmsteuerungsinfrastruktur für die Steuerung der lokal begrenzten Gruppe von Beleuchtungsanordnungen. Die Funktionalität der Übermittlung globaler Steuerbefehle kann ohne zusätzliche Installation und Konfiguration eines globalen Übertragungssystems zwischen allen Beleuchtungsanordnungen des Beleuchtungssystems erfolgen.

[0018] Zugleich bleiben die globalen Steuerbefehle innerhalb des Raumes des Beleuchtungssystems, da lediglich das lokal begrenzte drahtlose Übertragungssystem für die Schwarmsteuerung genutzt wird. Eine Störung weiterer IT-Kommunikationssysteme, wie beispielsweise WLAN®, Bluetooth®, kann durch Auswahl eines entsprechend geeigneten drahtlosen Übertragungssystems unterbunden werden. Insbesondere kann eine Abstrahlung elektromagnetischer Störsignale bei Verwendung einer Infrarot- oder Ultraschall-Übertragung für die drahtlosen Signale vollkommen vermieden werden. Ebenso ist eine Übertragung mittels Körperschall möglich. Dementsprechend sind die EMV-Eigenschaften (Elektro-Magnetische Verträglichkeit) des Kommunikationsmoduls entsprechend vorteilhaft. Damit kann der Vorteil verbunden werden, dass für eine geeignete Implementierung des Kommunikationsmoduls auf die Einhaltung der europäischen Richtlinie für Funkausrüstung (engl. Radio Equipment Directive, abgekürzt RED, Richtlinie 2014/53/EU) und deren nationalen Umsetzungen, in Deutschland zum Beispiel als Funkanlagen-gesetz in der Fassung vom 27. Juni 2017, in Österreich das Gesetz über Funkanlagen und Marktüberwachung (FMA-G), keine besondere Berücksichtigung erforderlich.

[0019] Das Kommunikationsmodul nutzt die für die lokale Steuerung von Leuchtschwärmen vorhandene Hardware für die Implementierung einer erweiterten Funktionalität zur Übermittlung globaler Steuerbefehle an alle Beleuchtungsanordnungen des Beleuchtungssystems. Damit werden globale Steuerungsfunktionen, wie zum Beispiel eine zentrale Ein/Aus-Funktion unter Verwendung der lokalen Infrastruktur für die Übermittlung drahtloser Schwarmsteuerbefehle möglich.

[0020] Es wird eine besonders effiziente Ausnutzung der allgemein begrenzt verfügbaren elektromagnetischen Bandbreite trotz der erweiterten Funktionalität eines mit dem Kommunikationsmodul realisierten Beleuchtungssystems möglich.

[0021] Das Kommunikationsmodul verwendet ein einfach und stabil zu implementierendes Protokoll, dass lediglich eine Erweiterung eines bereits vorhandenen Schwarm-Protokolls darstellt.

[0022] Das Kommunikationsmodul ermöglicht eine Übermittlung der Steuerbefehle mit einer für die Übermittlung globaler Steuerbefehle vernachlässigbaren Zeitverzögerung, die für typische Anwendungen keine relevanten Verzögerungszeiten in das Beleuchtungssystem einbringt.

[0023] Im allgemeinen Betrieb wird ein globaler Steuerbefehl vergleichsweise selten auftreten, wie das typische Beispiel eines EIN/AUS-Befehl zeigt. Eine zuverlässige Übertragung des globalen Steuerbefehls sollte jedoch gewährleistet werden, dass alle Beleuchtungsvorrichtungen des Beleuchtungssystems den globalen Steuerbefehl erhalten. Bei bekannten Steuerbefehlen für Schwärme von Beleuchtungsvorrichtungen zeigen die Anwendungen typischerweise eine gewisse Fehlertoleranz bei Nutzern. Bei globalen Steuerbefehlen besteht diese Toleranz nicht in einem entsprechenden Maß, da, zum Beispiel, eine einzelne Beleuchtungsvorrichtung, die falsch ein- oder ausgeschaltet wird, für den Nutzer klar wahrnehmbar und zugleich als störend empfunden werden wird. Wie nachfolgend gezeigt wird, sind in dem Kommunikationsmodul einfache und kostengünstige technische Maßnahmen zu integrieren, die ein Umschalten zwischen einem eingeschalteten und einem ausgeschalteten Zustand der Beleuchtungsvorrichtung zwar nicht streng synchron bewirken, jedoch innerhalb einer gewissen Zeitspanne von ein bis zwei Sekunden, typisch maximal 5 Sekunden, ermöglichen. Zugleich wird durch diese einfachen und kostengünstigen technischen Maßnahmen eine sichere Übertragung gewährleistet.

[0024] Das Kommunikationsmodul einer Ausführung weist einen Datenspeicher auf, der eingerichtet ist, eine Tabelle mit zumindest ein vorbestimmtes Bussignal zugeordnet zu zumindest einem drahtlosen Signal mit einem bestimmten Steuerbefehl für alle Beleuchtungsvorrichtungen zu speichern.

[0025] Somit verwendet das Kommunikationsmodul ein einfach und stabil zu implementierendes Protokoll, dass lediglich eine Erweiterung eines bereits vorhandenen Schwarm-Protokolls darstellt.

[0026] In einer Ausführung des Kommunikationsmoduls weist das drahtlose Signal einen Parameter für einen Sende- und Empfangsvorgang auf. Die Datenverarbeitungseinheit ist ausgelegt, den Sende- und Empfangsvorgang aus dem Parameter zu ermitteln, und das drahtlose Signal mit dem Steuerbefehl auf Basis des ermittelten Sende-Empfangsvorgangs an die Sendeinheit zu übermitteln.

[0027] Dies ermöglicht dem Kommunikationsmodul ei-

ne Übermittlung der Steuerbefehle mit einer für die Übermittlung globaler Steuerbefehle vernachlässigbaren Zeitverzögerung, sowie die Erweiterung der lokalen Kommunikationsstruktur für die Schwarmsteuerung mittels Implementierung einer Repeater- oder Relaisfunktion des Kommunikationsmoduls für die Übermittlung globaler Steuerbefehle an alle Beleuchtungsvorrichtungen des Beleuchtungssystems.

[0028] Das Kommunikationsmodul kann das drahtlose Signal als ein vorbestimmtes drahtloses Signal mit einem zentralen Steuerbefehl für alle Beleuchtungsvorrichtungen senden.

[0029] Eine weitere Ausführung des Kommunikationsmoduls umfasst das Kommunikationsmodul ausgelegt dafür, das vorbestimmte drahtlose Signal einmal zu senden, oder das Senden des drahtlosen Signals einmal zu wiederholen, oder das Senden des drahtlosen Signals mit einer vorbestimmten Anzahl zu wiederholen.

[0030] Die vorbestimmte Anzahl von Wiederholungen ist bevorzugt eine kleine Anzahl von Wiederholungen. Eine kleine Anzahl von Wiederholungen kann zum Beispiel ein bis fünf Wiederholungen, und besonders bevorzugt ein bis drei Wiederholungen umfassen.

[0031] Das Kommunikationsmodul kann das Senden des drahtlosen Signals mehrmals wiederholen, wobei eine Wartezeit zwischen den Wiederholungen des Sendens des drahtlosen Signals zufällig variiert.

[0032] Die zufällige Zeitkomponente in der Wartezeit verhindert, im Gegensatz zu einem deterministischen Zeitintervall als Wartezeit, dass zwei Signale sich immer wieder erneut überlagern. Die Zuverlässigkeit der Signalübertragung wird somit erhöht.

[0033] Somit wird die Wahrscheinlichkeit, dass alle Beleuchtungsvorrichtungen das drahtlose Signal mit dem für alle Beleuchtungsvorrichtungen relevanten globalen Steuerbefehl erhalten, erhöht.

[0034] Die Sendeinheit des Kommunikationsmoduls kann ausgelegt sein, das vorbestimmte drahtlose Signal mehrmals zu senden, wobei das wiederholte Senden des drahtlosen Signals lediglich innerhalb eines vorbestimmten Zeitintervalls erfolgt.

[0035] Damit wird erreicht, dass das alle Beleuchtungsvorrichtungen das drahtlose Signal mit dem für alle Beleuchtungsvorrichtungen relevanten globalen Steuerbefehl erhalten, wobei eine Auslastung des durch die drahtlosen Signale aufgespannten Kommunikationsnetzes zugleich begrenzt wird.

[0036] In dieser Ausführungsform wird die Aussendung einer Wiederholung sowohl bei einem als Signalquelle für den globalen Steuerbefehl handelnden Kommunikationsmodul, als auch bei den lediglich Signalwiederholend handelnden Kommunikationsmodulen der weiteren Beleuchtungsvorrichtungen auf ein zeitliches Intervall begrenzt. Wenn zum Beispiel ein Netzwerknoten des die drahtlosen Signale übermittelnden Kommunikationsnetzes ein Datenpaket mit einem globalen Steuerbefehl sendet, so wird dieses gesendete Datenpaket nur für einen gewissen Zeitraum, zum Beispiel für eine

halbe Sekunde, weitergesendet. Nach Ablauf des gewissen Zeitraums erfolgt keine weitere Weitersendung über eine gewisse Zeitspanne, um sicherzustellen, dass keine Datenpakete mit dem globalen Steuerbefehl zu einem ursprünglichen Ereignis über das Beleuchtungssystem kursieren. In dieser gewissen Zeitspanne kann lediglich Senden von Datenpaketen mit globalen Steuerbefehlen erfolgen, wenn es sich um Initiieren eines neuen Ereignisses mit einem entsprechenden neuen globalen Steuerbefehl handelt.

[0037] Das Kommunikationsmodul in einer Ausführung zeigt das Kommunikationsmodul ausgelegt dafür, das vorbestimmte drahtlose Signal mehrmals zu senden, wobei wiederholtes Senden drahtloser Signale zugeordnet zu unterschiedlichen Steuerbefehlen abwechselnd erfolgt.

[0038] Somit können die Wartezeiten zwischen globalen Steuerbefehlen, die verschiedenen auslösenden Ereignissen für den globalen Steuerbefehl zuzuordnen sind, verringert werden.

[0039] In einer Ausführung des Kommunikationsmoduls ist das Kommunikationsmodul ausgelegt, das vorbestimmte drahtlose Signal zugeordnet zu dem globalen Steuerbefehl vorrangig gegenüber einem drahtlosen Signal zugeordnet zu einem Steuerbefehl für die Gruppe von Beleuchtungsvorrichtungen (lokalen Steuerbefehl) zu verarbeiten und/oder zu senden.

[0040] Die Sendeeinheit einer Ausführung des Kommunikationsmoduls ist ausgelegt, das vorbestimmte drahtlose Signal zugeordnet zu dem globalen Steuerbefehl mit einer erhöhten Sendeleistung gegenüber einem drahtlosen Signal einem Steuerbefehl für die Gruppe von Beleuchtungsvorrichtungen zu senden.

[0041] Eine Erhöhung der Sendeleistung des drahtlosen Signals kann beispielsweise mittels einer Erhöhung eines elektrischen Stroms der Sendeeinheit, oder einer Vergrößerung des Tastverhältnisses des drahtlosen Signals (engl.: duty cycle) im Falle der globalen Steuerbefehle erfolgen. Damit wird gezielt von der bei Steuerbefehlen für eine lokale begrenzte Gruppe von Beleuchtungsvorrichtungen (Schwarm) gewünschte Einschränkung der drahtlosen Signale auf die unmittelbar benachbarten weiteren Beleuchtungsvorrichtungen für globale Steuerbefehle abgewichen. Die Zuverlässigkeit der Signalübertragung des globalen Steuerbefehls ist aufgrund des damit erreichten höheren Signal-Rausch-Abstands verbessert.

[0042] Die Sendeeinheit kann ausgelegt sein, das vorbestimmte drahtlose Signal zugeordnet zu dem globalen Steuerbefehl mit einem anderem Übertragungsprotokoll als ein drahtloses Signal mit einem Steuerbefehl für die Gruppe von Beleuchtungsvorrichtungen zu senden.

[0043] Das geänderte Übertragungsprotokoll kann zum Beispiel ein spezifisches drahtloses Signal für globale Steuerbefehle einführen, das keine Begrenzung der Anzahl der Weiterleitungen ("Hops") des drahtlosen Signals über weitere Kommunikationsmodule umfasst oder das eine sehr große Begrenzung der Anzahl der

Weiterleitungen des drahtlosen Signals über weitere Kommunikationsmodule setzt. Die Anzahl der Weiterleitungen kann zum Beispiel in der Größenordnung der Anzahl der Beleuchtungsvorrichtung des Beleuchtungssystems liegen. Demgegenüber weist das übliche Übertragungsprotokoll für drahtlose Signale mit einem Steuerbefehl für die lokale begrenzte Gruppe von Beleuchtungsvorrichtungen nach einem Schwarmprotokoll eine niedrige Grenze für die Anzahl der der Weiterleitungen ("Hops") des drahtlosen Signals über weitere Kommunikationsmodule auf, um die Belastung des Kommunikationsnetzes zu begrenzen und, vor allem, um die Reichweite des drahtlosen Signals auf die gewünschte Lichtinsel einzuschränken.

[0044] Die Zuverlässigkeit der Signalübertragung des globalen Steuerbefehls kann beispielsweise aufgrund eines mit dem geänderten Übertragungsprotokoll für drahtlose Signale mit globalen Steuerbefehlen verwirklichten höheren Signal-Rausch-Abstands verbessert werden.

[0045] Eine Ausführung des Kommunikationsmoduls zeigt die Datenverarbeitungseinheit ausgelegt dafür, über die Busschnittstelle empfangene Ereignisse unabhängig von einer Anwendungssteuerung in die vorbestimmten drahtlosen Signale umzusetzen.

[0046] Die Datenverarbeitungseinheit einer Ausführung des Kommunikationsmoduls ist ausgelegt, über die Busschnittstelle empfangene Steuerbefehle einer Anwendungssteuerung an das Kommunikationsmodul in die vorbestimmten drahtlosen Signale umzusetzen, und empfangene Ereignisse anderer Busteilnehmer zu ignorieren.

[0047] Damit kann die Datenverarbeitungseinheit einfach und kostengünstig ausgelegt werden, da eine Ansteuerung des Kommunikationsmoduls ausschließlich durch die Anwendungssteuerung der übergeordneten Beleuchtungsvorrichtung über die Busschnittstelle erfolgt, und keine Vielzahl unterschiedlicher Ereignisse auf dem Bus der Beleuchtungsvorrichtung, ausgelöst durch eine Vielzahl unterschiedlicher Busteilnehmer, berücksichtigt werden muss.

[0048] Das Kommunikationsmodul nach einer Ausführung weist die globalen Steuerbefehle dafür ausgelegt auf, zumindest ein zentrales Einschalten aller Beleuchtungsvorrichtungen (Leuchten) oder ein zentrales Ausschalten aller Beleuchtungsvorrichtungen in einem Raum, in einem Bereich, in einer Ebene, in einem Bauwerk und/oder in einem Gebäude zu umfassen. Alternativ oder zusätzlich können die globalen Steuerbefehle einen zentralen Wechsel zwischen Betriebsmodi aller Leuchten, ein Aktivieren, Deaktivieren eines tageslichtabhängigen Dimm-Werts aller Beleuchtungsvorrichtungen, ein zentrales Einstellen einer korrelierten Farbtemperatur (engl.: Correlated Colour Temperature, abgekürzt: CCT) aller Beleuchtungsvorrichtungen, eine zentrale Steuerung einer Helligkeit, Sättigung und Farbtönen aller Beleuchtungsvorrichtungen (engl.: Hue-Chroma-Luminance, abgekürzt: HCL), und/oder ein Synchronisieren der Zeit aller Beleuchtungsvorrichtungen umfas-

sen.

[0049] Das Kommunikationsmodul kann die Datenverarbeitungseinheit dafür eingerichtet aufweisen, eine Konfiguration einer Sendeleistung der durch die Sendeinheit gesendeten drahtlosen Signale auszuführen, und drahtlosen Signale für eine Erhöhung der Sendeleistung mit einer einzustellenden Signalstärke der drahtlosen Signale zu senden, und die drahtlosen Signale für eine Verringerung der Sendeleistung mit einer ursprünglichen Signalstärke der drahtlosen Signale zu senden.

[0050] Alternativ kann das Kommunikationsmodul dafür eingerichtet sein, eine Konfiguration einer Sendeleistung der durch die Sendeinheit gesendeten drahtlosen Signale auszuführen, und drahtlose Signale für die Konfiguration der Sendeleistung mit einer maximal möglichen Signalstärke zu senden.

[0051] Damit ist eine einfache Konfiguration der Beleuchtungsvorrichtungen mittels eines lokal gesteuerten und initiierten Konfigurationsprozesses möglich, der eine globale Wirkung für das gesamte Beleuchtungssystem und dessen Beleuchtungsvorrichtungen entfaltet, ohne dass die Konfiguration für jede einzelne Beleuchtungsvorrichtung wiederholt werden muss, oder eine zentrale Konfigurationssteuerung vorhanden sein muss.

[0052] Das Kommunikationsmodul einer Ausführung weist die Datenverarbeitungseinheit dafür eingerichtet auf, über den drahtlosen Empfänger empfangene globale drahtlose Signale in Steuerbefehle für den Bus umzusetzen und über die Busschnittstelle auf den Bus auszugeben.

[0053] Alternativ oder zusätzlich können die empfangenen globalen drahtlosen Signale in Tastenereignisse oder absolute Eingabeereignisse nach einem standardisierten Schnittstellenstandard für Beleuchtungsschnittstellen umgesetzt werden.

[0054] Der standardisierte Schnittstellenstandard kann insbesondere eine DALI® Schnittstelle betreffen, und dann ein Tastenereignis (engl.: push button event) nach DALI® Teil 301 oder ein absolutes Eingabeereignis (engl.: absolute input device event) nach DALI® Teil 302. Somit ist eine einfache globale Ansteuerung der Kommunikationsmodule oder der zugeordneten Beleuchtungsvorrichtung über das gesamte Beleuchtungssystem mittels einer lokalen DALI® Ansteuerung möglich.

[0055] Alternativ oder zusätzlich kann die Datenverarbeitungseinheit dafür eingerichtet sein, die über den drahtlosen Empfänger empfangenen globalen drahtlose Signale in Schreibbefehle für Konfigurationswerte in einen Datenspeicher umzusetzen.

[0056] Damit ist eine einfache globale Konfiguration der Kommunikationsmodule oder der zugeordneten Beleuchtungsvorrichtung über das gesamte Beleuchtungssystem mittels eines lokal gesteuerten Konfigurationsprozesses möglich.

[0057] Alternativ oder zusätzlich kann die Datenverarbeitungseinheit dafür eingerichtet sein, über den drahtlosen Empfänger empfangene globale drahtlose Signa-

le, die ausschließlich Konfigurationsbefehle für das Kommunikationsmodul umfassen, ohne Umsetzung in Steuerbefehle für den Bus auszuführen.

[0058] Das Kommunikationsmodul nach einer Ausführung zeigt die Datenverarbeitungseinheit dafür eingerichtet, in einem nicht konfigurierten Zustand direkt Steuerbefehle über die Busschnittstelle auszugeben. Ferner kann das Kommunikationsmodul die Datenverarbeitungseinheit dafür eingerichtet umfassen, in einem nicht konfigurierten Zustand Steuerbefehle direkt über einen Sender des Kommunikationsmoduls in dem drahtlosen Signal auszugeben.

[0059] In diesem Fall kann das Kommunikationsmodul entsprechende drahtlose Signale bei allen relevanten Ereignissen auf dem Bus über das Kommunikationsmodul senden. Es ist keine entsprechend eingerichtete Anwendungssteuerung in der Leuchte oder dem Tastenmodul erforderlich. Das Kommunikationsmodul wird nicht über den Bus adressiert.

[0060] Das Kommunikationsmodul nach einer Ausführung zeigt die Datenverarbeitungseinheit dafür eingerichtet, in einem konfigurierten Zustand, insbesondere in einem adressierten Zustand, Tastenereignisse oder globale Eingabeereignisse nach einem standardisierten Schnittstellenstandard für Beleuchtungsschnittstellen über die Busschnittstelle für eine Interpretation durch eine Anwendungssteuerung auszugeben.

[0061] In diesem Fall kann das Kommunikationsmodul drahtlose Signale mit entsprechenden Tastenereignisse oder absolute Eingabeereignissen auf eine entsprechend an das Kommunikationsmodul adressierte Anweisung der Anwendungssteuerung senden. Es ist die entsprechend eingerichtete Anwendungssteuerung in der Leuchte oder dem Tastenmodul erforderlich. Das Kommunikationsmodul wird über den Bus adressiert.

[0062] In einem zweiten Aspekt der Erfindung umfasst eine Leuchte ein Kommunikationsmodul nach einem der vorstehend diskutierten Ausführung.

[0063] Die Leuchte kann zusätzlich zumindest einen Taster aufweisen, und das Kommunikationsmodul dafür eingerichtet sein, bei Betätigung des zumindest einen Tasters (oder Schalters), das drahtlose Signal zugeordnet zu dem Steuerbefehl zu senden.

[0064] In einem dritten Aspekt der Erfindung umfasst das Beleuchtungssystem eine Mehrzahl von Leuchten nach einem dem zweiten Aspekt.

[0065] Ein vierter Aspekt betrifft ein Verfahren zur Steuerung eines Kommunikationsmoduls (Steuerungsmodul, Schwarmsteuerungsmodul) für eine Beleuchtungsvorrichtung eines Beleuchtungssystems zur Steuerung (Schwarmsteuerung) von Beleuchtungsvorrichtungen des Beleuchtungssystems. Das Kommunikationsmodul umfasst dabei eine Sendeinheit ausgelegt dafür, drahtlose Signale an benachbart angeordnete weitere Beleuchtungsvorrichtungen einer Gruppe der Beleuchtungsvorrichtungen des Beleuchtungssystems zu senden, eine Empfangseinheit ausgelegt dafür, drahtlose Signale von den benachbart angeordneten weiteren

Beleuchtungsrichtungen [der Gruppe der Beleuchtungsrichtungen des Beleuchtungssystems] zu empfangen, und eine Busschnittstelle ausgelegt dafür, Bussignale auf einem Bus der Beleuchtungsrichtung zu senden und zu empfangen. Eine Datenverarbeitungseinheit des Kommunikationsmoduls ist mit der Sendeeinheit, der Empfangseinheit und der Busschnittstelle verbunden, und führt die Schritte aus:

1. Empfangen, durch die Busschnittstelle, von Bussignalen,
2. Umsetzen, durch die Datenverarbeitungseinheit, der empfangenen Bussignale in zugeordnete drahtlose Signale, und
3. Übermitteln, durch die Datenverarbeitungseinheit, der zugeordneten drahtlosen Signale an die Sendeeinheit zum Senden an die weiteren Beleuchtungsrichtungen (der Gruppe von Beleuchtungsrichtungen).

[0066] Die Datenverarbeitungseinheit setzt vorbestimmte Bussignale als globale Steuerbefehle für alle Beleuchtungsrichtungen des Beleuchtungssystems um und die Sendeeinheit übermitteln die globalen Steuersignale in den zugeordneten drahtlosen Signalen an die weiteren Beleuchtungsrichtungen.

[0067] Ein fünfter Aspekt betrifft ein Computerprogramm mit Programmcode-Mitteln, um die Schritte gemäß dem Verfahren nach dem vierten Aspekt durchführen zu können, wenn das Programm auf einem Computer oder einem digitalen Mikroprozessor ausgeführt wird.

KURZBESCHREIBUNG DER FIGUREN:

[0068] Nachfolgend wird die Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1A bis 1D eine schematische Übersicht über verschiedene Anwendungsszenarien einer Schwarmsteuerung für Leuchten in einem Beleuchtungssystem,
- Fig. 2 ein vereinfachtes Ablaufdiagramm zur Darstellung des Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung,
- Fig. 3 ein vereinfachtes Blockschaltbild eines Tastenmoduls für ein Beleuchtungssystem,
- Fig. 4 ein vereinfachtes Blockschaltbild einer Leuchte für ein Beleuchtungssystem, und
- Fig. 5 ein vereinfachtes Blockschaltbild eines Kommunikationsmoduls.

[0069] Komponenten mit gleichen Funktionen sind in

den Figuren mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet. Zum Vermeiden unnötiger Wiederholungen wird auf eine wiederholende Beschreibung gleicher Bezugszeichen zu unterschiedlichen Figuren verzichtet, wo dies ohne Einschränkung der Verständlichkeit möglich erscheint.

BEGRIFFE UND DEFINITIONEN

[0070] Bei einer lokalen Gruppe von Leuchten (Schwarm) wird mittels des Schwarmprotokolls die Weitergabe des Infrarotsignals mit einem Steuerbefehl über die Anzahl der Leuchten, die Knoten des Maschennetzwerks entsprechen, die das Infrarotsignal weitergeben, begrenzt.

[0071] Bevorzugt ist der Bus ein DALI Bus, insbesondere ein DALI-2 Bus, und der Steuerschaltkreis ist eine DALI oder DALI-2 Anwendungssteuerung (engl.: DALI-2 application controller). Die Abkürzung DALI bzw. 2 steht für "Digital Addressable Lighting Interface" bzw. "Digital Addressable Lighting Interface, 2nd edition". In diesem Fall ist die Beleuchtungsrichtung, insbesondere eine Leuchte, bevorzugt eine Vorrichtung, die den DALI-2 Industriestandard implementiert. Der DALI-2 Industriestandard ist ein Industriestandard, der die Richtlinie "IEC 62386, Ausgabe 2" der internationalen elektrotechnischen Kommission (engl.: International Electrotechnical Commission, abgekürzt IEC) implementiert. Die einzelnen Komponenten der Beleuchtungsrichtung, wie beispielsweise der Bus und der Steuerschaltkreis sind dann gleichfalls auf dem DALI-2 Industriestandard basierende Komponenten oder DALI-2 kompatible Komponenten.

[0072] Die Komponenten des Beleuchtungssystems, sowie die drahtlosen Signale können zum Beispiel den Anforderungen und Spezifikationen, insbesondere an Schnittstellen für Komponenten Vorrichtungen der Beleuchtungstechnik des Zhaga-Konsortiums entsprechen.

[0073] Die drahtlosen Signale sind für eine Freiraumausbildung über eine kurze Reichweite ausgelegte Signale. Insbesondere können die drahtlosen Signale sichtbares Licht, Ultraschall, und besonders bevorzugt, Infrarot für die Übertragung von Information nutzen. Die drahtlosen Signale können Körperschallsignale, zum Beispiel zu einer Übertragung über Leuchtenkörper, Trageseilen, Leuchtaufhängungen, Böden oder vergleichbare Elemente sein.

Beispiele für die drahtlosen Signale betreffen Signale proprietärer

[0074] Infrarotdatenübertragungen, zum Beispiel nach einem Protokoll der IrDA, Kommunikation mittels sichtbarem Licht (engl.: Visible Light Communication, abgekürzt: VLC), oder Funkwellen über kurze Reichweiten (engl. Wireless Personal Area Networks, abgekürzt WPAN), insbesondere nach den Standards IEEE 802.15, so zum Beispiel Bluetooth®, Bluetooth LE®.

[0075] Der Begriff "kurze Reichweite" bezeichnet eine Reichweite, die im Wesentlichen einem Abstand zwischen räumlich benachbart angeordneten Komponenten des Beleuchtungssystems entspricht. Damit ist die Reichweite der drahtlosen Signale deutlich geringer als die Abmessungen der gesamten, durch das Beleuchtungssystem abgedeckte Fläche, zum Beispiel eines Raums, einer Bauwerksebene, eines Stockwerks eines Gebäudes, eines gesamten Gebäudes, oder einer Gebäudegruppe. Der Begriff "kurze Reichweite" kann insbesondere auch eine direkte Sichtverbindung (engl. Line-Of-Sight, abgekürzt LOS) zwischen räumlich benachbart angeordneten Komponenten des Beleuchtungssystems umfassen.

[0076] Bussignale können beispielsweise Steuerbefehle für Aktoren, zum Beispiel Leuchten, oder Datenpakete umfassen. Datenpakete können insbesondere Sensordaten enthalten. Sensordaten können durch einen Sensor, zum Beispiel durch einen Präsenzsensordaten oder eine Nutzerschnittstelle bereitgestellt werden. Insbesondere kann der Sensor ein Präsenzsensordaten oder ein Bewegungssensordaten sein. Die Nutzerschnittstelle kann zum Beispiel einen mechanischen Schalter, insbesondere einen Taster einen EIN/AUS-Schalter, einen Schiebeschalter, einen Drehschalter, einen Schalter mit einer Mehrzahl von Schaltstellungen oder eine andere Bauform eines analogen oder eines digitalen Eingabegeräts umfassen. Die Nutzerschnittstelle kann einen berührungsempfindlichen Bildschirm oder Mikrofon in Verbindung mit einer Spracherkennung als Audioeingabegerät umfassen.

[0077] Sensoren können Präsenzsensoren, Bewegungsmelder, Temperatursensoren, Umgebungslichtsensoren, Feuchtigkeitssensoren, und/oder Gassensoren sein. Der Begriff Sensoren bezeichnet jede Einrichtung, die einen Wert für eine physikalische Größe, insbesondere für eine Umgebungsgröße des Sensors ermittelt und in einem Parameter eines elektrischen Signals ausgibt.

[0078] Fig. 1A bis 1D geben eine schematische Übersicht über verschiedene Anwendungsszenarien einer Schwarmsteuerung für Leuchten 2 eines Beleuchtungssystems 1.

[0079] Die Leuchte 2 wird mit Bezug zu Fig. 4 mit ihren Komponenten näher erläutert.

[0080] Mittels einer Schwarmsteuerung-Technologie werden Beleuchtungsvorrichtungen (im Folgenden auch: Leuchten 2) eines Beleuchtungssystems 1 untereinander zu einem Schwarm konfiguriert, ohne dass eine zusätzliche zentrale Steuerungssoftware erforderlich wäre. Mittels einer Kommunikation der Leuchten 2 untereinander, beispielsweise mittels Funksignale kurze Reichweite, bietet das Beleuchtungssystem 1 mit Schwarmsteuerung-Technologie zum Beispiel zusätzliche Funktionen, die eine signifikante Verbesserung des Nutzererlebnisses mit einer höheren Energieeffizienz verbinden.

[0081] Eine mittels Schwarmsteuerung implementier-

te Korridorfunktion ermöglicht, dass das Licht der Leuchten 2 des Beleuchtungssystems 1 den Nutzer auf seinem Weg durch einen Raum, über einen Korridor oder durch das Gebäude begleitet. Auf der Grundlage der Signale integrierter Bewegungsmelder in den einzelnen Leuchten 2 dimmen die Leuchten 2 nach und nach dort hin zu höheren Dimm-Werten, wo sich der Nutzer gerade bewegt und sorgen so für eine gute Orientierung und sichere Fortbewegung des Nutzers.

[0082] Die mittels Schwarmsteuerung implementierte Anwesenheitsfunktion hingegen gewährleistet ideale Lichtverhältnisse am Arbeitsplatz, der beispielsweise bis zu 500 Lux mittlere Beleuchtungsstärke erfordern kann, wo der Nutzer sich gemäß einem Signal des integrierten Bewegungsmelders der Leuchte 2 als Arbeitsplatzleuchte gerade aufhält, wobei die zu der Arbeitsplatzleuchte benachbarten Leuchten 2 je nach ermittelten Tages- und Kunstlicht eine Lichtwolke erzeugen, die für eine für den Nutzer angenehme Raumatmosphäre sorgt. Unverändert davon lässt sich die Lichtmenge am Arbeitsplatz jedoch jederzeit auch individuell an die Bedürfnisse des Nutzers anpassen.

[0083] Die Schwarmsteuerung ermöglicht es, auf eine Dauerbeleuchtung mit maximaler Lichtstärke zu verzichten, und mittels einer Grundlichtfunktion einen Ausgleich zwischen den Bedürfnissen des Nutzers nach Licht und einem energieeffizienten Betrieb des Beleuchtungssystems 1 zu schaffen, womit die Betriebskosten nachhaltig gesenkt werden. Das Beleuchtungssystem mit einer Schwarmsteuerung bringt Licht lokal dort zum Einsatz, wo es seitens des Nutzers gerade gebraucht wird. Die Schwarmsteuerung vermeidet unerwünschte Hell-Dunkel-Zonen. Die einzelnen Leuchten 2 verfügen über eine Sensorik für eine Tageslichtregelung und die Präsenzerfassung. Ferner verfügen die Leuchten 2 über ein Nahbereichs-Kommunikationsmittel, so dass benachbarte Leuchten 2 untereinander kommunizieren können und damit ohne eine zentrale Lichtsteuerung funktional einen Schwarm von Leuchten 2, beispielsweise für die Implementierung einer Korridorfunktion oder Anwesenheitsfunktion, bilden können.

[0084] Fig. 1A und 1B illustrieren dabei eine konventionelle Steuerung des Beleuchtungssystems 1 unter Nutzung eines Algorithmus zur Schwarmsteuerung der Leuchten 2 des Beleuchtungssystems 1.

[0085] Gezeigt wird schematisch ein Ausschnitt des Beleuchtungssystems 1 mit fünf Leuchten 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5. Jeweils zwei räumlich benachbarte Leuchten 2.x, $x \in \{1, \dots, 5\}$ sind dabei in einer Reichweite ihrer drahtlosen Sende-/Empfangsvorrichtungen angeordnet, die im schematisch dargestellten Fall zwischen 5 m und 10 m beträgt. So kann zum Beispiel die Leuchte 2.3 mittels drahtloser Signale die benachbarten Leuchten 2.2. und 2.4 erreichen. Die Leuchten 2.1 und 2.5 sind hingegen außer Reichweite der drahtlosen Sende-/Empfangsvorrichtung der Leuchte 2.3. Die Leuchte 2.3 kann damit drahtlose Signale direkt an die unmittelbar benachbarten Leuchten 2.2. und 2.4 senden. Die Leuchten 2.1 und 2.5

sind mittels der drahtlosen Sende-/Empfangsvorrichtungen der Leuchten 2.2 und 2.4 lediglich indirekt erreichbar. Die drahtlose Sende-/Empfangsvorrichtung der Leuchte 2.3 kann drahtlose Signale der Leuchte 2.2 als Kommunikationsrelais an die Leuchte 2.1 weiterleiten. Die drahtlose Sende-/Empfangsvorrichtung der Leuchte 2.4 kann drahtlose Signale der Leuchte 2.3 als Kommunikationsrelais an die Leuchte 2.5 weiterleiten.

[0086] Die Darstellung von fünf Leuchten 2, 2.x dient lediglich der Illustration. Das Beleuchtungssystem 1 kann - und wird bevorzugt - eine Vielzahl von Leuchten 2.x, $x \in \{1, \dots, N\}$, mit ganzzahligem $N > 5$ umfassen. Die Leuchten 2.x können Leuchten 2 unterschiedlicher Leuchtentypen umfassen. Zum Beispiel können in einer Büroumgebung mobile Stehleuchten, deckenmontierte Leuchten, Arbeitsplatzleuchten, wandmontierte Leuchten jeweils unterschiedlicher Typen Teil des Beleuchtungssystems 1 sein.

[0087] Jede der Leuchten 2.x verfügt über einen in den Figuren 1A bis 1D nicht zeichnerisch dargestellten Präsenzsensord. Der Präsenzsensord erfasst die Anwesenheit einer Person innerhalb eines Erfassungsbereichs des Präsenzsensors. Der Erfassungsbereich umfasst einen räumlichen Bereich unmittelbar unterhalb der Leuchte und ist sich in der Regel in horizontaler Ebene begrenzt, zum Beispiel auf wenige Meter. Der Präsenzsensord erfasst eine Person und meldet die Erfassung als Ereignis ("Erfassungsereignis") an die Leuchte 2.x. Der Präsenzsensord kann die Erfassung als Ereignis über einen Leuchtenbus 4, zum Beispiel an eine Steuereinheit 21, der Leuchte 2.x übermitteln.

[0088] Die Leuchten 2.x verfügen jeweils über zumindest über ein Lichtmodul für direkte Beleuchtung, zum Beispiel eine Arbeitsplatzbeleuchtung, und über zumindest über ein Lichtmodul für indirekte Beleuchtung, zum Beispiel ausgelegt für eine Lichtabgabe an die Decke eines Raums. Beide Lichtmodule können in einem Bereich von 0 % ("Licht aus") bis 100 % (maximale abgebbare Lichtstärke) dimmbar ausgelegt sein.

[0089] Die Leuchten 2.x können dafür ausgelegt sein, einen Abstand zwischen den Leuchten zu ermitteln. Für die Ermittlung eines Abstands zwischen den Leuchten kann zum Beispiel mittels einer Ultraschallsenders und Laufzeitmessung zur Ermittlung des Abstands für Ultraschallsignale erfolgen. Alternativ können Laufzeitunterschiede zwischen Ultraschallsignalen und Funksignalen für die Ermittlung des Abstands zwischen Leuchten genutzt werden.

[0090] In einer weiteren Ausführung werden die Infrarotsender und Infrarotempfänger in den Leuchten 2.x dazu genutzt, die Entfernung zwischen Leuchten 2.x mittels der Anzahl der Sende-Empfangsvorgänge der zwischen einer Leuchte 2.x als ursprünglicher Signalquelle, den zwischengeschalteten Leuchten 2.x als Relais, und der empfangenden Leuchte 2.x. Die Offenlegungsschrift der europäischen Patentanmeldung EP 3 843 507 A1 offenbart in Fig. 4 und den zugeordneten Absätzen [0174] bis [0199] ein entsprechendes Verfahren, das eine Anzahl

der Signalrelais in einem Parameter c als Maß für den Abstand zwischen Leuchten 2.x zur Steuerung in einem Schwarmprotokoll nutzt.

[0091] Fig. 1A zeigt eine Implementierung einer Lichtinselfunktion mittels der Schwarmsteuerung.

[0092] Die drahtlose Sende-/Empfangsvorrichtung kann beispielsweise ein Kommunikationsmodul 3 umfassen. Das Kommunikationsmodul 3 wird mit Bezug zu Fig. 5 mit seinen Komponenten näher erläutert. Das Kommunikationsmodul 3 ist für drahtlose Kommunikation über kurze Reichweiten eingerichtet, insbesondere für eine Kommunikation mittels elektromagnetischer Wellen im infraroten Wellenlängenbereich. Kommunikation im Infrarotbereich erfolgt über quasioptische Wellenausbreitung. Elektromagnetische Wellen im infraroten Wellenlängenbereich werden an festen Körpern, zum Beispiel Decken, Wänden und Möbeln reflektiert.

[0093] Ferner ist eine Fernsteuerung 5 gezeigt, die gleichfalls eine drahtlose Sende-/Empfangsvorrichtung aufweist, deren Reichweite eine Kommunikation mittels drahtloser Signale mit der Leuchte 2.5 ermöglicht. Die Leuchten 2.1 bis 2.4 sind hingegen nicht in der Reichweite der drahtlosen Signale der Sende-/Empfangsvorrichtung der Fernsteuerung 5.

[0094] Die Fernsteuerung 5 ist lediglich ein Beispiel für eine Eingabevorrichtung.

[0095] Die Fernsteuerung 5 kann alternativ zu der drahtlosen Sende-/Empfangsvorrichtung mittels einer anderen drahtlosen oder drahtgebundenen Kommunikationsverbindung zu der Leuchte 2.5 Steuersignale senden und empfangen. Die in den Figuren 1A bis 1D dargestellte Fernsteuerung 5 kann alternativ oder zusätzlich über einen Leuchtenbus 4 mit der Leuchte 2.5 kommunizieren.

[0096] Die Gruppe der Leuchten 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5 entspricht dabei dem gesteuerten Schwarm.

[0097] Der Präsenzsensord der Leuchte 2.3 erfasst eine Person an einem Arbeitsplatz in der Umgebung der Leuchte 2.3 sitzend.

[0098] Die gepunktete Verteilung gibt dabei ein Maß für die jeweilige Lichtintensität einer Leuchte 2.x in Abhängigkeit vom jeweiligen Abstand zu der Leuchte 2.x wieder. Für jede Leuchte 2.x ist dabei angegeben, ob die Leuchte 2.x direktes /oder indirektes Licht abgibt. Ferner wird ein Maß für die gesamte Beleuchtungsintensität durch die Leuchte 2.x angegeben, das in Fig. 1A für die Leuchte 2.3 am Arbeitsplatz einer entdeckten Person 500 Lux für direktes und indirektes Licht beträgt. Die Leuchten 2.2 und 2.4 geben eine Beleuchtungsstärke durch einen Dimmwert (Dimmlevel) von 70 %, ausschließlich indirektes Licht ab. Die Leuchten 2.1 und 2.5 geben eine Beleuchtungsstärke durch einen Dimmwert (Dimmlevel) von 30 %, ausschließlich indirektes Licht ab.

[0099] Im Folgenden wird eine einfache Implementierung einer Schwarmsteuerung für das Beleuchtungssystem 1 diskutiert.

[0100] Das Szenario nach Fig. 1A zeigt daher das wesentliche Kennzeichen einer Lichtsteuerung mittels ei-

nes Schwarmprotokolls, indem die einzelnen Leuchten 2.x des Beleuchtungssystems 1 mit unterschiedlichen Beleuchtungsparametern individuell angesteuert werden. Dies gilt ebenso für eine mittels Schwarmprotokoll implementierte Korridorfunktion.

[0101] Fig. 1B zeigt eine Implementierung der Korridorfunktion mittels der Schwarmsteuerung für das Beleuchtungssystem 1.

[0102] Die Gruppe der Leuchten 2.2, 2.3, 2.4 entspricht dabei dem gesteuerten Schwarm.

[0103] Der Präsenzsensord der Leuchte 2.3 erfasst eine Person, die sich in der Umgebung der Leuchte 2.3 bewegt. Mittels des mit Bezug zu Fig. 1A gezeigten Schwarmprotokolls stellen abgesehen von der Leuchte 2.3 die Leuchten 2.2 und 2.4 eine Beleuchtungsstärke 200 Lux mit einer ausschließlich indirekten Lichtabgabe ein. Die Leuchten 2.1 und 2.5, die jeweils ein Relais ($c=1$) entfernt von der Leuchte 2.3 sind, geben kein Licht ab ("AUS").

[0104] Die Figuren 1C und 1D geben schematisch die Implementierung globaler Steuerbefehle für das Beleuchtungssystem 1 wieder. Dabei ist der entsprechende Ausschnitt des Beleuchtungssystems 1, der in den Figuren 1A und 1B dargestellt ist, auch in Figuren 1C und 1D dargestellt. Der dargestellte Ausschnitt des Beleuchtungssystems 1 zeigt die fünf Leuchten 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5. Jeweils zwei räumlich benachbarte Leuchten 2.x, $x \in \{1, \dots, 5\}$ sind dabei in einer Reichweite ihrer drahtlosen Sende-/Empfangsvorrichtungen angeordnet.

[0105] Fig. 1C zeigt eine Implementierung einer globalen AUS-Funktion mittels der erweiterten Schwarmsteuerung. In diesem Szenario sind alle Lichtmodule der Leuchten 2.x des Beleuchtungssystems 1 auf AUS geschaltet, geben kein Licht ab, der Dimmwert beträgt für alle Leuchten 2.x einheitlich 0 %.

[0106] Fig. 1D zeigt eine Implementierung einer globalen EIN-Funktion mittels der erweiterten Schwarmsteuerung. In diesem Szenario geben alle Leuchten 2.x des Beleuchtungssystems 1 direktes und indirektes Licht mit 500 Lux und einem Dimmwert 100 % ab.

[0107] Sowohl Fig. 1C als auch Fig. 1D illustrieren, dass mittels der erweiterten Schwarmsteuerung und einem lediglich lokal im Bereich der Leuchte 2.5 angeordnete Fernbedienung 5, ein globaler Steuerbefehl mit Wirkung für alle Leuchten 2.x des Beleuchtungssystems 1 gegeben und an alle Leuchten zur Ausführung der entsprechenden Steuerung gegeben und übermittelt werden kann, ohne dass eine zusätzliche zentrale Lichtsteuerung für das Beleuchtungssystem 1 vorhanden sein muss.

[0108] Der globale Steuerbefehl hat nach seiner Übermittlung an die Leuchten 2.x und seine entsprechende Verarbeitung in den einzelnen Leuchten 2.x eine einheitliche Wirkung für alle Leuchten 2.x.

[0109] Globale Steuerbefehle können die folgenden Funktionen des Beleuchtungssystems 1 steuern:

- zentrales Einschalten, zentrales Ausschalten aller

Leuchten 2 in einem Raum,

- zentraler Wechsel zwischen Betriebsmodi der (aller) Leuchten 2 in dem Raum,
- Aktivieren, Deaktivieren eines tageslichtabhängigen Dimmwerts oder Dimmlevels der Leuchten 2 in dem Raum
- zentrales Einstellen einer korrelierten Farbtemperatur der Leuchten 2 in dem Raum (engl.: Correlated Color Temperature - abgekürzt: CCT),
- zentrale Steuerung einer Helligkeit, Sättigung und Farbtönen der Leuchten 2 in dem Raum (engl.: Hue Chroma Luminance - abgekürzt: HCL),
- Synchronisieren der Zeit der Leuchten 2.

[0110] Die Aufzählung globaler Steuerbefehle im Rahmen eines Beleuchtungssystems zeigt lediglich bestimmte konkrete Beispiele und ist nicht abschließend. Die Beschreibung der Ausführungsbeispiele nutzt die globale EIN-Funktion oder die globale AUS-Funktion für alle Leuchten 2, 2.x des Beleuchtungssystems 1 als ein repräsentatives Beispiel für einen globalen Steuerbefehl.

[0111] Fig. 2 gibt ein vereinfachtes Ablaufdiagramm des Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung wieder.

[0112] Zunächst wird ein Bussignal auf dem Leuchtenbus 4 empfangen. Anschließend wird in Schritt S2 geprüft, ob das empfangene Bussignal einen globalen Steuerbefehl umfasst oder einen globalen Steuerbefehl betrifft. Ein globaler Steuerbefehl ist ein Steuerbefehl der alle Beleuchtungsvorrichtungen 2 des Beleuchtungssystems 1 betrifft.

[0113] Wird in Schritt S2 festgestellt, dass das empfangene Bussignal keinen globalen Steuerbefehl betrifft oder keinen globalen Steuerbefehl umfasst ("NEIN"), so wird das Verfahren mit den Schritten S5 und S6 der konventionellen Schwarmsteuerung fortgesetzt.

[0114] Wird hingegen in Schritt S2 festgestellt, dass das empfangene Bussignal einen globalen Steuerbefehl umfasst oder einen globalen Steuerbefehl betrifft, so wird das Verfahren mit den Schritten S3 und S4 fortgesetzt.

[0115] In Schritt S3 wird das empfangene Bussignal in den zugeordneten globalen Steuerbefehl umgesetzt.

[0116] In Schritt S4 wird anschließend an Schritt S3 das drahtlose Signal mit dem globalen Steuerbefehl gesendet.

[0117] Wird in Schritt S2 festgestellt, dass das empfangene Bussignal keinen globalen Steuerbefehl betrifft, so wird anschließend in Schritt S5 das empfangene Bussignal in ein zugeordnetes drahtloses Signal als Schwarmsteuersignal umgesetzt.

[0118] Anschließend wird das zugeordnete drahtlose Signal als Schwarmsteuersignal durch das Kommunikationsmodul 3 gesendet.

[0119] Fig. 3 zeigt ein vereinfachtes Blockschaltbild eines Tastenmoduls 40 für ein Beleuchtungssystem 1.

[0120] Das Tastenmodul 40 ist eine spezifische Ausführungsform, die ein erfindungsgemäßes Kommunikationsmodul 3 umfasst. Das Kommunikationsmodul 3 wird

nachfolgend mit Bezug zu Figur 5 näher beschrieben. Das Kommunikationsmodul 3 umfasst ein Busschnittstelle 33, die eine Steuereinheit 34 des Kommunikationsmodul 3 mit einem internen Bus 42 des Tastmoduls 40. Das Kommunikationsmodul 3 weist ferner ein drahtloses Sende-/Empfangsmodul (Transceiver) 31, 32 auf. Das drahtlose Sende-/Empfangsmodul 31, 32 ist eingerichtet, drahtlose Signale in die Umgebung des Tastenmoduls 40 zu senden und drahtlose Signale aus der Umgebung des Tastenmoduls 40 zu empfangen.

[0121] Das Tastenmodul 40 kann einen optionalen Steuerschaltkreis 41 aufweisen. Der optionale Steuerschaltkreis 41 umfasst eine Anwendungssteuerung und ist über den Bus 42, der insbesondere als ein Bus 4 in Form eines DALI-Busses oder DALI-2-Busses ausgebildet sein kann, mit übrigen Komponenten des Tastenmoduls 40 verbunden. Insbesondere verbindet der Bus 42 die Busschnittstelle 33 des Kommunikationsmoduls 3, Steuerschaltkreis 41 und einen Tastenkoppler 47 (englisch: Push-Button-Coupler, abgekürzt: PB-Coupler).

[0122] Das Tastenmodul 40 weist ferner eine Stromversorgung 48 und eine Bus-Stromversorgung 49 auf.

[0123] Der Tastenkoppler 47 erfasst die Taster-Eingangssignale von einer oder mehreren Tastern 43, 44, 45, 46 und erzeugt auf Basis der Taster-Eingangssignale entsprechende Bussignale und gibt diese auf dem Bus 42 aus.

[0124] Das Tastenmodul 40 nach Figur 3 weist ferner eine Stromversorgung 48 auf, die einen externen Netzanschluss für die Versorgung mittels einer Netzwechselspannung über die Netzinstallation des Gebäudes bereitstellt. Die Stromversorgung 48 erzeugt aus der Netzwechselspannung eine oder mehrere Gleichspannungen DC zur Versorgung der einzelnen Komponenten des Tastenmoduls 40. insbesondere stellt die Stromversorgung 48 auch eine Spannungsversorgung für eine Busstromversorgung 49 für den Bus 42 bereit.

[0125] Fig. 4 stellt ein vereinfachtes Blockschaltbild einer Leuchte 2 für ein Beleuchtungssystem 1 dar.

[0126] Die Leuchte 2 entspricht einer Beleuchtungsvorrichtung und einer weiteren Beleuchtungsvorrichtung.

[0127] Die Leuchte 2 umfasst zumindest ein Kommunikationsmodul 3, einen Bus 4 (Leuchten-Bus 4) und einen Steuerschaltkreis 21. Die Leuchte 2 kann zumindest einen Treiberschaltkreis und zumindest ein dem Treiberschaltkreis zugeordnetes Lichtmodul umfassen. Das Lichtmodul umfasst zumindest ein Leuchtmittel, bevorzugt ein Leuchtmittel, das eine oder mehrere Leuchtdioden (LEDs) für eine gerichtete und gesteuerte Lichtabgabe in die Umgebung der Leuchte 2 aufweist.

[0128] Der erste Treiberschaltkreis 24 in Fig. 4 kann über das erste Lichtmodul 25 beispielsweise eine direkte Beleuchtung, insbesondere eine direkte Beleuchtung eines Arbeitsplatzes, bereitstellen. Der zweite Treiberschaltkreis 26 nach Figur 4 kann über das zweite Lichtmodul 27 eine indirekte Beleuchtung, beispielsweise eine indirekte Beleuchtung durch Lichtabgabe an eine De-

cke eines Raumes, bereitstellen.

[0129] Ferner zeigt Fig. 4 zwei Eingabevorrichtungen, die Signale an den Bus 4 ausgeben. Eine erste Eingabevorrichtung in Fig. 4 kann ein erster Sensor 28 sein der einen Umgebungsparameter der Leuchte 2 misst und ein Sensorsignal auf der Grundlage des gemessenen Umgebungsparameters direkt auf den Leuchten-Bus 4 ausgibt. Der erste Sensor 28 ist dafür ausgelegt, das erste Sensorsignal entsprechend dem auf dem Leuchten-Bus 4 verwendeten Kommunikationsprotokoll direkt auszugeben.

[0130] Die zweite Eingabevorrichtung in Fig. 4 ist ein zweiter Sensor 29, der einen weiteren Umgebungsparameter der Leuchte 2 überwacht und ein zweites Sensorsignal auf der Grundlage des gemessenen weiteren Umgebungsparameters über eine Schnittstelle 30 auf den Leuchten-Bus 4 ausgibt. Die Schnittstelle 30 ist dafür ausgelegt, das durch den zweiten Sensor 29 erzeugte zweite Sensorsignal in ein Bussignal entsprechend dem Kommunikationsprotokoll des Leuchten-Busses 4 umzusetzen.

[0131] Der erste Sensor 28 und der zweite Sensor 29 können beispielsweise Umgebungslichtsensoren, Präsenzsensoren, Bewegungssensoren und oder Temperatursensoren umfassen.

[0132] Die Leuchte 2 nach Figur 4 weist ferner eine Stromversorgung 22 auf, die einen externen Netzanschluss für die Versorgung mittels einer Netzwechselspannung über die Netzinstallation des Gebäudes bereitstellt. Die Stromversorgung 22 erzeugt aus der Netzwechselspannung eine oder mehrere Gleichspannungen DC zur Versorgung der einzelnen Komponenten der Leuchte 2. insbesondere stellt die Stromversorgung 22 auch eine Busstromversorgung 23 für den Leuchten-Bus 4 bereit. Die Stromversorgung 22 kann, entgegen der Darstellung in Fig. 4 zusätzlich auch eine Speicherkomponente für elektrische Energie, eine der Speicherkomponente zugeordnete Ladevorrichtung gespeist aus der Netzwechselspannung, und entsprechende Umschaltmittel aufweisen, um eine netzunabhängige Stromversorgung, insbesondere eine netzunabhängige Notstromversorgung bei Ausfall der Netzwechselspannung, bereitzustellen.

[0133] Die Leuchte 2 ist bevorzugt eine Leuchte mit einem Leuchten-Bus 4 nach dem DALI-2-Standard. In diesem Fall ist der Leuchten-Bus 4 und die Komponenten der Leuchte 2, die mit dem Leuchten-Bus 4 elektrisch verbunden sind DALI-2 Komponenten oder DALI-2-kompatible Komponenten. Der mit dem Leuchten-Bus 4 elektrisch verbundene Steuerschaltkreis 21 umfasst dann insbesondere eine Anwendungssteuerung entsprechend dem DALI-2-Standard (engl. application controller).

[0134] Der Leuchten-Bus 4 kann ein drahtgebundener Bus sein, der zumindest eine insbesondere aber 2 Busleitungen aufweist. Der Leuchten-Bus 4 erlaubt eine drahtgebundene Kommunikation zwischen den Komponenten der Leuchte 2, die mit dem Leuchten-Bus 4 elek-

trisch verbunden sind.

[0135] Der Leuchten-Bus 4 kann dafür ausgelegt sein, die mit dem Leuchten-Bus 4 verbundenen Komponenten der Leuchte 2 mit elektrischer Energie zu versorgen.

[0136] Die Leuchte 2 nach Fig. 4 zeigt ferner ein Funkmodul 20, das dafür ausgelegt ist, Funksignale aus der Umgebung der Leuchte 2 zu empfangen und basierend auf den empfangenen externen Funksignalen Bussignale auf den Leuchten-Bus 4 auszugeben. Ferner ist das Funkmodul 20 dafür ausgelegt, Bussignale über den Leuchten-Bus 4 zu empfangen und, basierend auf den empfangenen Bussignalen Funksignale in die Umgebung der Leuchte 2 abzugeben.

[0137] Das Funkmodul 20 kann nach einem oder mehreren verschiedenen Funkstandards Funksignale empfangen und senden. Insbesondere besondere kann das Funkmodul 20 Funkkommunikation nach WLAN-Funkstandards, wie Wifi (IEEE 802.11), WPAN und/oder Bluetooth (IEEE 802.15) durchführen. Das Funkmodul 20 ermöglicht eine Verbindung mit einer externen Steuervorrichtung, zum Beispiel einer Kommissionierungsvorrichtung, einem Smartphone, mobilen Computer oder Tablet-Computer, auf dem entsprechende Konfigurations- oder Steuersoftware für die Leuchte 2 läuft.

[0138] Das Kommunikationsmodul 3 entspricht dem Kommunikationsmodul 3 das nachfolgend mit Bezug zu Fig. 5 näher beschrieben wird. Insbesondere umfasst das Kommunikationsmodul 3 ein Sende-/Empfangsmodul, eine Busschnittstelle 33, sowie eine Steuereinheit 34, die eine Schwarmsteuerung der Leuchte 2 zusammen mit weiteren Leuchten 2 des Beleuchtungssystems 1 ermöglicht.

[0139] Der Steuerschaltkreis 21 ist für die Steuerung der Leuchte 2 über den Leuchten-Bus 4 ausgelegt. Insbesondere steuert der Steuerschaltkreis 21 die Lichtabgabe der Leuchte 2 mittels Ansteuerung des ersten Treiberschaltkreises 24 und des zweiten Treiberschaltkreises 26 über den Leuchten-Bus 4 durch geeignete Bussignale. Der Steuerschaltkreis 21 umfasst oder entspricht einem Prozessor, Mikroprozessor, Mikrokontroller, anwendungsspezifischem Schaltkreis (ASIC) oder einer Kombination der genannten Elemente. Der Steuerschaltkreis 21 ist dafür ausgelegt, Bussignale auf dem Leuchten-Bus 4 von anderen mit dem Leuchten-Bus 4 elektrisch verbundenen Komponenten der Leuchte 2 zu empfangen. Ferner ist der Steuerschaltkreis 21 dafür ausgelegt, Bussignale auf dem Leuchten-Bus 4 zu anderen Komponenten der Leuchte 2, die mit dem Leuchten-Bus 4 elektrisch verbunden sind, zu senden.

[0140] Bussignale auf dem Leuchten-Bus 4 können Steuersignale, insbesondere Steuersignale die Steuerbefehle umfassen, Datensignale, zum Beispiel Sensordaten ermittelt durch zumindest einen der Sensoren 28, 29 und/oder Statussignale der einzelnen Komponenten der Leuchte 2 umfassen.

[0141] Insbesondere kann der Steuerschaltkreis 21 dafür ausgelegt sein, die Lichtabgabe der Leuchte 2 auf der Basis von empfangenen Bussignalen auf dem Leuch-

ten-Bus 4 mittels auf den Leuchten-Bus 4 gegebene Steuersignale zu steuern.

[0142] Der Steuerschaltkreis 21 kann insbesondere auch ausgelegt sein, den Leuchten-Bus 4 zu überwachen, Bussignale auf dem Leuchten-Bus 4 zu empfangen, zu verarbeiten, zu interpretieren, und entsprechende Bussignale basierend auf den verarbeiteten empfangenen Bussignalen zu erzeugen und auf den Leuchten-Bus 4 auszugeben. Insbesondere kann der Steuerschaltkreis 21 auch Bussignale mit Steuerbefehlen über den Leuchten-Bus 4 an das Kommunikationsmodul 3 übermitteln. So kann der Steuerschaltkreis 21 zum Beispiel über den Leuchten-Bus 4 Bussignale der Sensoren 28, 29, und insbesondere auch Bussignale des Funkmoduls 20 empfangen, verarbeiten, interpretieren und entsprechende Bussignale basierend auf den verarbeiteten empfangenen Bussignalen erzeugen und über den Leuchten-Bus 4 an das Kommunikationsmodul 3 ausgeben.

[0143] Der Steuerschaltkreis 21 kann insbesondere auch ausgelegt sein, eine Ausgabe von drahtlosen Signalen durch das Kommunikationsmodul 3 zu steuern, und insbesondere auch Steuerbefehle an das Kommunikationsmodul 3 über den Leuchten-Bus 4 zur Ausgabe mittels der drahtlosen Signale durch das Kommunikationsmodul 3 bereitzustellen.

[0144] Das Kommunikationsmodul 3 kann dafür ausgelegt sein, mittels der Busschnittstelle 33 Bussignale auf dem Leuchten-Bus 4 zu empfangen, empfangene Bus Bussignale zu verarbeiten, zu interpretieren und auf Basis der verarbeiteten, empfangenen Bussignale drahtlose Signale zu erzeugen und nach extern zu anderen Vorrichtungen des Beleuchtungssystems 1 innerhalb der Reichweite des Kommunikationsmodul 3 auszugeben. In dieser Ausführungsform ist es nicht unbedingt erforderlich, dass der Steuerschaltkreis 21 über den Leuchten-Bus 4 ein Steuersignal an das Kommunikationsmodul 3 übermittelt, um einen senden der drahtlosen Signale durch das Kommunikationsmodul 3 auszulösen. In diesem Fall ist insbesondere die Steuereinheit 34 des Steuermoduls 3 dafür ausgelegt, den Leuchten-Bus 4 der Leuchte 2 zu überwachen, Bus Bussignale zu empfangen, zu verarbeiten, zu interpretieren und, ohne durch ein Steuersignale des Steuerschaltkreis 21, auf der Basis des verarbeiteten Bussignals eine Sendeeinheit 31 des Steuermoduls 3 anzusteuern um ein drahtloses Signal entsprechend den verarbeiteten Bussignale zu anderen Komponenten des Beleuchtungssystems 1 innerhalb der Reichweite des Steuermoduls 3 zu senden.

[0145] Wie bereits in Figur 1 angedeutet, kann der Steuerschaltkreis 21 dafür ausgelegt sein, mit externen mobilen Endgeräten wie beispielsweise Smartphones über das Funkmodul 20 und den Leuchten-Bus 4 zu kommunizieren. Insbesondere kann der Steuerschaltkreis 21 Informationen wie beispielsweise Steuerbefehle und/oder Daten von den externen mobilen Endgeräten, wie zum Beispiel Mobiltelefonen, empfangen. Damit ist es möglich, dass zum Beispiel ein Nutzer über ein ent-

sprechendes Anwendungsprogramm auf seinem mobilen Endgerät einen gewünschten Dimm-Wert für das durch die Leuchte 2 abgegebene Licht einstellt, oder auch einen globalen Steuerbefehl zum Einschalten oder Ausschalten aller Beleuchtungsvorrichtungen des Beleuchtungssystems 1 eingibt. Der eingegebene Dimm-Wert, der globale Einschaltbefehl, oder der globale Ausschaltbefehl wird über die Funkverbindung von dem mobilen Endgerät zu dem Funkmodul 20 der Leuchte 2, und anschließend über den Leuchten-Bus 4 zu dem Steuer-

[0146] Der Steuerschaltkreis 21 kann den ersten Treiberschaltkreis 24 und den zweiten Treiberschaltkreis 26 auf der Grundlage von empfangenen Bussignalen auf dem Leuchten-Bus 4 steuern, wobei die empfangenen Bussignale vom ersten Sensor 28, vom zweiten Sensor 29 über die Schnittstelle 30, von extern über das Kommunikationsmodul 3, und/oder von extern über das Funk-

[0147] Der erste Treiberschaltkreis 24 und der zweite Treiberschaltkreis 26 sind dafür ausgelegt, auf der Basis von über den Leuchten-Bus 4 empfangenen Steuersignalen des Steuerschaltkreises 21 den Laststrom für das erste Leuchtmodul 25 und das zweite Lichtmodul 27 zu erzeugen. Der erste Treiberschaltkreis 24 und der zweite Treiberschaltkreis 26 können jeweils zumindest einen elektrischen Treiberschaltkreis nach einer bekannten Schaltregler-Schaltungstopologie umfassen. Der erste Treiberschaltkreis 24 und der zweite Treiberschaltkreis 26 weisen jeweils bevorzugt einen die DC/DC-Konverter auf, der eine eingangsseitig angelegte Gleichspannung (Busspannung) mittels eines aktiv geschalteten Schalters, beispielsweise eines Transistors, und zumindest einem elektrischen Speicherelement, zum Beispiel einer Spule oder Transformator, in den ausgangsseitigen Laststrom wandelt. Der Steuerschaltkreis 21 kann ein Steuersignal über den Leuchten-Bus 4 bereitstellen, auf dessen Basis jeweils die Ansteuersignale für den Schalter des ersten Treiberschaltkreises 24 und des zweiten Treiberschaltkreises 26 erzeugt werden können.

[0148] Das erste Lichtmodul 25 und das zweite Lichtmodul 27 können jeweils eine oder mehrere LEDs umfassen, zum Beispiel organische LEDs, oder anorganische LEDs, die elektrisch parallel oder in Serie geschaltet sind. Das erste Lichtmodul 25 und das zweite Lichtmodul 27 können alternativ oder zusätzlich auch andere lichtabgebenden Elemente, zum Beispiel Gasentladungslampen, aufweisen. Die Anzahl der Leuchtmittel und/oder die Typen der Leuchtmittel des ersten Lichtmoduls 25 und des zweiten Lichtmoduls 27 können gleich oder jeweils unterschiedlich sein.

[0149] Es ist besonders bevorzugt, wenn zumindest einer der Sensoren 28, 29 die Präsenz und/oder die Bewegung einer Person in einem Überwachungsbereich des Sensors 28, 29 in der Umgebung der Leuchte 2 ermittelt, Sensorsignale auf der Grundlage der Präsenz und/oder der Bewegung der Person in der Umgebung

der Leuchte 2 erzeugt und als Bussignale auf den Leuchten-Bus 4 aussendet.

[0150] Es ist bevorzugt, wenn zumindest einer der Sensoren 28, 29 eine Nutzerschnittstelle der Leuchte 2 bereitstellt. Die Nutzerschnittstelle kann dafür ausgelegt sein, Bussignale zu erzeugen und auf den Leuchten-Bus 4 auszugeben, die auf der Grundlage einer über die Nutzerschnittstelle eingegebenen Information erzeugt werden. Die Nutzerschnittstelle kann zum Beispiel einen oder mehrere Taster, einen berührungsempfindlichen Bildschirm, einen elektromechanischen Schalter, einem Drehregler, oder einer Kombination dieser Ein-/Ausgabeelemente aufweisen. Zum Beispiel kann der Sensor 29 eine Nutzerschnittstelle in Form eines oder mehrerer Taster aufweisen, die dafür ausgelegt ist, Bussignale auf den Leuchten-Bus 4 auszugeben, die anzeigen, ob ein Nutzer einen oder mehrere der Taster betätigt hat oder nicht betätigt hat, und somit, ob und welchen Steuerbefehl der Nutzer durch Drücken des einen oder der mehreren Taster gegeben hat.

[0151] Fig. 5 zeigt ein vereinfachtes Blockschaltbild eines Kommunikationsmoduls 3.

[0152] Das Kommunikationsmodul 3 umfasst eine Sendeeinheit 31, eine Empfangseinheit 32, sowie eine Busschnittstelle 33 zum Anschluss des Kommunikationsmoduls 3 an den Leuchten-Bus 4 (DALI-2-Bus 4), einer Steuereinheit 34, einem Datenspeicher 35, insbesondere ausgelegt als nichtflüchtiger Datenspeicher, sowie eine Stromversorgung 36.

[0153] Das Kommunikationsmodul 3 kann als modulares Element aufgebaut sein und trennbar mit der Leuchte 2, und insbesondere auch trennbar mit dem Leuchten-Bus 4 verbunden sein. Alternativ ist das Kommunikationsmodul 3 integriert, und insbesondere auch mit seinen einzelnen Komponenten verteilt angeordnet in der Leuchte 2 ausgebildet.

[0154] Die Stromversorgung 36 erhält eine externe Versorgungsspannung zugeführt und erzeugt die für die Komponenten des Kommunikationsmoduls 3 benötigten Versorgungsspannungen.

[0155] Die Sendeeinheit 31 ist dafür eingerichtet, mit drahtlose Signale (drahtlose Sendesignale) an Empfangseinheiten weiterer Leuchten 2 zu senden. Die Sendeeinheit 31 kann drahtlose Signale als Infrarotsignale, als Schallsignale, zum Beispiel Ultraschallsignale oder Infrarotschallsignale, als Körperschallsignale oder auch als Funksignale senden.

[0156] Funksignale können Signale nach einem gängigen Übertragungsstandard WPAN (IEEE 802.15), WLAN oder WiFi® (IEEE 802.11) sein.

[0157] Die Empfangseinheit 32 ist entsprechend zu der Sendeeinheit 31 dafür eingerichtet, drahtlose Signale (drahtlose Sendesignale), zum Beispiel von Sendeeinheiten weiterer Leuchten 2, oder Fernsteuerungen zu empfangen. Die Empfangseinheit 32 kann drahtlose Signale als Infrarotsignale, als Schallsignale, zum Beispiel Ultraschallsignale oder Infrarotschallsignale, als Körperschallsignale oder auch als Funksignale empfangen.

[0158] Funksignale können Signale nach einem gängigen Übertragungsstandard WPAN (IEEE 802.15) oder WLAN insbesondere WiFi® (IEEE 802.11) sein.

[0159] Die Sendeeinheit 31 und Empfangseinheit 32 sind bevorzugt ausgelegt, drahtlose Signale als Infrarotsignale zu senden und zu empfangen.

[0160] Die Sendeeinheit 31 kann zumindest eine Infrarot-LED für die Übertragung des drahtlosen Signals aufweisen.

[0161] Die Busschnittstelle 33 empfängt über den Leuchten-Bus 4 gesendete Steuerbefehle und gibt diese an die Steuereinheit 34 aus. Die Steuereinheit 34 ist ausgelegt, den Steuerbefehl gemäß einer in dem Datenspeicher 35 gespeicherten Umsetzungsvorschrift in das Steuersignal umzusetzen und an die Sendeeinheit 31 für eine Übertragung zu übermitteln.

[0162] Die Steuereinheit 34 kann als einen Mikroprozessor, einen Mikrokontroller, einen anwendungsspezifischen Schaltkreis (engl. Application Specific Integrated Circuit, abgekürzt ASIC) ausgebildet sein oder zumindest eine der genannten Komponenten umfassen.

[0163] Die Empfangseinheit 32 ist ausgebildet empfangene drahtlose Signale zu der Steuereinheit 34 zu übertragen. Der Steuerschaltkreis 34 ist dafür ausgebildet, drahtlose Signale (drahtlose Sendesignale) an die Sendeeinheit 31 auszugeben. Die drahtlosen Sendesignale können insbesondere auch Schwarmsteuerungsbefehle, also Steuerbefehle der Schwarmsteuerung, und/oder globale Steuerbefehle umfassen.

[0164] Die Steuereinheit 34 ist ausgebildet, empfangene drahtlose Signale in Bussignale umzusetzen und über die Busschnittstelle 33 auf den Leuchten-Bus 4 auszugeben. Das Kommunikationsmodul 33 kann somit als Eingabevorrichtung für die mit dem Kommunikationsmodul 3 über den Leuchten-Bus 4 verbundene Leuchte 2 agieren. Insbesondere ist die Steuereinheit 34 somit ausgelegt, Bussignale über den Leuchten-Bus 4 zu einer Steuereinheit einer Beleuchtungsvorrichtung 2, 2.x zu übertragen.

[0165] Es ist bevorzugt, wenn die Steuereinheit 34 dafür ausgelegt ist, ein empfangenes drahtloses Signal auf der Basis zumindest eines Parameters des empfangenen drahtlosen Signals in ein Bussignal auf dem Leuchten-Bus 4 umzusetzen, sodass das Kommunikationsmodul 3 als eine Eingabevorrichtung einer Gruppe von Eingabevorrichtungen in Abhängigkeit von den zumindest einen Parameter agiert.

[0166] Der zumindest eine Parameter des empfangenen drahtlosen Signals kann zum Beispiel einer Entfernung des Kommunikationsmoduls 3 der Leuchte 2 des Beleuchtungssystems 1 zu der weiteren Leuchte 2 des Beleuchtungssystems 1 entsprechen, die das drahtlose Signal ursprünglich sendete. In diesem Fall ist das Kommunikationsmodul 3 bevorzugt dafür eingerichtet, als Eingabevorrichtung einer Gruppe von Eingabevorrichtungen zu agieren die einer Entfernung des Kommunikationsmodul 3 zu der ursprünglichen Leuchte 2 des Beleuchtungssystems 1 entspricht, die das empfangene

drahtlose Signal ursprünglich aussendete. Es ist bevorzugt, wenn jede Eingabevorrichtung einer Gruppe von Eingabevorrichtungen einer Entfernung oder einem Abstand entspricht und die Steuereinheit 34 auf der Grundlage des zumindest einen Parameters des empfangenen drahtlosen Signals die Auswahl trifft, als welche Eingabevorrichtung der Gruppe von Eingabevorrichtungen in das Kommunikationsmodul 3 agiert. Das Kommunikationsmodul 3, insbesondere die Steuereinheit 34, und insbesondere auch der Datenspeicher 35, ist dafür ausgelegt, Korrespondenzinformationen der Eingabevorrichtungen und der entsprechend zugeordneten Entfernung oder des Abstands zu speichern, insbesondere in Form einer Zuordnungstabelle. Die Steuereinheit 34 ist dafür ausgelegt, auf die Zuordnungstabelle im Datenspeicher 35 zuzugreifen, insbesondere auch die Zuordnungstabelle zu lesen. Die Steuereinheit 34 kann ebenso Zuordnungsinformationen in der Zuordnungstabelle im Datenspeicher 35 speichern. Die Steuereinheit 34 des Kommunikationsmoduls 3 ist dafür ausgelegt die Zuordnungsinformation über den Leuchten-Bus 4 der Leuchte 2 zu empfangen. Die Steuereinheit 34 ist insbesondere dafür ausgelegt, die Zuordnungsinformation während einer Konfiguration oder Kommissionierung des Kommunikationsmoduls 3 über den Leuchten-Bus 4 der Leuchte 2 zu empfangen und im Datenspeicher 35 zu speichern.

[0167] Alternativ oder zusätzlich kann die Zuordnungsinformation in der Zuordnungstabelle im Datenspeicher 35 bereits gespeichert sein, bevor das Kommunikationsmodul 3 mit der Leuchte 2 verbunden wird. Zum Beispiel kann ein Nutzer die Leuchte 2 mit dem Kommunikationsmodul 3 im Feld verbinden. Alternativ oder zusätzlich kann die Zuordnungsinformation von extern zu dem Kommunikationsmodul 3 übertragen werden.

[0168] Die Steuereinheit 34 ist dafür ausgelegt zumindest einen Teil oder alle Steuerbefehle auf dem Leuchten-Bus 4 zu empfangen, zu interpretieren und zu verarbeiten. Insbesondere kann die Steuereinheit 34 Steuerbefehle für eine Adressierung und Konfiguration der Leuchte 2 verarbeiten. Das bedeutet, dass die Steuereinheit 4 bevorzugt dafür ausgelegt ist, empfangene Steuerbefehle auszuwerten und in geeigneter Weise auf der Grundlage der ausgewerteten Steuerbefehle Ausgaben zu bestimmen und auszugeben. Zum Beispiel kann die Steuereinheit 34 dafür ausgelegt sein, eine Adresse über den Leuchten-Bus 4 zu erhalten und/oder über den Leuchten-Bus 4 in einem Konfigurationsprozess oder Kommissionsprozess konfiguriert zu werden, wenn das Steuermodul 3 mit dem Leuchten-Bus 4 elektrisch verbunden wird, insbesondere auch dann, wenn das Kommunikationsmodul 3 mit der Leuchte 2 verbunden wird.

[0169] Der zumindest eine Parameter kann ein Zählerwert sein, der einer Zahl von Leuchten 2.x und weiteren Leuchten 2.x des Beleuchtungssystems 1 entspricht, über die das empfangene drahtlose Signal von einer ursprünglich sendenden weiteren Leuchte 2 zu dem Kommunikationsmodul 3 übertragen wurde.

[0170] Es ist bevorzugt, wenn die Steuereinheit 34 da-

für ausgelegt ist, ein empfangenes drahtloses Signal das durch die Empfangseinheit 32 empfangen wurde, in ein Bussignal auf dem Leuchten-Bus 4 zu konvertieren, insbesondere auf der Basis des zumindest einen Parameters, zum Beispiel eines Zählerwerts, des drahtlosen Signals zu konvertieren, so dass das Kommunikationsmodul 3 als ein Präsenzsensoren, oder ein Taster, insbesondere ein Taster mit zumindest einem Druckknopf agiert. Insbesondere kann das Kommunikationsmodul 3 somit als ein Präsenzsensoren aus einer Gruppe von Präsenzsensoren, oder als ein Taster aus einer Gruppe von Taster in Form einer Eingabevorrichtung der Leuchte 2 in Abhängigkeit von dem zumindest einen Parameter agieren.

[0171] Die Steuereinheit 34 des Kommunikationsmoduls 3 kann ebenso dafür ausgelegt sein, den Leuchten-Bus 4 der Leuchte 2 zu überwachen und auf der Basis eines auf dem Leuchten-Bus 4 detektierten Bussignals die Sendeeinheit 31 derart zu steuern, dass ein dem detektierten Bussignal auf dem Leuchten-Bus 4 entsprechend zugeordnetes drahtloses Signal (drahtloses Sendesignal) gesendet wird. Dies hat den Vorteil, dass Informationen wie beispielsweise Steuerbefehle, insbesondere Schwarmsteuerbefehle, globale Steuerbefehle oder auch Daten, die auf dem Leuchten-Bus 4 in der Leuchte 2 übertragen werden zu den globalen Beleuchtungssystem 1 über die Sendeeinheit 31 übertragen werden. Insofern kann nicht nur die Leuchte 2 auf der Basis von Information, die über das Kommunikationsmodul 3 von dem Beleuchtungssystem 1 empfangen wird, angesteuert werden, sondern ebenso können Komponenten und das gesamte Beleuchtungssystem 1 auf der Grundlage von Information auf dem Leuchten-Bus 4 einer Leuchte 2 gesteuert werden. Es ist bevorzugt, wenn das Kommunikationsmodul 3, und insbesondere die Steuereinheit 34 des Kommunikationsmoduls 3, dafür ausgelegt ist mit den weiteren Leuchten 2.x des Beleuchtungssystems 1 auf der Grundlage eines Schwarmprotokolls kommuniziert. Eine derartige Kommunikation mittels eines Schwarmprotokolls ist mit Bezug zu Fig. 1 beschrieben.

[0172] Da das Kommunikationsmodul 3 dafür ausgelegt ist, als eine Eingabevorrichtung der Leuchte 2 zu agieren, besteht kein Unterschied für eine Steuereinheit 21 der Leuchte 2 zwischen dem Kommunikationsmodul 3 und einer tatsächlichen Eingabevorrichtung der Leuchte 2. Die Steuereinheit 21 der Leuchte 2 empfängt über den Leuchten-Bus 4 Bussignale von dem Kommunikationsmodul 3, die die Steuereinheit ebenso gut von einer existierenden Eingabevorrichtung über den Leuchten-Bus 4 empfangen kann. Dies hat die vorteilhafte Wirkung, dass das Kommunikationsmodul 3 die Leuchte 2 in ein Beleuchtungssystem 1 integrieren kann, und insbesondere auch mit weiteren Leuchten 2.x des Beleuchtungssystem 1 kommunizieren kann, ohne dass dafür die Kommunikation auf dem Leuchten-Bus 4 innerhalb der Leuchte 2 entsprechend angepasst werden muss.

[0173] Insofern ist das Kommunikationsmodul 3 dafür

ausgelegt, eine tatsächliche Eingabevorrichtung der Leuchte 2 zu emulieren, und kann daher auch als Eingabevorrichtung für die Leuchte 2 bezeichnet werden.

[0174] Eine Reichweite des von der Sendeeinheit 31 übertragenen drahtlosen Signals kann einstellbar sein, um die Reichweite an die Entfernung der Leuchten 2.x des Beleuchtungssystems 1 untereinander und/oder die Umgebung der Leuchten 2.x anpassen zu können. Wenn die Sendeeinheit 31 das Infrarot-Signal nach oben in Richtung einer Raumdecke abstrahlt, so kann die Reichweite neben der Entfernung zwischen den Leuchten 2.x insbesondere von einer Deckenhöhe und dem Reflexionsvermögen der Decke bezüglich des drahtlosen Signals als Infrarot-Signal abhängig sein. Die Reichweite des von der Sendeeinheit 31 übertragenen drahtlosen Signals ist mittels einer Steuerung der Sendeeinheit durch die Steuereinheit 34 veränderbar, wobei die Intensität des von der Infrarot-LED abgestrahlten Lichts einstellbar ist. Alternativ oder zusätzlich kann die Intensität über eine Änderung der Anzahl der das Signal abstrahlenden Infrarot-LEDs der Sendeeinheit 31 variiert werden. Es kann ebenso möglich sein, eine Richtwirkung des drahtlosen Signals mittels einer verstellbaren Optik für das von der Infrarot-LED abgestrahlte Licht zu erreichen und/oder sendende Elemente der Sendeeinheit 31, insbesondere Infrarot-LEDs derart anzuordnen, dass diese eine unterschiedliche Abstrahlrichtung aufweisen und die Abstrahlrichtung über eine Auswahl der für die Übertragung zu verwendenden Infrarot-LEDs einstellbar wird. Die Reichweite bzw. die Sendeeinheit des drahtlosen Signals kann auch durch eine Veränderung zumindest eines Parameters einer Signalmodulation, insbesondere eines Tastverhältnisses des Signals und/oder einer Bitlänge erreicht werden.

[0175] Der Datenspeicher 35 kann Parameter für die Steuerung der Intensität speichern, mittels derer die Intensität an unterschiedliche Deckenhöhen angepasst werden kann. Jeder anzutreffenden Deckenhöhe, z.B., 2,50 m, 3,00 m und 3,50 m, kann zumindest ein Parameter, der der einzustellenden Intensität des infraroten Signals, oder einer Anzahl der strahlenden Infrarot-LEDs entspricht, zugeordnet sein.

[0176] Die Fernbedienung 5 weist für zumindest einige der einstellbaren Deckenhöhen jeweils eine Taste auf und sendet bei der Betätigung einer der Tasten einen entsprechenden Befehl. Empfängt die Empfangseinheit 32 der Sende- und Empfangseinheit einen solchen Befehl, meldet der Sensor dieses Ereignis über den Leuchten-Bus 4 an die Steuereinheit 34, welche einen dem gemeldeten Ereignis zugeordneten Befehl an die Sendeeinheit 31 über den Leuchten-Bus 4 sendet. Die Steuereinheit 34 ordnet dem Befehl die entsprechende Deckenhöhe bzw. den entsprechenden Parameter auf der Grundlage der in dem Datenspeicher 16 gespeicherten Informationen zu und stellt die Intensität entsprechend dem ermittelten Parameter ein. Alternativ kann die Sendeeinheit 31 selbst das von dem Sensor über den Leuchten-Bus 4 gemeldete Ereignis erfassen und dem gemel-

deten Ereignis die entsprechende Deckenhöhe bzw. den entsprechenden Parameter zuordnen.

[0177] Mit der Fernbedienung 5 ist eine einfache Konfiguration der Reichweite der Sendeeinheit 31, beispielsweise durch einen Elektriker bei der Inbetriebnahme möglich, wobei eine unbefugte Konfiguration durch einen begrenzten Zugang zu der Fernbedienung 5 erschwert werden kann.

[0178] Alternativ oder zusätzlich kann mittels der Fernbedienung 5 die Abstrahlrichtung und/oder die Signalmodulation eingestellt bzw. geändert werden, wobei jeder Taste oder Tastenkombination zumindest ein Parameter zugeordnet sind.

Patentansprüche

1. Kommunikationsmodul für eine Beleuchtungsvorrichtung (2, 2.x) eines Beleuchtungssystems (1) zur Steuerung von Beleuchtungsvorrichtungen (2, 2.x) des Beleuchtungssystems (1), das Kommunikationsmodul umfassend:

eine Sendeeinheit (31) ausgelegt dafür, drahtlose Signale an benachbart angeordnete weitere Beleuchtungsvorrichtungen (2.x) einer Gruppe der Beleuchtungsvorrichtungen des Beleuchtungssystems (1) zu senden,
eine Empfangseinheit (32) ausgelegt dafür, drahtlose Signale von den benachbart angeordneten weiteren Beleuchtungsvorrichtungen (2.x) der Gruppe der Beleuchtungsvorrichtungen (2.x) des Beleuchtungssystems (1) zu empfangen,
eine Busschnittstelle (33) ausgelegt dafür, Bussignale auf einem Bus (4) der Beleuchtungsvorrichtung (2, 2.x) zu senden und zu empfangen,
eine Datenverarbeitungseinheit (34), die mit der Sendeeinheit (31), der Empfangseinheit (32) und der Busschnittstelle (33) verbunden und dafür ausgelegt ist, von der Busschnittstelle (33) empfangene Bussignale in zugeordnete drahtlose Signale umzusetzen und an die Sendeeinheit (31) zum Senden an die weiteren Beleuchtungsvorrichtungen (2.x) zu übermitteln,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Datenverarbeitungseinheit (34) ferner eingerichtet ist, vorbestimmte Bussignale als globale Steuerbefehle für alle Beleuchtungsvorrichtungen (2, 2.x) des Beleuchtungssystems (1) an die Sendeeinheit (31) zu übermitteln.

2. Kommunikationsmodul nach Anspruch 1, ferner umfassend:
einen Datenspeicher (34) eingerichtet dafür, eine Tabelle mit zumindest einem vorbestimmten Bussignal zugeordnet zu zumindest einem drahtlosen Si-

gnal mit einem bestimmten Steuerbefehl für alle Beleuchtungsvorrichtungen (2, 2.x) zu speichern.

3. Kommunikationsmodul nach Anspruch 1, wobei:
das drahtlose Signal einen Parameter für einen Send- und Empfangsvorgang aufweist, und die Datenverarbeitungseinheit (33) ausgelegt ist, den Send- und Empfangsvorgang aus dem Parameter zu ermitteln, und das drahtlose Signal mit dem Steuerbefehl auf Basis des ermittelten Send-Empfangsvorgangs an die Sendeeinheit (31) zu übermitteln.
4. Kommunikationsmodul nach Anspruch 1, wobei:
das drahtlose Signal ein vorbestimmtes drahtloses Signal mit einem zentralen Steuerbefehl für alle Beleuchtungsvorrichtungen (2, 2.x) ist.
5. Kommunikationsmodul nach Anspruch 4, weiter umfassend:

das Kommunikationsmodul (3) ausgelegt ist, das vorbestimmte drahtlose Signal einmal zu senden, oder
das Senden des drahtlosen Signals wenigstens einmal zu wiederholen. oder
das Senden des drahtlosen Signals mehrfach zu wiederholen, wobei eine Wartezeit zwischen den Wiederholungen zufällig variiert.

6. Kommunikationsmodul nach einem der Ansprüche 4 oder 5, wobei

das Kommunikationsmodul (3) ausgelegt ist, das vorbestimmte drahtlose Signal mehrmals zu senden, und
wobei wiederholtes Senden drahtloser Signale zugeordnet zu unterschiedlichen Steuerbefehlen abwechselnd erfolgt.

7. Kommunikationsmodul nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei
das Kommunikationsmodul (3) ausgelegt ist, das vorbestimmte drahtlose Signal zugeordnet zu dem globalen Steuerbefehl vorrangig gegenüber einem Steuerbefehl für die Gruppe von Beleuchtungsvorrichtungen (2, 2.x) zu verarbeiten und/oder zu senden.
8. Kommunikationsmodul nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei
das Kommunikationsmodul (3) ausgelegt ist, das vorbestimmte drahtlose Signal zugeordnet zu dem globalen Steuerbefehl vorrangig gegenüber einem drahtlosen Signal zugeordnet zu einem Steuerbefehl für die Gruppe von Beleuchtungsvorrichtungen (2, 2.x) zu verarbeiten und/oder zu senden.
9. Kommunikationsmodul nach einem der vorange-

- henden Ansprüche, wobei die Sendeeinheit (31) ausgelegt ist, das vorbestimmte drahtlose Signal zugeordnet zu dem globalen Steuerbefehl mit einer erhöhten Sendeleistung gegenüber einem drahtlosen Signal mit einem Steuerbefehl für die Gruppe von Beleuchtungsvorrichtungen (2, 2.x) zu senden. 5
10. Kommunikationsmodul nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Sendeeinheit (31) ausgelegt ist, das vorbestimmte drahtlose Signal zugeordnet zu dem globalen Steuerbefehl mit einem anderem Übertragungsprotokoll als ein drahtloses Signal mit einem Steuerbefehl für die Gruppe von Beleuchtungsvorrichtungen (2, 2.x) zu senden. 10
11. Kommunikationsmodul nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Datenverarbeitungseinheit (34) ausgelegt ist, über die Busschnittstelle (33) empfangene Ereignisse unabhängig von einer Anwendungssteuerung in die vorbestimmten drahtlosen Signale umzusetzen. 20
12. Kommunikationsmodul nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Datenverarbeitungseinheit (34) ausgelegt ist, über die Busschnittstelle (33) empfangene Steuerbefehle einer Anwendungssteuerung an das Kommunikationsmodul (3) in die vorbestimmten drahtlosen Signale umzusetzen, und empfangene Ereignisse anderer Busteilnehmer zu ignorieren. 25 30
13. Kommunikationsmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die globalen Steuerbefehle zumindest 35
- ein zentrales Einschalten aller Beleuchtungsvorrichtungen (2, 2.x) oder ein zentrales Ausschalten aller Beleuchtungsvorrichtungen (2, 2.x) in einem Raum, einem Bereich, einer Ebene, einem Bauwerk und/oder einem Gebäude einen zentralen Wechsel zwischen Betriebsmodi aller Beleuchtungsvorrichtungen (2, 2.x), 40
- ein Aktivieren, Deaktivieren eines tageslichtabhängigen Dimmwerts aller Beleuchtungsvorrichtungen (2, 2.x), 45
- ein zentrales Einstellen einer korrelierten Farbtemperatur aller Beleuchtungsvorrichtungen (2, 2.x), 50
- eine zentrale Steuerung einer Helligkeit, Sättigung und Farbtons aller Beleuchtungsvorrichtungen (2, 2.x), und/oder
- ein Synchronisieren der Zeit aller Beleuchtungsvorrichtungen (2, 2.x) umfassen. 55
14. Kommunikationsmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei
- die Datenverarbeitungseinheit (34) dafür eingerichtet ist, eine Konfiguration einer Sendeleistung der durch die Sendeeinheit gesendeten drahtlosen Signale auszuführen, und drahtlose Signale für eine Erhöhung der Sendeleistung mit einer einzustellenden Signalstärke der drahtlosen Signale zu senden, und drahtlose Signale für eine Verringerung der Sendeleistung mit einer ursprünglichen Signalstärke der drahtlosen Signale zu senden.
15. Kommunikationsmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei
- die Datenverarbeitungseinheit (34) dafür eingerichtet ist, eine Konfiguration einer Sendeleistung der durch die Sendeeinheit gesendeten drahtlosen Signale auszuführen, und drahtlose Signale für die Konfiguration der Sendeleistung mit einer höchsten Signalstärke zu senden.
16. Kommunikationsmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei
- die Datenverarbeitungseinheit (34) dafür eingerichtet ist, über den drahtlosen Empfänger (32) empfangene globale drahtlose Signale in Steuerbefehle für den Bus (4) umzusetzen und über die Busschnittstelle (33) auf den Bus (4) auszugeben, insbesondere die empfangenen globalen drahtlosen Signale in Tastenereignisse oder globale Eingabeereignisse nach einem standardisierten Schnittstellenstandard für Beleuchtungsschnittstellen umzusetzen, und/oder die Datenverarbeitungseinheit (34) dafür eingerichtet ist, die über den drahtlosen Empfänger (32) empfangenen globale drahtlose Signale in Schreibbefehle für Konfigurationswerte in einen Datenspeicher (5) umzusetzen, und/oder die Datenverarbeitungseinheit (34) dafür eingerichtet ist, über den drahtlosen Empfänger (32) empfangene globale drahtlose Signale, die ausschließlich Konfigurationsbefehle für das Kommunikationsmodul umfassen, ohne Umsetzung in Steuerbefehle für den Bus (4) auszuführen.
17. Kommunikationsmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei
- die Datenverarbeitungseinheit (34) dafür eingerichtet ist, in einem nicht konfigurierten Zustand direkt Steuerbefehle über die Busschnittstelle (33) auszugeben und/oder über einen Sender (31) des Kommunikationsmoduls in dem drahtlosen Signal auszugeben, und

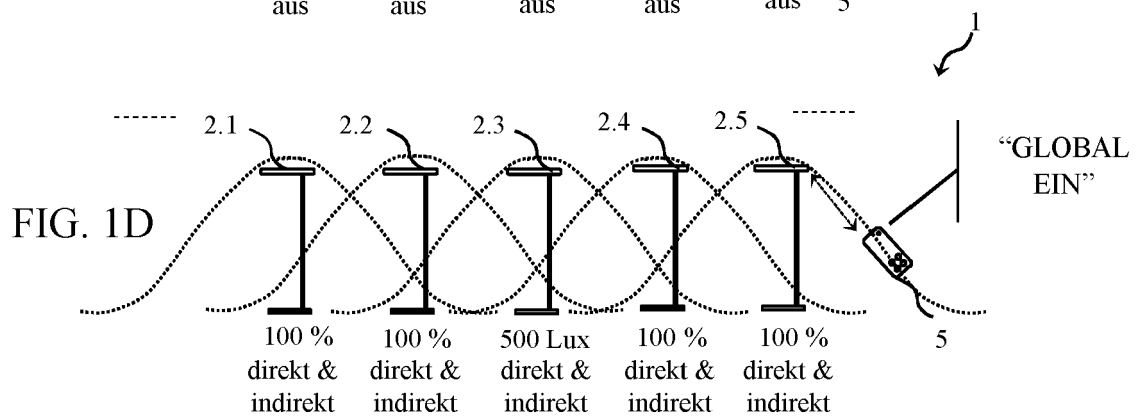
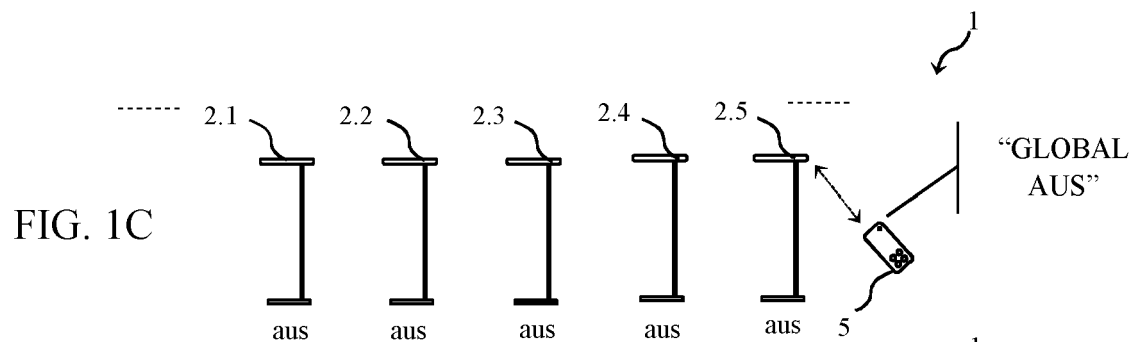
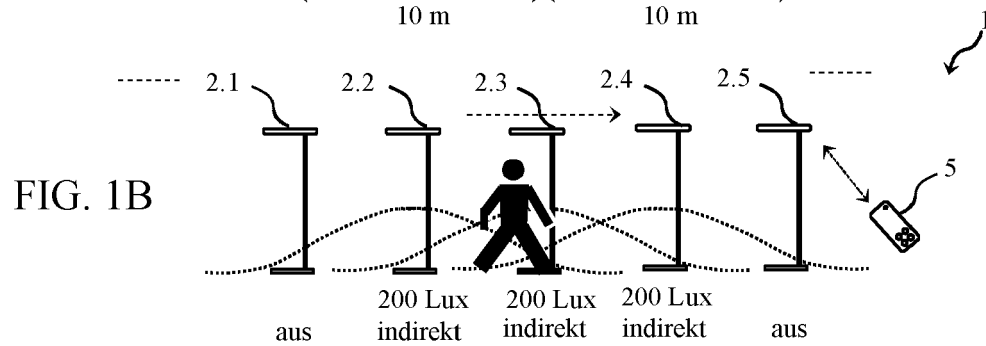
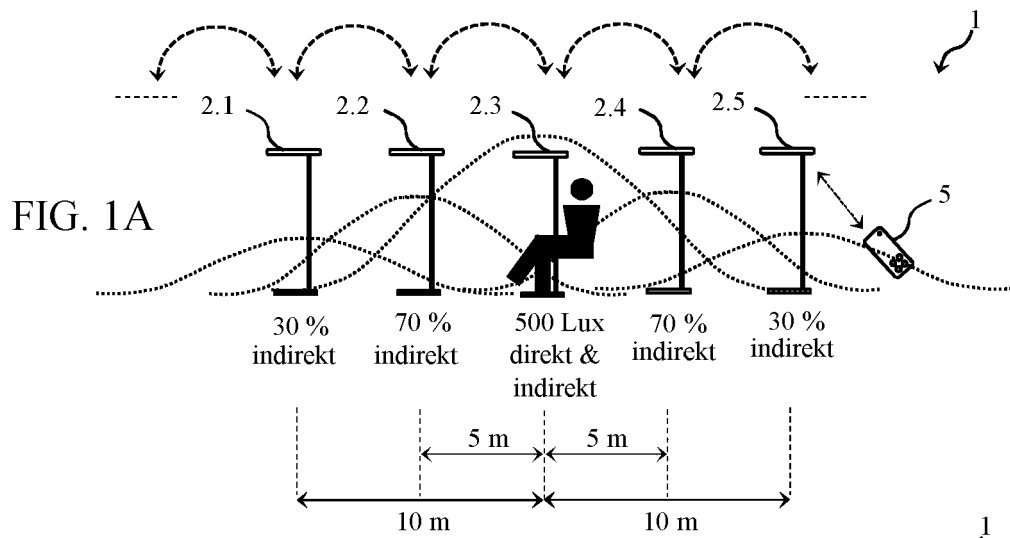
- in einem konfigurierten Zustand, insbesondere in einem adressierten Zustand, Tastenereignisse oder absolute Eingabeereignisse nach einem standardisierten Schnittstellenstandard für Beleuchtungsschnittstellen über die Busschnittstelle (33) für eine Interpretation durch eine Anwendungssteuerung (21, 41) auszugeben und/oder Tastenereignisse oder absolute Eingabeereignisse auf einen an das Kommunikationsmodul adressierten Befehl der Anwendungssteuerung (21, 41) über den Sender (31) in dem drahtlosen Signal zu senden. 5
18. Leuchte umfassend ein Kommunikationsmodul (3) nach einem der vorangehenden Ansprüche. 15
19. Leuchte nach Anspruch 18, wobei
- die Leuchte ferner zumindest einen Taster (43, 44, 45, 46) oder Schalter aufweist, und das Kommunikationsmodul (4) eingerichtet ist, bei Betätigung des zumindest einen Tasters (43, 44, 45, 46) oder Schalters das drahtlose Signal zugeordnet zu dem Steuerbefehl zu senden. 20
20. Beleuchtungssystem, umfassend eine Mehrzahl von Leuchten (2, 2.x) nach einem der Ansprüche 18 oder 19. 25
21. Verfahren zur Steuerung eines Kommunikationsmoduls (3) für eine Beleuchtungsvorrichtung (2, 2.x) eines Beleuchtungssystems (1) zur Steuerung von Beleuchtungsvorrichtungen (2, 2.x) des Beleuchtungssystems (1), wobei das Kommunikationsmodul (3) 30
- eine Sendeeinheit (31) ausgelegt dafür, drahtlose Signale an benachbart angeordnete weitere Beleuchtungsvorrichtungen (2.x) einer Gruppe der Beleuchtungsvorrichtungen (2.x) des Beleuchtungssystems (1) zu senden, 40
- eine Empfangseinheit (32) ausgelegt dafür, drahtlose Signale von den benachbart angeordneten weiteren Beleuchtungsvorrichtungen (2.x) zu empfangen, 45
- eine Busschnittstelle (33) ausgelegt dafür, Bussignale auf einem Bus (4) der Beleuchtungsvorrichtung (2, 2.x) zu senden und zu empfangen, und 50
- eine Datenverarbeitungseinheit (33), die mit der Sendeeinheit (31), der Empfangseinheit (32) und der Busschnittstelle (33) verbunden ist, umfasst, und
- das Verfahren die Schritte aufweist: 55
- Empfangen (S1), durch die Busschnittstelle (33), von Bussignalen,

Umsetzen (S5), durch die Datenverarbeitungseinheit (33), der empfangenen Bussignale in zugeordnete drahtlose Signale, Übermitteln (S6), durch die Datenverarbeitungseinheit (33), der zugeordneten drahtlosen Signale an die Sendeeinheit (31) zum Senden an die weiteren Beleuchtungsvorrichtungen (2.x), und

dadurch gekennzeichnet, dass

die Datenverarbeitungseinheit (34) vorbestimmte Bussignale als zugeordnete globale Steuerbefehle für alle Beleuchtungsvorrichtungen (2.x) des Beleuchtungssystems (1) umsetzt (S3), und die Sendeeinheit (31) die globalen Steuersignale in den zugeordneten drahtlosen Signalen an die weiteren Beleuchtungsvorrichtungen (2.x) sendet.

22. Computerprogramm mit Programmcode-Mitteln, um die Schritte gemäß Anspruch 21 durchführen zu können, wenn das Programm auf einem Computer oder einem digitalen Mikroprozessor ausgeführt wird.



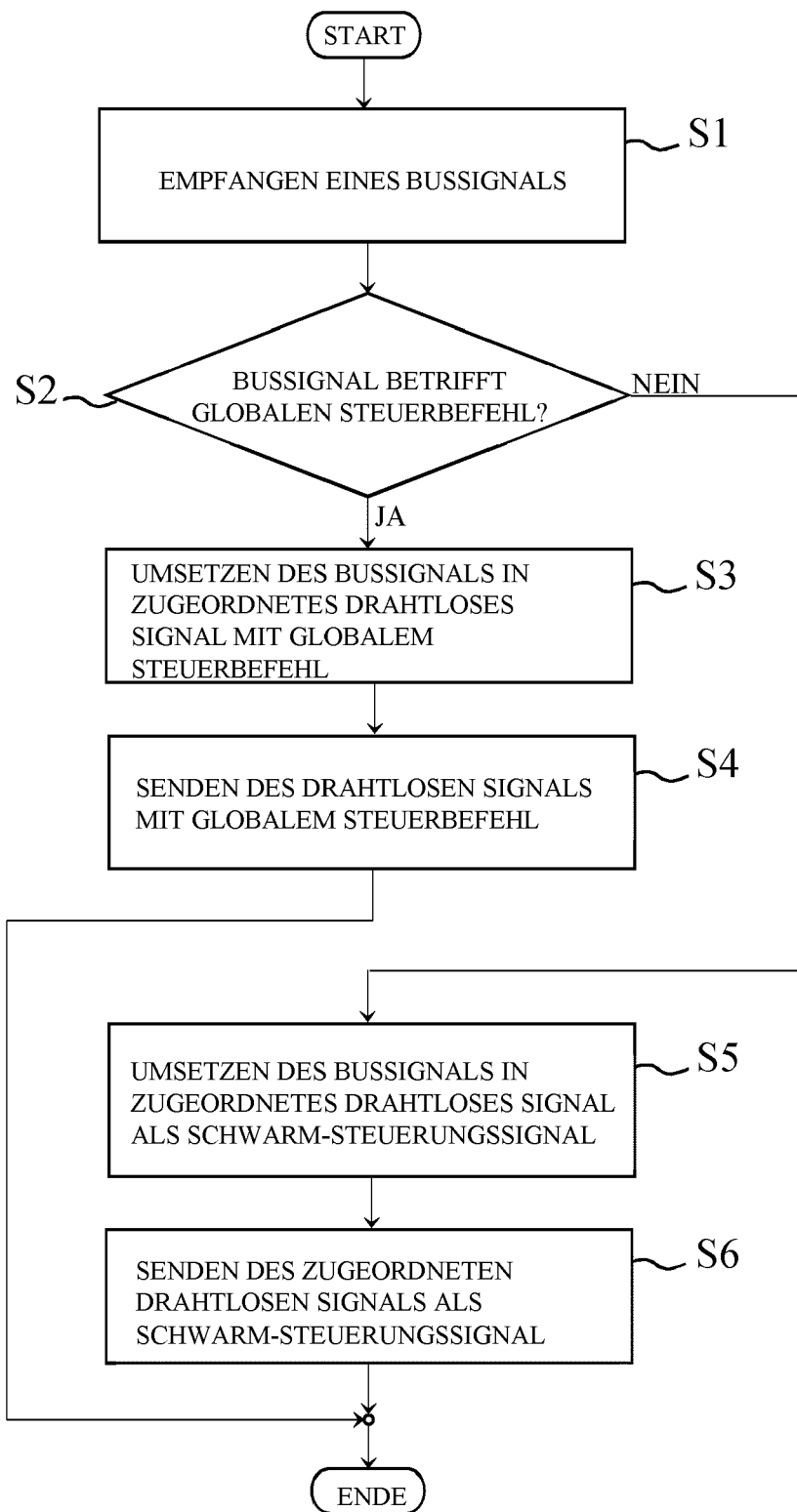


FIG. 2

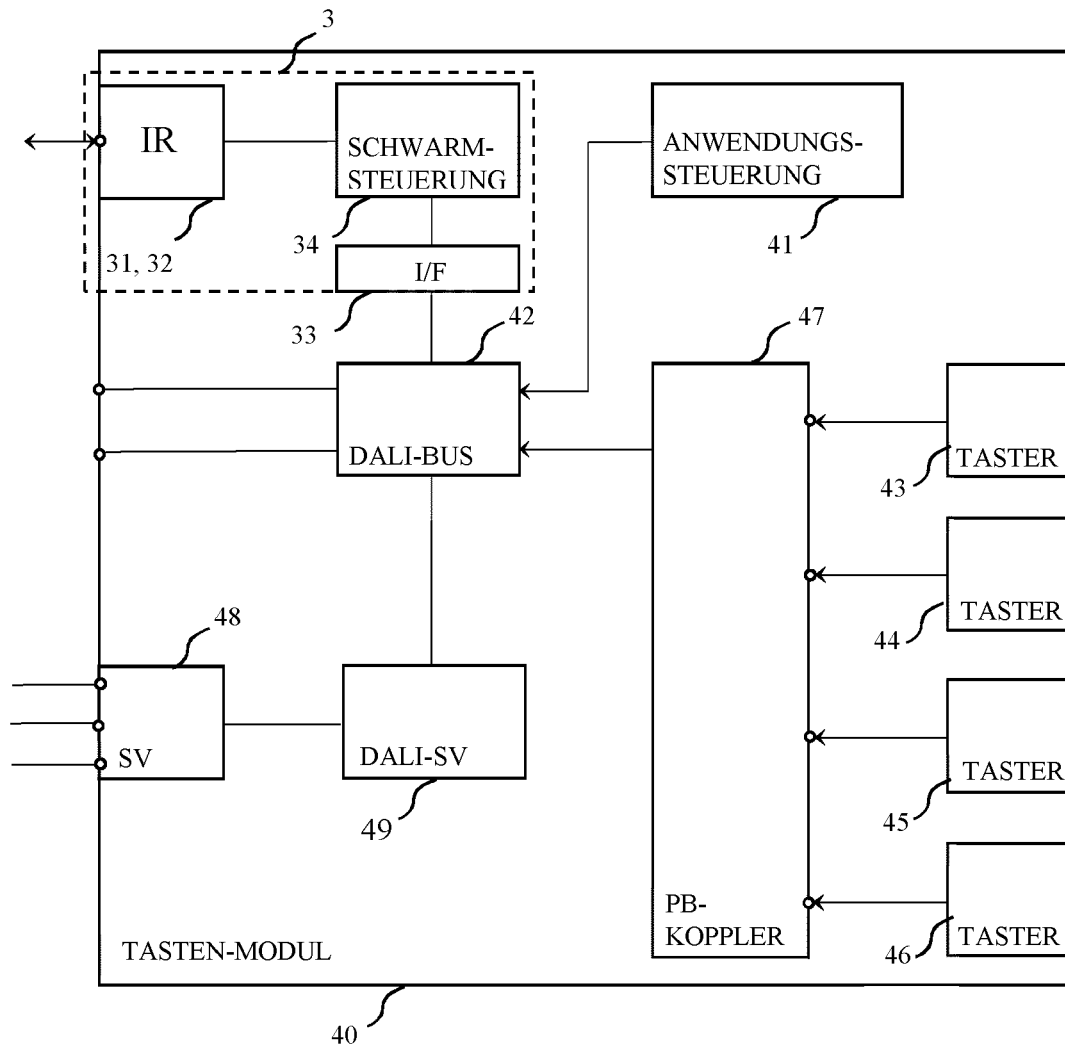


FIG. 3

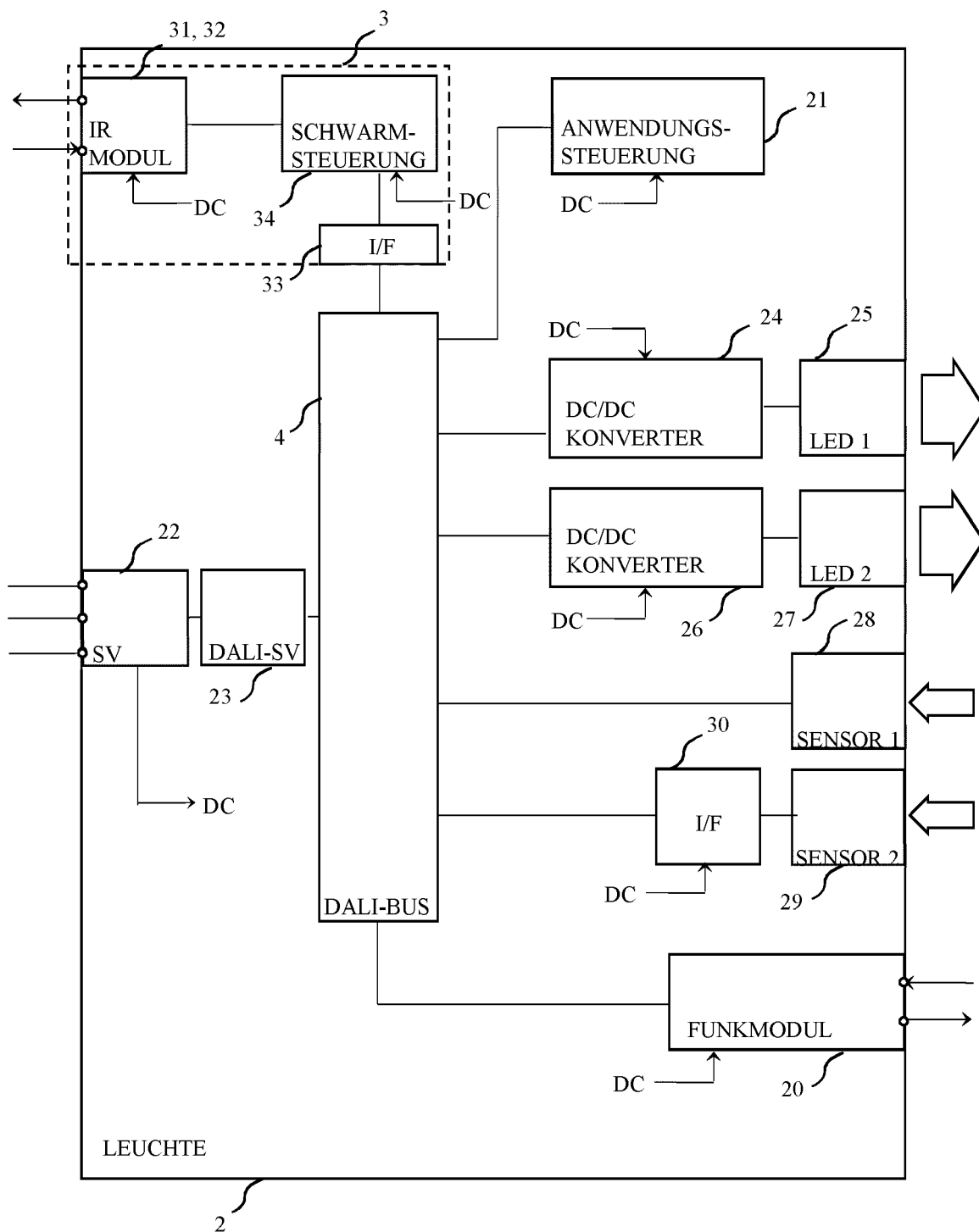


FIG. 4

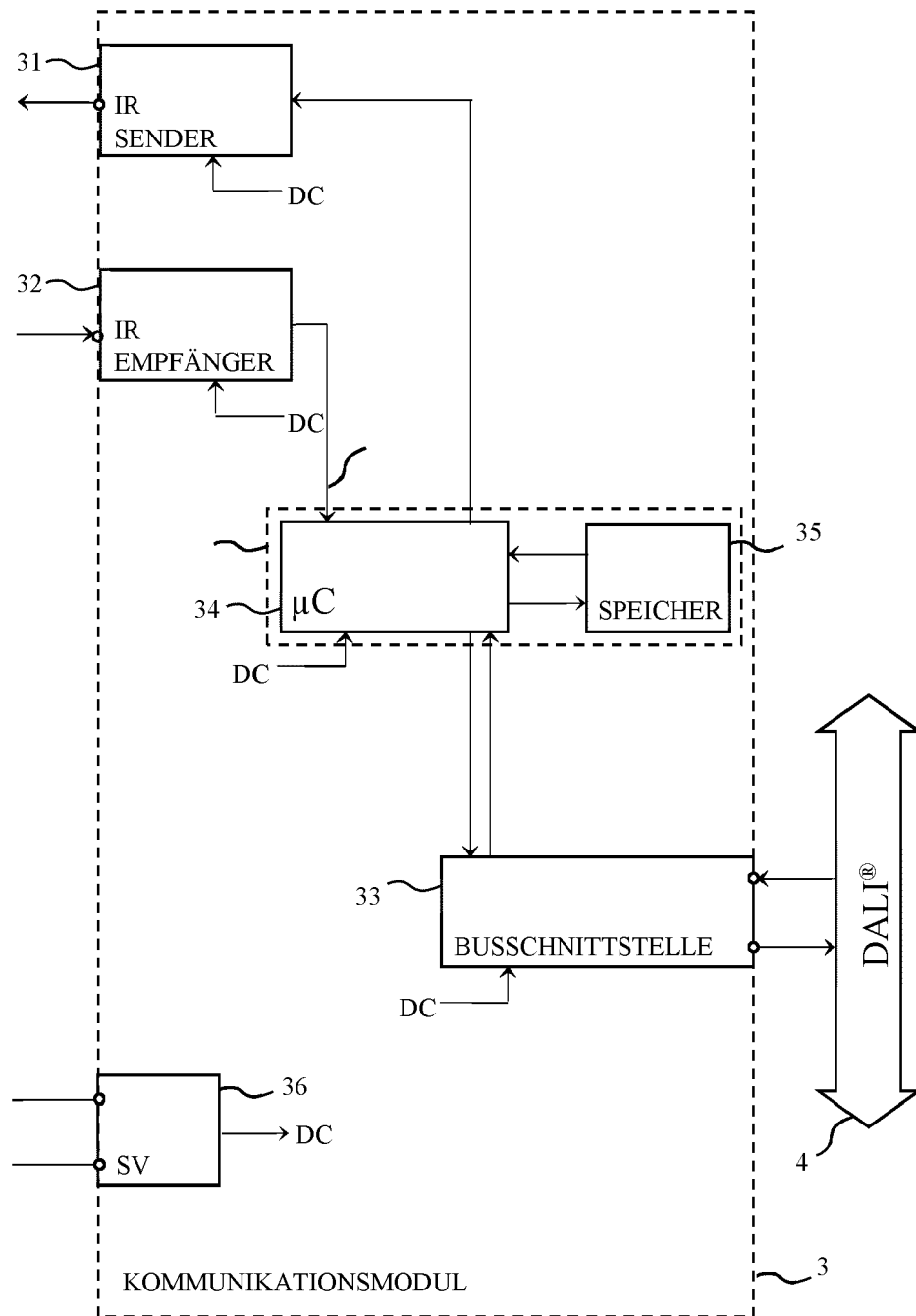


FIG. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 17 7844

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2017 100590 A1 (PANASONIC IP MAN CO LTD [JP]) 20. Juli 2017 (2017-07-20) * Absätze [0021] – [0047]; Abbildungen 1-3 *	1-22	INV. H05B47/19
X	US 2015/168931 A1 (JIN KWANG-HONE [KR]) 18. Juni 2015 (2015-06-18) * Absätze [0054] – [0083]; Abbildung 2 *	1-22	
X	US 9 655 214 B1 (SOOCH NAV [US]) 16. Mai 2017 (2017-05-16) * Spalten 7-21; Abbildungen 1-4 *	1-22	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H05B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 29. November 2023	Prüfer Morrish, Ian
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

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

EP 23 17 7844

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

29-11-2023

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 102017100590 A1	20-07-2017	CN 106979490 A	25-07-2017
			DE 102017100590 A1	20-07-2017
15			JP 6575871 B2	18-09-2019
			JP 2017126533 A	20-07-2017
			US 2017208671 A1	20-07-2017

	US 2015168931 A1	18-06-2015	KR 101270343 B1	31-05-2013
20			US 2015168931 A1	18-06-2015
			WO 2014109486 A1	17-07-2014

	US 9655214 B1	16-05-2017	KEINE	

25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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

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

- EP 3843507 A1 [0007] [0090]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- Digital Addressable Lighting Interface [0071]