

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

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
8. September 2017 (08.09.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/149001 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01Q 1/22 (2006.01) **H04W 84/12** (2009.01)
F21V 33/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/054743

(22) Internationales Anmeldedatum:
1. März 2017 (01.03.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 203 530.4 3. März 2016 (03.03.2016) DE

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

(72) Erfinder: **ESCHEY, Michael**; Am Hofacker 16, 86517
Wehringen (DE). **HÖFFLIN, Eberhard**; Dürrenmattstraße
7, 89542 Herbrechtingen (DE). **ERNST, Herbert**;
Kiefernstr. 4, 82362 Weilheim (DE). **SACHER, Holger**;
Am Gruenland 81, 86169 Augsburg (DE). **SIESSEGGER,**
Bernhard; Falkenstrasse 6a, 85716 Unterschleißheim,
Bavaria (DE).

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

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: LAMP HAVING AN INCORPORATED NETWORK ACCESS POINT AND LIGHTING SYSTEM HAVING A WIRE-FREE NETWORK

(54) Bezeichnung : LEUCHTE MIT EINGEBAUTEN NETZWERKZUGANGSPUNKT UND BELEUCHTUNGSANLAGE MIT
EINEM DRAHTLOSEN NETZWERK

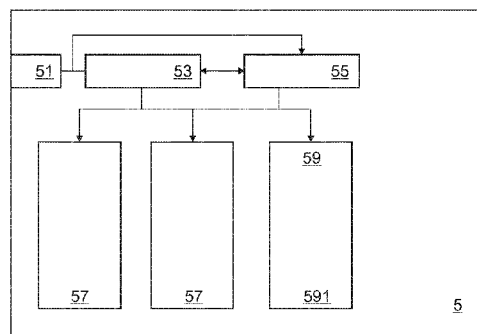


Fig. 5

(57) Abstract: The invention relates to a lamp, having an input for the connection of a network having an integrated power supply, a power supply unit for supplying all the components of the lamp with electric power, which is taken from the input, a control unit for controlling the components of the lamp, at least one light source which is supplied from the power supply unit and is controlled by the control unit, a network access point for providing at least one wire-free network, which is supplied from the power supply unit and is coupled to the network via the input, at least one antenna, which is assigned to the network access point, wherein the light source and the antenna are arranged and designed such that the emission characteristics of the light are congruent with the emission characteristics of the antenna of the wire-free network. The invention further relates to a lighting system having a plurality of the aforementioned lamps.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2017/149001 A1

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Die Erfindung betrifft eine Leuchte, aufweisend einen Eingang zum Anschließen eines Netzwerkes mit einer integrierten Leistungsverorgung, eine Leistungsverorgungseinheit zum Versorgen aller Komponenten der Leuchte mit einer elektrischen Leistung, die dem Eingang entnommen wird, eine Steuerungseinheit zum Steuern der Komponenten der Leuchte, mindestens eine Lichtquelle, die von der Leistungsverorgungseinheit versorgt wird und von der Steuerungseinheit gesteuert wird, ein Netzwerkzugangspunkt zum Bereitstellen mindestens eines drahtlosen Netzwerkes, der von der Leistungsverorgungseinheit versorgt wird und über den Eingang mit dem Netzwerk gekoppelt ist, mindestens eine Antenne, die dem Netzwerkzugangspunkt zugeordnet ist, wobei die Lichtquelle und die Antenne so angeordnet und ausgelegt sind, dass die Abstrahlcharakteristik des Lichts kongruent zur Abstrahlcharakteristik der Antenne des drahtlosen Netzwerkes ist. Die Erfindung betrifft ebenfalls eine Beleuchtungsanlage mit mehreren der vorgenannten Leuchten.

Beschreibung

Leuchte mit eingebauten Netzwerkzugangspunkt und Beleuchtungsanlage mit einem drahtlosen Netzwerk

5

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft eine Leuchte und eine Beleuchtungsanlage mit mehreren Leuchten dieses Typs.

Hintergrund

- 10 In einer steigenden Anzahl von Kaufhäusern und Bürohäusern werden Netzwerkzugangspunkte zur Bereitstellung drahtloser Netzwerke wie WLAN in Leuchten eingebaut. Der Einbau dieser Netzwerkzugangspunkte in Leuchten hat verschiedene Vorteile. Zum einen ist in der Leuchte schon eine Energieversorgung, zumeist eine Netzleitung vorhanden, so dass diese nicht extra zum Netzwerkzugangspunkt gelegt werden
- 15 muss. Zum anderen sind Leuchten gleichmäßig über die Geschoßdecken der Gebäude verteilt, so dass relativ einfach der optimale Standort für den Zugangspunkt ausgewählt werden kann.

Aus der US 2004 0192 2227 ist bekannt, einen Netzwerkzugangspunkt wie z.B. einen WLAN-Accesspoint in eine Leuchte zu integrieren.

- 20 Generell werden dabei heutzutage lediglich wenige Leuchten mit leistungsstarken Netzwerkzugangspunkten ausgestattet, um eine möglichst gute Abdeckung der Räumlichkeiten mit drahtlosem Netzwerk zu erreichen. Die leistungsstarken Netzwerkzugangspunkte decken dabei jeweils einen möglichst großen Bereich ab, damit möglichst wenig Netzwerkzugangspunkte in der Installation notwendig sind. Grund hierfür ist der
- 25 erhöhte Verdrahtungsaufwand. Zwar kann der Netzwerkzugangspunkt problemlos in der Leuchte mit Energie versorgt werden, da ja eine Netzspannung vorhanden ist. Jedoch muss jede Leuchte mit Netzwerkzugangspunkt eine LAN-Leitung erhalten, um den Netzwerkzugangspunkt an das Netzwerk anbinden zu können. Dies erhöht den Installationsaufwand beträchtlich, weswegen so wenig Zugangspunkte wie möglich

angestrebt werden. Fig. 2 zeigt die schematische Verschaltung einer solchen Anlage. Es sind zwei Gateways 21 und 22 gezeigt, die die Verbindung ins Internet darstellen und gleichzeitig Steuerungsaufgaben für die Leuchten übernehmen können. Dann ist ein hausinternes Netz DS gezeigt, an welches die verschiedenen Netzwerkzugangspunkte oder Accesspoints AP#1 bis AP#N angeschlossen sind. Mit diesen können sich wiederum verschiedene Clients innerhalb der Basis Service Sets BSS#1 bis BSS#N verbinden.

Durch die große räumliche Abdeckung eines einzelnen Netzwerkzugangspunktes ist die Antenne ausgelegt, möglichst omnidirektional abzustrahlen. Dies birgt den Nachteil, dass es in Grenzbereichen zwischen zwei Netzwerkzugangspunkten zu Überlappungen kommt, was den Empfang stört, da bekanntermaßen viele der Kanäle im standardisierten IEEE 802.11 Netz nicht überlappungsfrei sind und sich so benachbarte Netzwerkzugangspunkte gegenseitig stören können. Fig. 1 zeigt die Kanalaufteilung im 2.4GHz Frequenzband zu Abständen von 5MHz der Mittenfrequenz bei etwa 22MHz Bandbreite. Es ist gut zu sehen, dass es im europäischen Frequenzband bei 2.4GHz mit den Kanälen 1 bis 13 bei DSSS Übertragung lediglich 3 überlappungsfreie WLAN Kanäle gibt. Andere Frequenzbereiche, das 5GHz- und 60GHz-Band, sowie andere Übertragungstechniken, z.B. OFDM, unterliegen demselben Prinzip, lediglich die Anzahl überlappungsfreier Kanäle ist veränderlich. Ist also die Sendeleistung eines Netzwerkzugangspunktes sehr hoch um die gewünschte Abdeckung zu erreichen, so ist die potentielle Störung anderer Netzwerkzugangspunkte im gleichen Netz oder vor allem anderer Betreiber sehr hoch. So ergeben sich bei den omnidirektionalen Abstrahleigenschaften von Stabantennen, wie sie in Fig. 3 gezeigt sind, Probleme beim Empfang an anderer Stelle.

Weiterhin können bei großen Funkzellen Gegenstände wie beispielsweise Wände und Möbel in dieser Zelle zu Reflektionen oder gar Auslöschung führen, was ebenfalls die Signalqualität beeinträchtigt. Speziell Reflektionen führen zu Mehrfachpfaden des Signals und beeinträchtigen den Empfang erheblich. Fig. 4 zeigt einen Geschoßplan eines Gebäudes mit Netzwerkzugangspunkten 41. Speziell in der Nähe oder hinter Wänden gibt es immer wieder Funklöcher 42, in denen kein oder kein guter Empfang möglich ist.

Ein weiteres Problem dieser großen Funkzellen ist die Teilnehmerzahl. Die Problematik ist schon von GSM-Funknetzen an belebten Standorten bekannt. Viele angemeldete Teilnehmer an einem Netzwerkzugangspunkt müssen sich dessen Bandbreite teilen, so dass die mögliche Datenrate pro Teilnehmer sehr schnell unzumutbar wird.

5

Aufgabe

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Leuchte und ein Beleuchtungssystem vorzuschlagen, welches diese Nachteile nicht mehr aufweist.

Darstellung der Erfindung

- 10 Die Lösung der Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß mit einer Leuchte, aufweisend einen Eingang zum Anschließen eines Netzwerkes mit einer integrierten Leistungsversorgung, eine Leistungsversorgungseinheit zum Versorgen aller Komponenten der Leuchte mit einer elektrischen Leistung, die dem Eingang entnommen wird, eine Steuerungseinheit zum Steuern der Komponenten der Leuchte, mindestens eine Lichtquelle,
- 15 die von der Leistungsversorgungseinheit versorgt wird und von der Steuerungseinheit gesteuert wird, ein Netzwerkzugangspunkt zum Bereitstellen mindestens eines drahtlosen Netzwerkes, der von der Leistungsversorgungseinheit versorgt wird und über den Eingang mit dem Netzwerk gekoppelt ist, mindestens eine Antenne, die dem Netzwerkzugangspunkt zugeordnet ist, wobei die Lichtquelle und die Antenne so
- 20 angeordnet und ausgelegt sind, dass die Abstrahlcharakteristik des Lichts kongruent zur Abstrahlcharakteristik der Antenne des drahtlosen Netzwerkes bezogen auf mindestens eine Referenzfläche ist. Die Referenzfläche kann z.B. der Boden des Raumes sein, in dem die Leuchte installiert ist. Die Referenzfläche kann aber ebenso wie oft in den Berechnungen für die Bürobeleuchtung verwendet eine Ebene in Höhe der Tisch-
- 25 fläche sein, die genau wie die Tischfläche im Raum ausgerichtet ist. Es ist auch denkbar mehrere Referenzflächen zu verwenden, da in speziellen Umgebungen wie Lagerhallen auch bei einer Leuchte eine Lichtabstrahlung in mehr als einen Halbraum gewünscht

sein kann, z.B. ebenfalls nach oben. Grundsätzlich kann aber davon ausgegangen werden dass die Abstrahlung vor allem in einen Halbraum interessant ist..

Durch die erfindungsgemäße Lösung kann vorteilhaft eine sehr einfache Installation eines Beleuchtungssystems sichergestellt werden, da die Netzwerkleitung lediglich
5 Schutzkleinspannung führt und zur Installation keine Fachkräfte wie etwa Elektriker benötigt werden. Weiterhin kann ein Beleuchtungssystem, welches auf diesem Leuchtentyp basiert, mit deutlich mehr Netzwerkzugangspunkten ausgestattet werden, was die durchschnittliche Datenrate pro Teilnehmer vorteilhaft erhöht. Durch die Kongruenz zwischen Lichtabstrahlung und Funkabdeckung der Leuchte kann eine zuverlässige
10 Abdeckung der Funknetzwerke ohne aufwändige Messungen sichergestellt werden.

Kongruent heißt in diesem Zusammenhang, dass die Abstrahlcharakteristiken im Wesentlichen die gleiche Form und auch annähernd die gleiche Größe auf einer Bezugsfläche wie z.B. dem Boden aufweisen, siehe hierzu auch:

[https://de.wikipedia.org/wiki/Kongruenz_\(Geometrie\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Kongruenz_(Geometrie)). Da die Abstrahlcharakteristiken
15 der Licht- und Funkwellen Wellenlängenbedingt nicht identisch sein können kann das Abstrahlverhalten stellenweise nicht mehr kongruent, sondern nur noch ähnlich sein, siehe hierzu auch: [https://de.wikipedia.org/wiki/%C3%84hnlichkeit_\(Geometrie\)](https://de.wikipedia.org/wiki/%C3%84hnlichkeit_(Geometrie)).

Wichtig ist in diesem Zusammenhang lediglich, dass durch das sichtbare Licht auch die Mindestabdeckung des Drahtlosnetzwerkes ersichtlich ist.

20 In einer bevorzugten Ausführungsform ist das drahtlose Netzwerk ein WLAN-Netzwerk nach dem Standard IEEE 802.11. WLAN oder Wi-Fi ist vorteilhaft der am weitesten verbreitete Standard für drahtlose Kommunikation im Consumer-Bereich und wird von nahezu allen Mobilgeräten unterstützt.

In einer weiteren Ausführungsform ist das drahtlose Netzwerk ein ZigBee-Netzwerk
25 nach dem Standard IEEE 802.15.4. ZigBee ist auch aufgrund seiner Vernetzungsfähigkeiten bekannt und kann hier anstatt oder zusätzlich zum WLAN vorhanden sein.

In einer anderen Ausführungsform ist das drahtlose Netzwerk ein Bluetooth-Netzwerk nach dem Standard IEEE 802.15.1. Auch Bluetooth ist ein verbreiteter Standard und wird für Kurzstreckenkommunikation gerne verwendet. Auch hier kann das Netzwerk

in einer Ausführungsform alleine, in einer anderen Ausführungsform neben dem WLAN und/oder dem ZigBee Netzwerk arbeiten. Bei der Ausführungsform mit mehreren parallelen Netzwerken ist darauf zu achten, dass die verwendeten Kanäle der verschiedenen Netzwerke nicht denselben Frequenzbereich verwenden, da es sonst zu

5 Störungen kommt.

In einer anderen bevorzugten Ausführungsform verwendet der Netzwerkzugangspunkt mindestens eines der im Standard vorgesehenen Frequenzbänder: 2,4GHz, 5GHz, 60GHz. Diese Frequenzbänder sind standardisiert und größtenteils frei und ohne Lizenzen zugänglich. Daher sind sie sehr verbreitet und die Netzwerkzugangspunkte

10 sind damit sehr kostengünstig herzustellen.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die mindestens eine Antenne eine Bi-Quad-Antenne. Dieser Antennentyp hat eine sehr ähnliche Abstrahlcharakteristik wie eine klassische Deckenleuchte, daher ist diese Antenne für die gewünschte Anwendung besonders geeignet.

15 In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist der Netzwerkzugangspunkt eingerichtet, mit benachbarten Netzwerkzugangspunkten ein Mesh-Netzwerk, zu Deutsch auch vermaschtes Netz, zu bilden. Mesh-Netze haben den großen Vorteil, dass zwei Teilnehmer miteinander kommunizieren können die keine direkte Netzwerkverbindung haben. Die Information wird über mehrere Punkte des Netzwerkes vom Sender

20 zum Empfänger geleitet. Aus diesem Grund kann die Reichweite der Funkverbindung zwischen Teilnehmer und Netzwerkzugangspunkt vergleichsweise klein sein und trotzdem können im Mesh-Netzwerk zwei Teilnehmer über große Entfernungen über viele Netzwerkzugangspunkte hinweg kommunizieren. Einzelheiten dazu können auf Wikipedia abgerufen werden: https://en.wikipedia.org/wiki/Mesh_networking

25 Unabhängig davon ob die Leuchte in einem vermaschten Netz arbeitet oder nicht ist es von Vorteil, wenn der Netzwerkzugangspunkt eingerichtet ist, ein Hand-Over eines Teilnehmers zu einem anderen Netzwerkzugangspunkt gemäß dem IEEE 802.11f und/oder IEEE 802.11r Standard zu ermöglichen. Dies ermöglicht bei sich bewegendem

Teilnehmer vorteilhaft eine stabile Netzwerkverbindung über mehrere Netzwerkzugangspunkte hinweg.

- Besonders bevorzugt ist der Eingang der Leuchte PoE (Power over Ethernet) fähig, und die Leistungsversorgungseinheit erhält ihre Leistung über PoE. Mit dieser Maßnahme
- 5 kann eine einfache Verkabelung und sichere Leistungsversorgung bei Konformität zu einem etablierten Standard sichergestellt werden.

Die Erfindung betrifft ebenfalls eine Beleuchtungsanlage mit mehreren der oben beschriebenen Leuchten. Solch eine Beleuchtungsanlage ist besonders einfach zu installieren und zu warten und ist besonders zuverlässig im Netzbetrieb.

- 10 Wie oben schon beschrieben ist es besonders vorteilhaft, dass ein Hand-Over eines Teilnehmers zwischen Leuchten der Beleuchtungsanlage gemäß dem IEEE 802.11f und/oder IEEE 802.11r Standard stattfindet. Durch diese Maßnahme wird eine stabile Netzwerkverbindung innerhalb der gesamten Beleuchtungsanlage erreicht, vor allem auch bei sich bewegenden Teilnehmern. Besonders bevorzugt wird diese Eigenschaft
- 15 mit einem Mesh-Netzwerk, auch als vermaschtes Netz bezeichnet, kombiniert. Dies stellt eine effiziente Punkt-zu-Punktkommunikation innerhalb der gesamten Beleuchtungsanlage sicher, ohne dass die beiden Teilnehmer eine direkte Funkverbindung zu demselben Netzwerkzugangspunkt haben müssen. Vor allem kann hier auch eine Kommunikation über mehrere Stockwerke hinweg etabliert werden, ohne dass die
- 20 Netzwerkzugangspunkte am selben Switch angeschlossen sein müssen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

- Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich anhand der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen sowie anhand der Zeichnungen, in welchen gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit identischen Bezugszeichen
- 25 versehen sind. Dabei zeigen:

- Fig.1 eine Grafik der überlappenden Kanäle eines WLAN-Funknetzwerkes, wobei hier gut zu sehen ist dass das europäische 2,4GHz Band bei DSSS Übertragungstechnik lediglich 3 überlappungsfreie Kanäle hat,
- Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Netzwerkes mit wenigen leistungs-
5 fähigen Netzwerkzugangspunkten, wie es im Stand der Technik bekannt ist,
- Fig. 3 Die omnidirektionale Abstrahlcharakteristik einer Stabantenne,
- Fig. 4 ein Beispiel der errechneten WLAN-Abdeckung eines Stockwerkes eines Gebäudes in einer Beleuchtungsanlage nach dem Stand der Technik,
- 10 Fig. 5 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Leuchte,
- Fig. 6 eine beispielhafte Abstrahlcharakteristik einer Deckenleuchte,
- Fig. 7 die Abstrahlcharakteristik einer Bi-Quad Antenne, wie sie im vorliegenden Ausführungsbeispiel verwendet wird,
- Fig. 8 eine idealisierte kegelförmige Abstrahlcharakteristik einer Deckenleuchte mit 30° Abstrahlwinkel und die $\pm 3^\circ$ Toleranz für die Funkabdeckung,
15
- Fig. 9 das Prinzip der Strahlformung für hochfrequentes drahtloses Netz mittels eines MIMO-Antennenarrays,
- Fig. 10 eine Installation in einem rechteckförmigen Raum gemäß einer Ausführungsform der Erfindung,
- 20 Fig. 11 eine Ansicht der Abstrahlcharakteristik einer Leuchte,
- Fig. 12 die Ausgangssituation für einen Teil eines Raumes mit vier Leuchten mit Accesspoints AP1 bis AP4, deren Halbwertsbreiten in der Schnittebene gekennzeichnet sind vor der Anwendung eines Optimierungsverfahrens,
- Fig. 13 die Situation nach dem zweiten Schritt des Optimierungsverfahrens,
- 25 Fig. 14 die Situation nach dem dritten Schritt des Optimierungsverfahrens,
- Fig. 15 das Ablaufdiagramm für das beschriebene erste Verfahren zur Planung einer Beleuchtungsanlage,

- Fig. 16 eine Anordnung von Access Points in einem einzurichtenden Beleuchtungssystem,
- Fig. 17 die Situation dass jeder Knoten genau einen Nachbarn sieht, die Reichweiten der Accesspoints sind als Kreise 151, 153 und 155 in der Figur eingetragen,
- Fig. 18 die Situation dass jeder Knoten zwei Nachbarn hat die er ansprechen kann um eine Route aufzubauen,
- Fig. 19 die Situation dass jeder Knoten im Netzwerk mindestens zwei Nachbarschaftsbeziehungen aufweist,
- 10 Fig. 20 das bisherige Netzwerk der Figur 17 um einen Cluster erweitert,
- Fig. 21 wie nach dem Verfahren die beiden Cluster aus Fig. 20 zusammengeführt wurden,
- Fig. 22 das Ablaufdiagramm für das beschriebene zweite Verfahren zur Planung einer Beleuchtungsanlage.

15

Bevorzugte Ausführung der Erfindung

- Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Leuchte 5. Die Leuchte 5 weist einen Eingang 51 zum Anschließen eines Netzwerkes mit einer integrierten Leistungsversorgung auf. Die integrierte Leistungsversorgung ist kompatibel
- 20 zum PoE-Standard gemäß IEEE 802.3af und 802.3at und zum zukünftigen Standard IEEE 802.3bt. Um die über das Netzwerk übertragene Leistung verwenden zu können weist die Leuchte 5 eine Leistungsversorgungseinheit 53 auf, die die elektrische Leistung vom Nutzsignal trennt und für die Komponenten der Leuchte aufbereitet. Das Nutz-
- 25 signal des Netzwerkes wird einer Steuerungseinheit 55 zugeführt, die die Daten verarbeitet. Hierbei werden reine Netzdaten z.B. aus dem Internet von Steuerbefehlen für die Leuchte getrennt. Die reinen Netzdaten werden an einen Accesspoint 59 weitergegeben, die Steuerbefehle werden ausgeführt, beziehungsweise an die zwei LED-

- Module 57 weitergegeben, die die Befehle entsprechend ausführen. Der Accesspoint 59 betreibt ein drahtloses Netzwerk gemäß WLAN Standard. In einer weiteren Ausführungsform betreibt der Accesspoint zusätzlich noch ein ZigBee und/oder ein Bluetooth Netzwerk. Der Accesspoint weist eine Antenne 591 auf, mittels der das drahtlose
- 5 Netzwerk betrieben wird. Die Antenne ist dabei als Bi-Quad-Antenne mit Reflektor ausgestaltet, deren Abstrahlcharakteristik an die Abstrahlcharakteristik der LED-Module angepasst ist. Die beiden Abstrahlcharakteristiken sind dabei im Wesentlichen kongruent, so dass bei gleichmäßiger Ausleuchtung des Raumes mit mehreren der Leuchten auch eine gute Netzabdeckung des drahtlosen Netzes gegeben ist.
- 10 In einer ersten bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird komplett auf die Netzanschlüsse je Leuchte verzichtet, und jede Leuchte über ein Netzkabel mit Energie versorgt. Hierbei wird der mittlerweile recht verbreitete Power over Ethernet (PoE) Standard gemäß IEEE 802.3af oder at verwendet. Bei größeren Flächenleuchten kommt auch der noch recht neue IEEE 802.3bt zur Verwendung. Der neuere IEEE
- 15 802.3at Standard erlaubt bis zu 25,4W Leistung über die Netzkabelung zu übertragen. Der kommende IEEE 802.3bt Standard erlaubt voraussichtlich mindestens 50W Leistung pro Netzkabelung zu übertragen. Dies ist für moderne LED Leuchten genug, um eine exzellente Beleuchtungsqualität zu gewährleisten. Generell kann gesagt werden, dass die vorgeschlagene Ausführungsform weg von wenigen mit großen und
- 20 Leistungsstarken Accesspoints ausgestatteten Leuchten hin zu mehr ausgestatteten Leuchten geht, die dann nicht mehr über das Stromnetz sondern über PoE versorgt werden.

Diese Lösung hat den Vorteil einer erheblich vereinfachten Verkabelung, da nur noch Netzkabel zu den jeweiligen Leuchten gelegt werden müssen, und die Leuchten

25 dann nur noch mittels des bekannten RJ45 Steckers angesteckt werden. Da die Netzkabelungen lediglich Schutzkleinspannung führen, kann die Installation von jedermann durchgeführt werden und muss nicht mehr durch speziell geschultes Personal wie bei Netzspannung bewerkstelligt werden.

Bei der vorgeschlagenen Ausführungsform sind auch die Accesspoints 59, also die

30 Netzwerkzugangspunkte, wesentlich leistungsschwächer, da sie ja nur noch einen

deutlich kleineren Bereich versorgen müssen, was mit weniger Leistung gut bewerkstelligt werden kann. Bei modernen Accesspoints kann davon ausgegangen werden, dass sie im Schlafmodus unter 0,5W und im Betrieb nur etwa ein Watt an Leistung benötigen. Dies kann über PoE leicht bewerkstelligt werden, auch zusätzlich zur benötigten Leistung für die Beleuchtung. Zusätzlich ist es bei vielen kleinen Accesspoints 5 in den Leuchten 5 wahrscheinlicher, dass ein Accesspoint gerade nicht benutzt wird, und in einen stromsparenden Schlafmodus versetzt werden kann. Die Versorgung der Leistung wird hierbei von einem Netzteil 53 mit angeschlossenem Steuerteil 55 bewerkstelligt, welches die Versorgungsleistung von den Daten trennt, und in den Daten 10 enthaltene Steuerdaten für die Leuchte gleich interpretiert und ausführt. Dieses Netzteil 53 ist also zwischen den Eingang der Leuchte und den Accesspoint beziehungsweise ein Leuchtmodul 57 der Leuchte geschaltet. Das Leuchtmodul 57 beinhaltet eine oder mehrere Lichtquellen wie LEDs oder LED-Module. Das Leuchtmodul 57 weist hierbei eine bestimmte Lichtabstrahlcharakteristik auf, wie sie für Leuchten 15 dieses Typs üblich ist.

Fig. 6 zeigt die Abstrahlcharakteristik eines solchen Lichtmoduls. Je nach Auslegung des Beleuchtungssystems kann die Charakteristik angepasst und der Abstrahlwinkel des Leuchtmoduls entsprechend gewählt werden. Im Folgenden Beispiel weist die Leuchte einen recht schmalen, direkten Abstrahlwinkel von lediglich 30° auf. Dadurch kann 20 eine gute Beleuchtungsstärke unterhalb der Leuchte erreicht werden, und durch eine entsprechende Anzahl an Leuchten ist die Lichtverteilung im Raum trotz des schmalen Abstrahlwinkels gut.

Das Bestechende an der vorgeschlagenen Ausführung ist nun die Tatsache, dass der in der Leuchte eingebaute Accesspoint eine Abstrahlcharakteristik aufweist, die im 25 Wesentlichen der des Leuchtmoduls entspricht. Dies hat den unschätzbaren Vorteil dass ein Lichtplaner, der die Beleuchtung in einem Gebäude plant mit dieser Planung gleichzeitig ein optimal ausgelegtes WLAN-Netzwerk plant. Denn wenn die Lichtplanung eine gleichmäßige Beleuchtungsstärke im Raum ergibt, dann ergibt das automatisch auch eine exzellente Abdeckung mit WLAN oder entsprechend einem anderen 30 Funknetzwerk. Um dies zu erreichen, sind die üblicherweise eingesetzten Stabant-

nen nicht mehr ausreichend. Es müssen Antennen mit einer unsymmetrischen Abstrahlcharakteristik wie beispielsweise BI-Quad-Antennen verwendet werden. Diese weisen wie die Leuchtmodule einen Reflektor auf, der die Strahlung in eine Raumhalbkugel bündelt. Je nach Antennenform ergeben sich dabei Abstrahlcharakteristiken, die kongruent zu denen des Lichts sind. Natürlich kann die „Keule“ bedingt durch die unterschiedliche Wellenlänge nicht exakt gleich ausfallen, aber es kann eine gute Ähnlichkeit erreicht werden, die fast kongruent wird. Informationen zur Bi-Quad-Antenne können hier abgerufen werden: <https://de.wikipedia.org/wiki/Quadantenne>

Fig. 7 zeigt die Abstrahlcharakteristik einer solchen Bi-Quad-Antenne. Es ist im Vergleich mit Fig. 6 deutlich zu sehen, dass hier eine sehr ähnliche Abstrahlcharakteristik gegeben ist. Um dies zu erreichen muss natürlich jedes verwendete Frequenzband seine eigene Antenne verwenden, um hier Kongruenz zu ermöglichen. Dabei wird von einem idealisierten Modell gemäß Fig. 8 ausgegangen, welches einen idealisierten Abstrahlkegel elektromagnetischer Strahlung zeigt. In diesem Fall hat der Kegel einen Abstrahlwinkel von 30° . Der mittlere 81 der Kreise ist der Winkel für das abgestrahlte Licht auf der Referenzebene 86. Die anderen beiden Kreise bezeichnen die $\pm 3^\circ$ -Linie, was einer Toleranz von $\pm 10\%$ entspricht, innerhalb derer sich die Abstrahlung des WLANs befinden sollte. Sofern dies erreicht wird kann von einer Kongruenz zwischen der Lichtabstrahlung und der Funkstrahlung gesprochen werden. Diese Kongruenz muss natürlich auf eine bestimmte Referenzebene bezogen werden, da die Abstrahlcharakteristiken im Raum unterschiedlich sein können. Die Referenzebene 86, auf der sich die Kreise befinden, ist hier der Fußboden. Die Betrachtung kann aber ebenfalls für andere Referenzebenen, z.B. die Referenzebenen 84 oder 85 angestellt werden. Diese Ebenen können z.B. die Höhen der Tischflächen von Bürotischen darstellen. Bei modernen hochfahrbaren Bürotischen gibt es ja zumindest zwei Ebenen für jede Endstellung des Tisches.

Soll das 60GHz Frequenzband für WLAN ebenfalls verwendet werden, dann ist aufgrund der deutlich unterschiedlichen Frequenz zu den beiden etablierten Bändern bei 2,4GHz und bei 5GHz eine andere Vorgehensweise beim Antennendesign notwendig.

Hier kann nicht mit einer einfachen Bi-Quad-Antenne gearbeitet werden. Da aufgrund

der extrem hohen Frequenz die Reichweite im 60GHz Bereich sehr niedrig ist, muss hier mit Antennendesigns mit sehr hoher Verstärkung und Richtwirkung gearbeitet werden. Dies kann mit einem MIMO-Antennenarray bewerkstelligt werden. Mit diesem MIMO-Array wird ein Space-time-Coding erreicht, bei dem jede Information über eine dedizierte Antenne versandt wird, über die eine optimale Übertragung zum Teilnehmer möglich ist. Der Standort des Teilnehmers wird also in den Übertragungsweg mit einbezogen. Das grundsätzliche Prinzip kann hier nachgelesen werden:

[https://de.wikipedia.org/wiki/MIMO \(Nachrichtentechnik\)](https://de.wikipedia.org/wiki/MIMO_(Nachrichtentechnik))

Fig. 9 zeigt die Abstrahlcharakteristiken der verschiedenen Antennen in einem solchen MIMO-Array. Die Abstrahlung ist scharf gebündelt um einen möglichst hohen Antennengewinn

[\(https://de.wikipedia.org/wiki/Antennentechnik#Richtfaktor_und_Antennengewinn\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Antennentechnik#Richtfaktor_und_Antennengewinn)

zu erreichen. Je nach Standort des Teilnehmers wird nun die Antenne aktiviert, bei der die größte Feldstärke am Gerät des Teilnehmers zu erreichen ist.

Fig. 10 zeigt nun beispielhaft einen Raum mit der vorgeschlagenen Beleuchtungsanlage. In diesem Raum, befinden sich wie z.B. in den USA üblich 16x8 Deckenpaneele in einer abgehängten Decke in 2,8m Höhe. In 10 dieser Deckenpaneele ist je eine Leuchte eingebaut. Der Kreis um jede dieser Leuchten bezeichnet die vom Licht und vom WLAN bestrichene Fläche. Es ist gut zu sehen, dass die Abdeckung mit einer guten Beleuchtungsstärke exzellent ist und gleichzeitig eine gute Abdeckung des Funknetzwerks erreicht wird. Da hier in der Zeichnung die Halbwertsbreiten der Signalstärke für die Planung zugrunde gelegt sind ist natürlich auch außerhalb der gezeichneten Bereiche mit einem Signal der Zelle zu rechnen. Mit geeigneter Rasterisierung der Kanäle kann hier die Störung benachbarter Zellen verhindert werden.

Die Figuren 11 bis 15 zeigen beispielhaft eine erste Anwendung der Planung einer Beleuchtungsanlage zusammen mit der Planung einer Funknetzwerkanlage mit den oben beschriebenen Leuchten 5.

Diese erste Anwendung zeigt auf, dass es möglich ist, mit an sich bekannten Lichtplanungstools auch das WiFi vorab zu kommissionieren. Im Folgenden wird ein erstes

Verfahren vorgestellt welches mit der Besonderheit der Leuchten 5 die Sendeleistung der WiFi Access Points AP#1..N mittels einem gegenüber den bekannten Lichtplanungstools verbesserten Lichtplanungstool optimiert. In dieser Anwendung ist vorausgesetzt, dass alle Leuchten über einen Rückkanal sei es über PoE, PLC, optische Übertragung oder ein weiteres kabelloses Medium, zum IT-Backbone verfügen:

In einem Lichtplanungstool können Leuchten 5 bevorzugt in Ausführungen mit Richtwirkung gewählt werden. Diese Leuchten weisen als Antenne eine Bi-Quad-Antenne oder Patch-Antenne oder eine andere geeignete Antenne mit Richtwirkung entlang der vertikalen Hauptachse auf. Die HF-Abstrahlcharakteristik ist dem Lichtplanungstool bekannt. Zudem sind dem Lichtplanungstool optional HF-Dämpfungswerte für Objekte bekannt. Aus dem WiFi Standard für 2.4GHz ist bekannt, dass für unterschiedliche Modulationsverfahren noch bestimmte Signalstärken am Empfänger verfügbar sein müssen. Dieser Wert ist von der Sensitivität des Empfängers und des Signal-Rauschverhältnisses auf dem Kanal abhängig. Gängige Werte für die höchste Übertragungsrate bei 802.11n liegen bei etwa -74dBm. Für den für das verbesserte Lichtplanungstool vorgestellten Algorithmus, der im verbesserten Lichtplanungstool implementiert ist, ist dieser Wert ein Parameter, soll aber für die Berechnung frei wählbar sein. Das Verfahren beschreibt wie für eine gewählte Bezugsebene im Raum die Sendeleistungen der Accesspoints 59 im Sinne von möglichst geringster Überlappung von Zellen und Energieeffizienz optimiert werden können.

Fig. 11 zeigt eine Ansicht der Abstrahlcharakteristik einer Leuchte 5. Die Orte gleicher Feldstärke sind als ISO-Linien 112, 114, 116 dargestellt. Aus den Abstrahlcharakteristiken und bekannten Dämpfungswerten von Objekten werden im ersten Schritt die Iso-Linien aus dem Schnitt mit der Bezugsebene (z.B. der Boden oder eine Tischfläche) berechnet. Als Ausgangssituation wird die Abdeckung über die Halbwertsbreite gewählt. Die Iso-Linie 114 ist dabei die Halbwertsbreite, zu der man nun eine Signalstärke des von der Leuchte 5 abgestrahlten Signals berechnen könnte, mit dem man auf der Bezugsebene noch die im Standard vorgeschlagenen -74dBm erreicht. Wird die Signalstärke erhöht, so resultiert daraus eine größere Flächenabdeckung. Beispielhaft sei

hier die ISO-Linie 116 gezeigt. Wird die Signalstärke verringert, dann resultiert daraus eine kleinere Abdeckung wie die ISO-Linie 112 zeigt.

Als Halbwertsbreite ist der Abstrahlwinkel der Antenne definiert, zu der sie noch in Hauptrichtung die halbe Signalstärke hat. Da die elektrischen Werte bei einer Antenne
5 ja gerne logarithmisch angegeben werden ist die Halbwertsbreite dort zu finden, wo der Antennengewinn $10 \cdot \log(2) = 3.0103\text{dB}$ kleiner ist als auf der Hauptachse. In der Literatur kürzt man gern auf 3dB ab. Vereinfacht kann also festgehalten werden, dass sich die Signalstärke alle 3dB verdoppelt.

Fig. 12 zeigt beispielhaft die Ausgangssituation für einen Teil eines Raumes mit vier
10 Leuchten mit Accesspoints AP1 bis AP4, deren Halbwertsbreiten in der Schnittebene gekennzeichnet sind. Hier sind die Halbwertsbreiten ohne Berücksichtigung von Dämpfung und Reflexionen dargestellt, und sind deswegen kreisförmig.

Im zweiten Schritt wird nun die Leuchte gewählt, die bei Erweiterung der ISO-Linien das beste Verhältnis zwischen Abdeckung noch freier Fläche zu Überlappung mit
15 bereits abgedeckter Fläche ergibt.

Als Randbedingung gibt es hier eine äußere Iso-Linie 121, 122, 123, 124 als Begrenzung über die hinaus nicht erweitert werden darf. Diese ergibt sich aus dem Antennengewinn auf der Hauptachse zuzüglich der Sendeleistung abzüglich der Verluste durch Kabel, Steckverbindungen usw. Diese Summe darf nach aktueller Gesetzgebung nicht
20 über 20dBm liegen.

Nun werden die -74dBm, die noch am entferntesten Punkt erreicht werden sollen, in Betracht gezogen und mittels einem unten beschriebenen Path-Loss-Modell berechnet. Dann kann für die Antenne der Leuchte 5 ein Winkel errechnet werden, bei dem diese Randbedingung der ISO-Linie 121, 122, 123, 124 noch erreicht wird und somit
25 der Schnitt, d.h. die äußerste ISO-Linie 121, 122, 123, 124 errechnet werden. In den meisten Fällen, vor allem in Bürogebäuden wird dies ein theoretisches Limit sein, da hier von Distanzen $\ll 10\text{m}$ ausgegangen werden muss.

Der zweite Schritt wird nun für jede Leuchte im Beleuchtungssystem so lange wiederholt, bis alle Flächen abgedeckt sind. Fig. 13 zeigt die Situation nach dem zweiten
30 Schritt.

Im dritten Schritt wird nun die Leuchte gewählt, bei der durch Verkleinerung des ISO-Linien-Abstands der Überlapp der Flächen am stärksten verringert wird ohne Freiflächen zu erzeugen.

Der dritte Schritt wird nun so lange wiederholt, bis die Flächen optimiert sind. Fig. 14

5 zeigt die Situation nach dem dritten Schritt.

Im vierten Schritt wird nun für jede Leuchte die optimale Signalstärke berechnet. Dies geschieht folgendermaßen:

- a. Aus der gewählten ISO-Linie kann nun auf den zugehörigen Winkel in der Abstrahlcharakteristik der Antenne zurückgeschlossen werden
- 10 b. Zu diesem Winkel ist der Antennen-Gain bekannt
- c. Aus dem unten beschriebenen Path-Loss-Modell, dem Antennen-Gain und der gewünschten Signalstärke am entferntesten Punkt kann nun die Signalstärke für den Accesspoint bestimmt werden.

15 Das Pfad Verlust Modell kann folgendermaßen beschrieben werden:

(I) Maximaler Pfadverlust = Sendeleistung – Empfänger Empfindlichkeit + Antennengewinn – Verluste – Schwundreserve.

Verluste sind ein Parameter, der ermittelt wird und für die Leuchte hinterlegt wird

(Anschluss- und Kabelverluste), Schwundreserve ist ein Einstellbarer Wert im Pla-

20 nungstool. Die Distanz d berechnet sich zu:

(II) $d = \text{Distanz (km)} = 10(\text{maximaler Pfadverlust} - 32.44 - 20\log(f))/20$

Aus den beiden obigen Gleichungen (I) und (II) kann nach der „Sendeleistung“ aufgelöst werden. Der Parameter „Schwundreserve“ beschreibt einen zusätzlichen Verlust gegenüber der Freiraumausbreitung. Dieser Wert wird ebenfalls fest eingestellt.

25 Damit ergibt sich

(III) $\text{Sendeleistung} = 20 \cdot \log(d) + 20 \cdot \log(f) + 32.44 + \text{Schwundreserve} + \text{Verluste} - \text{Antennengewinn} + \text{Empfängerempfindlichkeit}$ (z.b. -74dBm)

Im Folgenden wird kurz ein Beispiel mit typischen Werten bei der Halbwertsbreite gezeigt. Die voreingestellten und bekannten Werte sind folgende:

30 Schwundreserve = 5dB

Verluste = 3dB

Antennengewinn 3dB

Empfängerempfindlichkeit -74dBm

Distanz = 4m = 0.004km

5 $f = 2.45\text{GHz} = 2450\text{ MHz}$

Daraus berechnet sich die Sendeleistung zu: $\text{Sendeleistung} = 20 \cdot \log(0.004) + 20 \cdot \log(2450) + 32.44 + 5 + 3 - 3 - 74 = -47.96 + 67.78 + 32.44 + 5 + 3 - 3 - 74 = -16.74\text{dBm} = 21\mu\text{W}$

Ein Vergleich zeigt die notwendige Sendeleistung bei 25 fachem Abstand von 100 Metern (hohe Abdeckung durch einen Access Point): $\text{power} = 11.22\text{dBm} = 13\text{mW}$ ($20 \cdot \log(0.1) = -20$, wobei hier die erhöhte Schwundreserve durch Abschattungen und Reflexionen nicht berücksichtigt ist). Die notwendige Sendeleistung bei 25 fachem Abstand beträgt etwa das Fünfhundertfache.

15 Dieses Verfahren beschreibt eine konkrete Implementierung zur Optimierung der Flächenabdeckung eines drahtlosen Netzwerkes, welches auch durch andere Verfahren ersetzt werden kann. Die Berechnung zum Pfad Verlust Modell ist jedoch immer gültig sofern man zu einem bestimmten Abstrahlwinkel die gewünschte Empfangsleistung kennt.

20 Fig. 15 zeigt das Ablaufdiagramm für das beschriebene Verfahren. Im Punkt 131 wird das Verfahren mit dem Schritt 132 gestartet, in dem die ISO-Linien der im System befindlichen Accesspoints auf eine vorbestimmte Bezugsebene berechnet werden. Ist dies getan, wird in der Abfrage 133 geprüft, ob es im Raum nicht abgedeckte Flächen gibt. Dazu muss das Planungstool natürlich den Geschoßplan des Gebäudes zu Rate ziehen, in dem der Grundriß und die Lage der Accesspoints hinterlegt sind. Gibt es nicht abgedeckte Flächen, so wird im Schritt 134 geprüft, welcher Accesspoint die bisher nicht abgedeckten Flächen bei Vergrößerung der Sendeleistung am besten abdeckt. Dieser wird lokalisiert und die notwendige ISO-Linie sowie die dazugehörige Sendeleistung entsprechend berechnet. Danach wird wieder zur Abfrage 133 gesprun-

30 gen, und Schritt 134 so lange wiederholt bis es keine nicht abgedeckten Flächen mehr

gibt. Ist die Abdeckung vollständig, dann wird in der Abfrage 135 festgestellt ob es reduzierbare Flächen gibt, ob also die Abdeckung bestimmter Accesspoints reduziert werden kann, weil die Abdeckung anderer Accesspoints erhöht worden ist. Ist dies der Fall, dann wird im Schritt 136 der Accesspoint angesehen, dessen Fläche am stärksten verringert werden kann, ohne eine neue Freifläche zu schaffen. Dessen ISO-Linie und Sendeleistung wird im Folgenden berechnet und die Abfrage 135 wiederholt. Der Schritt 136 wird von der Abfrage 135 so lange angesprungen, bis keine Accesspoints mehr vorhanden sind, dessen Leistung reduziert werden könnte.

Ist dies der Fall, wird in der Abfrage 137 geprüft, ob es noch nicht berechnete Accesspoints gibt. Ist dies der Fall, dann wird im schritt 138 ein Accesspoint gewählt, der noch nicht berechnet wurde. Im Schritt 139 wird dann dessen ISO-Linie und die dazugehörige Sendeleistung berechnet. Die ISO-Linie wird als Minimallinie berechnet, bei der überall die Mindestsignalstärke von z.B. -74dB erreicht wird. Dann wird wieder zur Abfrage 137 gesprungen. Die Schritte 138 und 139 werden so oft wiederholt, bis alle Accesspoints berechnet wurden. Sind alle Accesspoints berechnet, dann ist das Verfahren im Punkt 140 beendet. Es sei angemerkt, dass in der vorliegenden Ausführungsform ein Accesspoint AP#1..AP#N mit einer Leuchte 5 gleichgesetzt werden kann, da die Erfindung ja darauf basiert, dass in jeder Leuchte 5 ein Accesspoint vorhanden ist. Das Verfahren kann aber selbstverständlich auch mit reinen Accesspoints durchgeführt werden, die sich nicht in einer Leuchte 5 befinden.

Anhand der Figuren 16 bis 21 wird beispielhaft eine zweite Anwendung zur Planung einer Beleuchtungsanlage erläutert. Die Beleuchtungsanlage in dieser Ausgestaltung umfasst ein WiFi Mesh-Netzwerk, das heißt dass wie in der vorigen Ausgestaltung jede Leuchte 5 einen Accesspoint aufweist. Hier gibt es jedoch auch WiFi-Knotenpunkte die keine Accesspoints für den Endanwender sind, sondern der WiFi Infrastruktur dienen. Fig. 22 zeigt ein Ablaufdiagramm für ein zweites Verfahren zur Planung der Beleuchtungsanlage.

In einer zweiten Ausführung eines Leuchtensystems mit Kongruenzleuchten wird der Fall WiFi-Mesh betrachtet. Ausgangspunkt ist ein Netzwerk, bei dem nicht jeder Kno-

ten oder Accesspoint einen Netzwerkanschluss hat, so dass diese Knoten beziehungsweise Accesspoint ihr Netzwerk über das WiFi-Mesh bekommen und nicht über das drahtgebundene PoE-Netzwerk. Da alle Knoten im Netzwerk auch Accesspoints sind, die nur teilweise für den Endanwender nicht zur Verfügung stehen, wird im der folgenden Erläuterung der Begriff Accesspoint gleichgesetzt mit dem Begriff Knoten.

5 In dieser Ausführungsform sollen Signalstärken so gewählt werden das zu jedem Knoten theoretisch die maximale Datenrate zur Verfügung steht. Das Verfahren ist für alle kabellosen Mesh-Netzwerke denkbar (WiFi, Zigbee, Thread, Bluetooth, BLE, ...) wird aber im Folgenden am Beispiel von WiFi Mesh nach dem 802.11s Standard beschrieben.

10 Um eine WiFi-Mesh in der Leuchtenebene zu gewährleisten wird eine ausreichende Abstrahlcharakteristik der Antenne oder bei einer Multi-Antennen Lösung, einer oder mehrerer Antennen in dieser Ebene benötigt. Bei einer Ein-Antennen-Lösung kann dies z.B. eine Patchantenne sein, bei einem Zwei-Antennen-System könnte dies mit einer Kombination aus Richtantenne und Rundstrahler realisiert werden.

15 Das Mehrantennen System bietet den Vorteil, das vorherige vorgestellte Verfahren weiterhin zu nutzen um die Signalstärken der Zellen in Hauptrichtung zu optimieren. Im Folgenden soll nun nur noch der Fall in der horizontalen Ebene (z.B. entlang der Decke eines Gebäudestockwerkes) beachtet werden. Zunächst betrachten wir die Umsetzung eines WiFi Mesh-Netzwerkes nach IEEE 802.11s

20 (<http://www.elektronik-kompodium.de/sites/net/1408051.htm>). Der Standard regelt das dynamische Routing und den Kanalzugriff des Mesh-Netzwerkes. Dabei werden drei verschiedene Typen von Accesspoints klassifiziert. Accesspoints 143, die als Gateway in das eigentliche Netzwerk agieren (MPP), Accesspoints 141, die sowohl für das nutzbare Netzwerk als auch für Routing zur Verfügung stehen (MAP), und Accesspoints 145, die lediglich für Routing zur Verfügung stehen (MP).

25 Accesspoints 145, die nur zum Routing zur Verfügung stehen teilen sich einen Kanal mit ihren benachbarten Partnern. Hieraus wird schnell ersichtlich dass ein solches Mesh-Network schnell an die Grenzen bei Zugriffsverfahren stoßen kann. Umgekehrt muss aber sichergestellt sein dass jeder Accesspoint mindestens einen Nachbarn sieht und dass es eine Route zu

30 einem MAP gibt. Jede Leuchte in kann die Rolle eines MP oder MAP einnehmen,

jedoch nur Leuchten 5 mit einer Verbindung in das übergeordnete Netz können MPP 143 sein. Zudem soll noch die optionale Möglichkeit bestehen bestimmte Access Points als Hot-Spots zu definieren mit ebenfalls optional wählbarer Mindestabdeckung in der Bezugsebene. Das Verfahren zum Einrichten eines Beleuchtungssystems umfasst folgende Schritte, die anhand der Figuren 16 bis 21 erläutert werden (es wird hier nur die horizontale Leuchtenebene betrachtet, nicht die darunter liegende Zelle). Es wird im folgenden Text auch auf das Ablaufdiagramm in Fig. 22 verwiesen:

1. Das Verfahren beginnt im Schritt 2210. Im Schritt 2211 wird zunächst ein Knoten gewählt, und im Schritt 2212 ein Radius als Reichweite ermittelt um noch einen fest eingestellten Wert als Signalstärke zu erreichen, z.B. -74dBm. Dabei wird darauf geachtet, dass der aktuelle Knoten dabei den nächstliegenden Knoten erreicht. In der Abfrage 2213 wird abgefragt, ob schon alle Knoten durchlaufen wurden. Wenn nicht, wird erneut zum Schritt 2211 gesprungen. Fig. 16 zeigt eine Anordnung von Access Points in einem einzurichtenden Beleuchtungssystem. Es gibt zwei Accesspoints 141, die vom Planer als Hotspot festgelegt sind. Es gibt zwei Accesspoints 143, die als Gateway agieren können. Und es gibt weitere Accesspoints 145. Fig. 17 zeigt die Situation dass jeder Knoten genau einen Nachbarn sieht. Die Reichweiten der Accesspoints sind als Kreise 151, 153 und 155 in der Figur eingetragen.

2. Im Schritt 2214 werden nun die Hotspot Accesspoints 141 gesperrt, sie besitzen mindestens eine Verbindung zu einem weiteren Knoten und sollen bestmöglich nicht für Routing genutzt werden. Daher ist es Aufgabe der anderen Knoten eine Route zu den Accesspoints 141 zu bringen. Wie man in Fig. 17 sieht, gibt es keine bilaterale Kommunikation für jeden Knoten und in manchen Fällen nur eine bilaterale Kommunikation zu einem benachbarten Accesspoint 141, aber ohne Route zu einem Gateway.

3. Nun muss für jede Leuchte, die nur einen Accesspoint 141 als Nachbar sieht, der nächstmögliche weitere Nachbar einbezogen werden, dies gilt für sowohl Accesspoints 143 als auch Accesspoints 145. Dazu wird im Schritt 2215 ein Knoten gewählt, der nur einen Accesspoint 141 als Nachbar hat und Schritt 2215 noch nicht durchlaufen hat. Im Schritt 2216 wird ein Nachbar gewählt, der kein Accesspoint 141 ist, und es wird ein Radius als Reichweite ermittelt um noch einen fest eingestellten Wert als

Signalstärke zu erreichen, z.B. -74dBm. In der Abfrage 2217 wird geprüft, ob alle Knoten Schritt 2215 durchlaufen haben. Ist dies nicht der Fall, wird erneut zum Schritt 2215 gesprungen. Ist dies der Fall, geht es weiter beim Schritt 2218.

4. Zu diesem Zeitpunkt ist für jeden Knoten sichergestellt dass er Unidirektional zu einem anderen Knoten senden kann. Jetzt wird für jeden Knoten in den Schritten 2218 bis 2220 geprüft ob er auch von einem anderen Knoten gesehen wird. Ist dies nicht der Fall wird zunächst im Schritt 2218 ein bisher noch nicht behandelter Knoten ausgewählt, und im Schritt 2219 der nächste Nachbar gesucht der kein Hotspot Accesspoint 141 ist und seine Reichweite 151, 153, 155 wird im Schritt 2220 so erweitert, dass er Gegenspieler für den Knoten ist. In der Abfrage 2221 wird geprüft, ob alle Knoten schon behandelt wurden, wenn nicht, dann wird zu Schritt 2218 gesprungen. Ist dies der Fall, dann ist diese Schleife beendet und es geht im Schritt 2220 weiter. Das Ergebnis der Schritte 3 und 4 ist in Fig. 18 dargestellt.

5. Im fünften Schritt werden nun alle Knoten 145 gesucht, die nur eine Nachbarschaftsbeziehung haben. Ist dies der Fall wäre der Knoten 145 ein Endpunkt und würde nicht am Routing im Mesh teilhaben. Für jeden dieser Knoten wird ein weiterer nächster Knoten in die Reichweite 155 aufgenommen. Dieser Gegenknoten muss ebenfalls erweitert werden um diesen als Gegenpart zu unterstützen. Dazu wird im Schritt 2222 ein Knoten gewählt, der noch nicht behandelt wurde. Im Schritt 2223 wird ein benachbarter Knoten 145 gesucht, Knoten 141 und 143 werden ignoriert. Nun wird im Schritt 2224 wieder ein Radius als Reichweite ermittelt um noch einen fest eingestellten Wert als Signalstärke zu erreichen, z.B. -74dBm. Für den benachbarten Knoten wird im Schritt 2225 ebenfalls ein Radius als Reichweite ermittelt um noch einen fest eingestellten Wert als Signalstärke zu erreichen, z.B. -74dBm, so dass dieser Knoten Gegenspieler des behandelten Knotens ist. In der Abfrage 2226 wird geprüft, ob schon alle Knoten behandelt wurden. Ist dies nicht der Fall, wird wieder zum Schritt 2222 gesprungen, ansonsten geht es beim Schritt 2228 weiter. Fig. 19 zeigt das Ergebnis nach diesem fünften Schritt.

6. Zuletzt muss für jeden Knoten geprüft werden ob mindestens eine Route zu einem Zugangspunktknoten 143 existiert. Hierbei können alle Knoten die untereinander

der Routen haben in Cluster zusammengefasst werden. Für jeden Cluster wird schließlich derjenige gewählt der mit kleinster Reichweitenerweiterung einer seiner Knoten einen weiteren Cluster mit einschließt. Dieser Knoten und der passende Gegenspieler werden auf diese Reichweite gesetzt und die beiden Cluster zu einem zusammenge-

5 fasst. Dies wird so lange wiederholt bis nur noch ein Cluster bleibt. Dazu wird im Schritt 2228 ein beliebiger Cluster gewählt. In der Abfrage 2229 wird geprüft, ob nur noch ein Cluster verfügbar ist. Ist dies der Fall, ist das Verfahren im Punkt 2233 beendet. Ist dies nicht der Fall, so wird im Schritt 2230 ein Knoten gewählt, der mit geringster Vergröße-

10 Clusters so eingestellt, dass er Gegenspieler des Knotens ist. Im Schritt 2232 werden die beiden nun verbundenen Cluster zusammengeführt. Fig. 20 zeigt das bisherige Netzwerk um einen Cluster erweitert der alle Bedingungen aus Schritt 1-5 erfüllt. Fig. 21 zeigt wie nach dem Verfahren die beiden Cluster zusammengeführt wurden.

Zuletzt wird wieder gemäß dem Pfad-Verlust Modell die Signalstärke und Sendeleis-

15 tung jedes einzelnen Knoten berechnet. Diese Werte sind dann die endgültigen Anlagenwerte, die eine optimale Abdeckung bei maximaler Trennschärfe zwischen den Accesspoints garantieren.

Bezugszeichenliste

	21, 22	Gateways und Steuerungsrechner für die Beleuchtungsanlage
	DS	Verteilnetzwerk, internes Netzwerk
5	AP#1..AP#N	Accesspoints
	BSS#1..BSS#N	Basis Service Sets für Teilnehmer am Wireless LAN (WLAN) Netzwerk
	41	Netzwerkzugangspunkte in den Leuchten
	42	Funklöcher
	81	Lichtabstrahlkreis einer Leuchte am Boden als Referenzebene
10	82	+3° (10%) Toleranzlinie der Abstrahlfläche des Funknetzes
	83	-3° (10%) Toleranzlinie der Abstrahlfläche des Funknetzes
	84	Referenzebene
	85	Referenzebene
	86	Referenzebene Fußboden
15	101	Deckenpaneele mit einer Größe von 625mmx625mm
	5	Leuchte
	51	Eingang zum Anschließen eines Netzwerkes
	53	Leistungsversorgungseinheit
	55	Steuerungseinheit
20	57	LED-Modul, Lichtquelle
	59	Accesspoint, Netzwerkzugangspunkt
	591	Antenne
	112, 114, 116	ISO-Linien
	141	Knotenpunkte, die als Accesspoints dienen
25	143	Knotenpunkte mit Zugang zum drahtgebundenen Netzwerk
	145	Knotenpunkte, die für das Routing dienen
	151	Reichweitenlinie des Knotenpunkts 141
	153	Reichweitenlinie des Knotenpunkts 143
	155	Reichweitenlinie des Knotenpunkts 145
30		

Patentansprüche

1. Leuchte, **aufweisend:**
 - einen Eingang (51) zum Anschließen eines Netzwerkes mit einer integrierten Leistungsversorgung,
- 5
 - eine Leistungsversorgungseinheit (53) zum Versorgen aller Komponenten der Leuchte mit einer elektrischen Leistung, die dem Eingang (51) entnommen wird,
 - mindestens eine Lichtquelle (57), die von der Leistungsversorgungseinheit (53) versorgt wird,
 - einen Netzwerkzugangspunkt (59) zum Bereitstellen mindestens eines drahtlosen
- 10
 - Netzwerkes, der von der Leistungsversorgungseinheit (53) versorgt wird und über den Eingang (51) mit dem Netzwerk gekoppelt ist,
 - mindestens eine Antenne (591) , die dem Netzwerkzugangspunkt (59) zugeordnet ist, wobei die Lichtquelle (57) und die Antenne (591) so angeordnet und ausgelegt sind, dass die Abstrahlcharakteristik des Lichts kongruent zur Abstrahlcharakteristik der
- 15
 - Antenne des drahtlosen Netzwerkes bezogen auf eine oder mehrere Referenzflächen (84, 85) ist.
2. Leuchte nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie weiterhin eine Steuerungseinheit (55) zum Steuern der Komponenten der Leuchte aufweist.
3. Leuchte nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtquelle (57) von der
- 20 Steuerungseinheit (55) gesteuert wird.
4. Leuchte nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das drahtlose Netzwerk ein WLAN-Netzwerk nach dem Standard IEEE 802.11 ist
5. Leuchte nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das drahtlose Netzwerk ein ZigBee-Netzwerk nach dem Standard IEEE 802.15.4 ist.
256. Leuchte nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das drahtlose Netzwerk ein Bluetooth-Netzwerk nach dem Standard IEEE 802.15.1 ist.
7. Leuchte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Netzwerkzugangspunkt mindestens eines der im Standard vorgesehenen Frequenzbänder verwendet: 2,4GHz, 5GHz, 60GHz.

8. Leuchte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Antenne eine Bi-Quad-Antenne ist.
9. Leuchte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Netzwerkzugangspunkt eingerichtet ist, mit benachbarten Netzwerkzugangspunk-
5 ten ein Mesh-Netzwerk zu bilden.
10. Leuchte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Netzwerkzugangspunkt eingerichtet ist, ein Hand-Over eines Teilnehmers zu einem anderen Netzwerkzugangspunkt gemäß dem IEEE 802.11f und/oder IEEE 802.11r Standard zu ermöglichen.
1011. Leuchte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Eingang PoE (Power over Ethernet) fähig gemäß einem der Standards IEEE 802.3 af, IEEE 802.3at, IEEE 802.3bt ist, und die Leistungsversorgungseinheit die Leistung über PoE erhält.
12. Beleuchtungsanlage mit mehreren der Leuchten gemäß einem oder mehreren der
15 Ansprüche 1 bis 11.
13. Beleuchtungsanlage nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass ein Hand-Over eines Teilnehmers zwischen Leuchten der Beleuchtungsanlage gemäß dem IEEE 802.11f und/oder IEEE 802.11r Standard stattfindet.
14. Beleuchtungsanlage nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass die
20 Leuchten in der Beleuchtungsanlage ein Mesh-Netzwerk bilden.

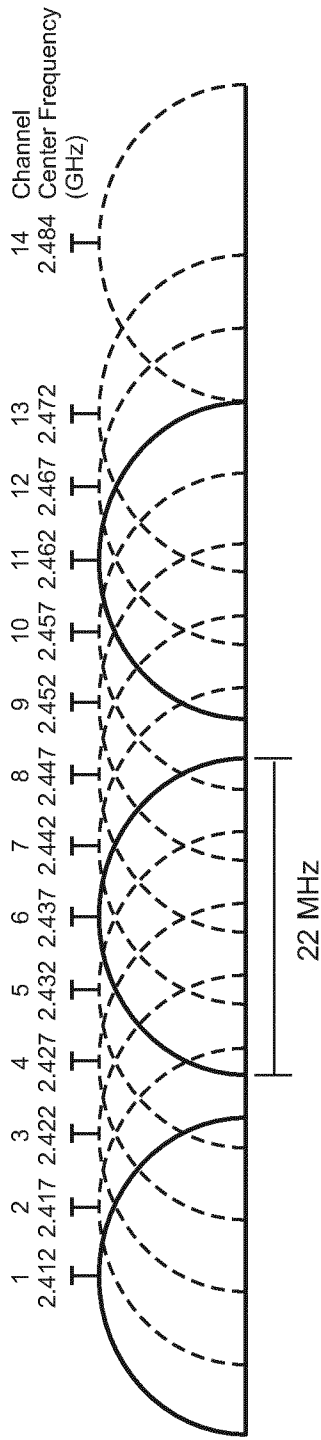


Fig. 1

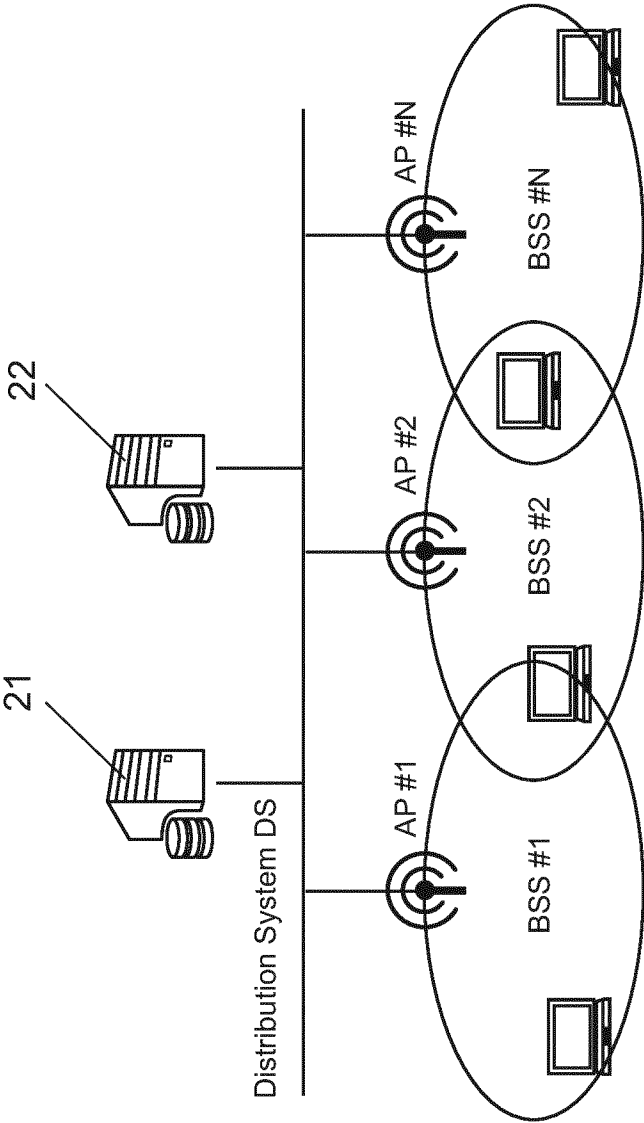


Fig. 2

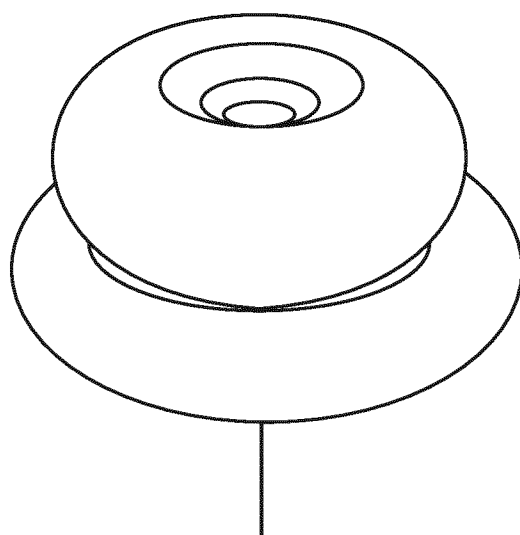


Fig. 3

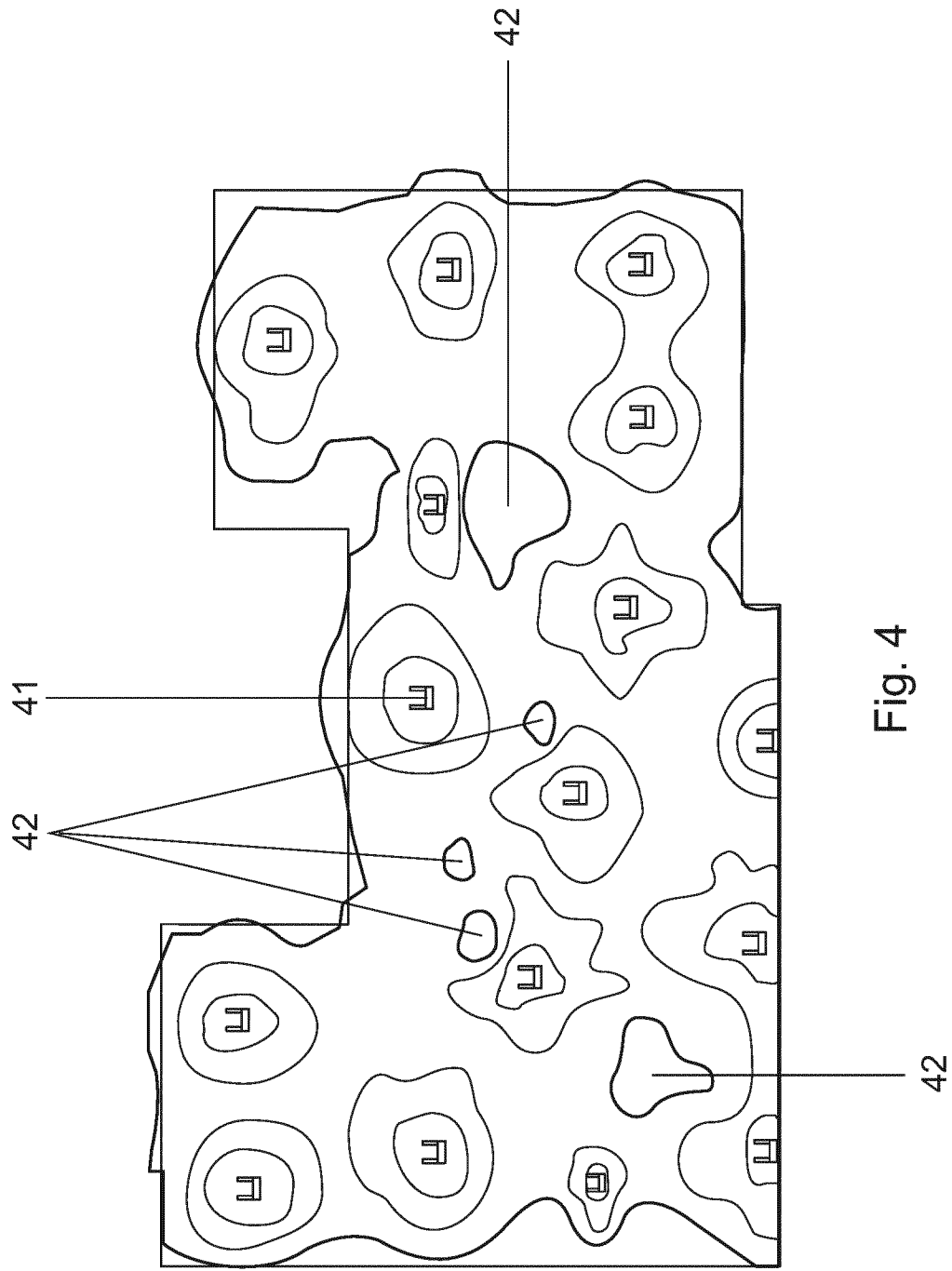


Fig. 4

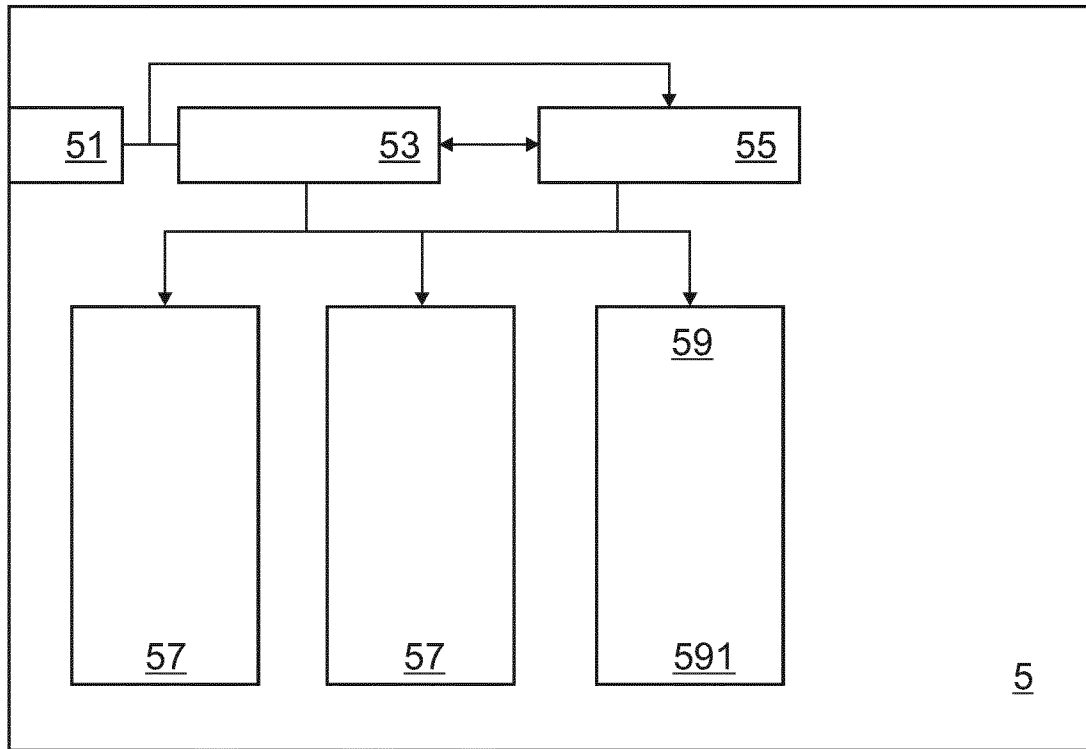


Fig. 5

6/19

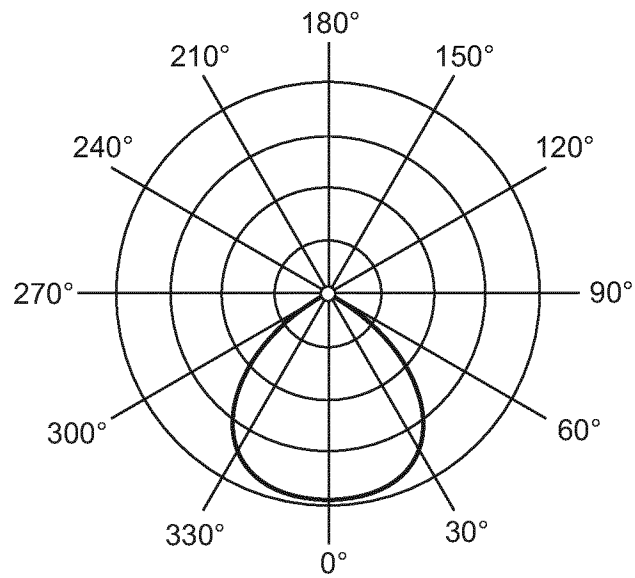


Fig. 6

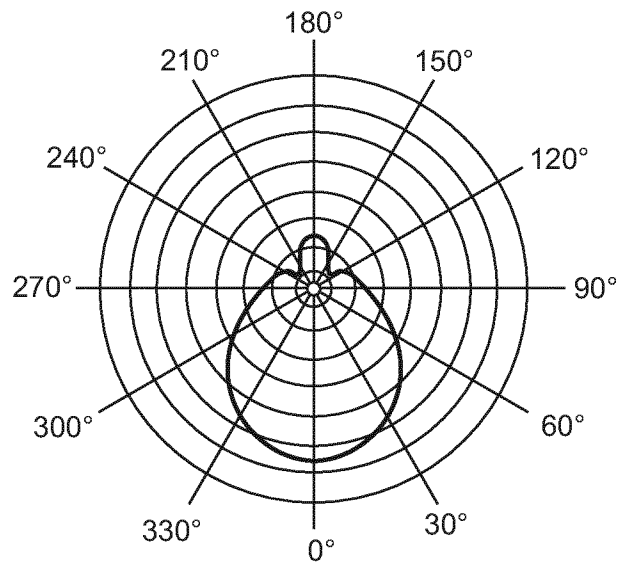


Fig. 7

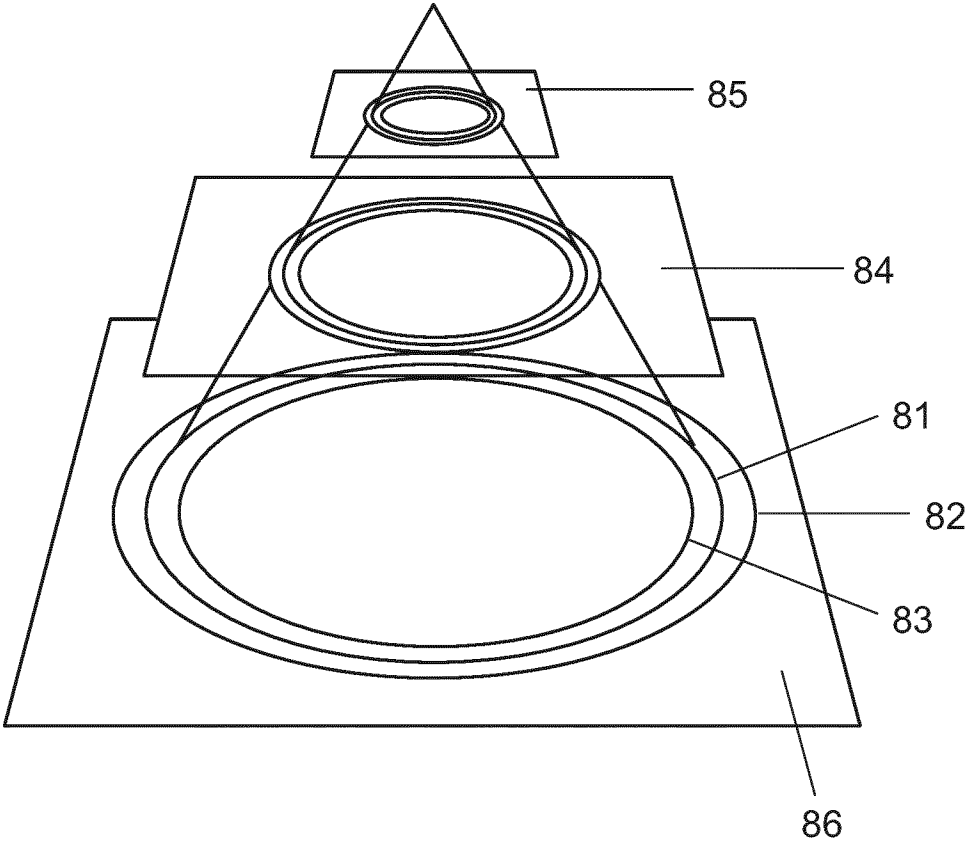


Fig. 8

8/19

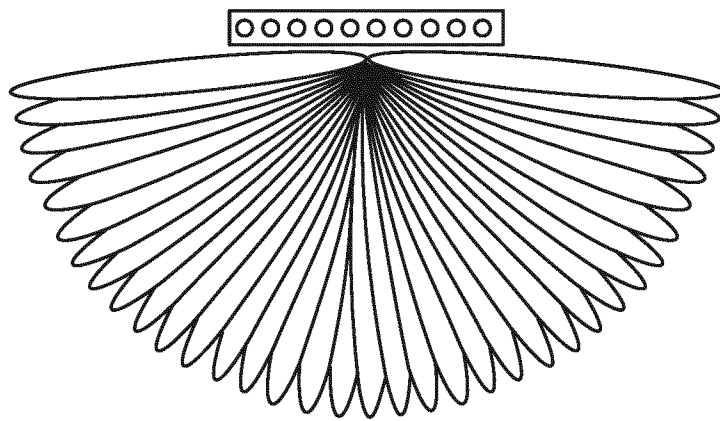


Fig. 9

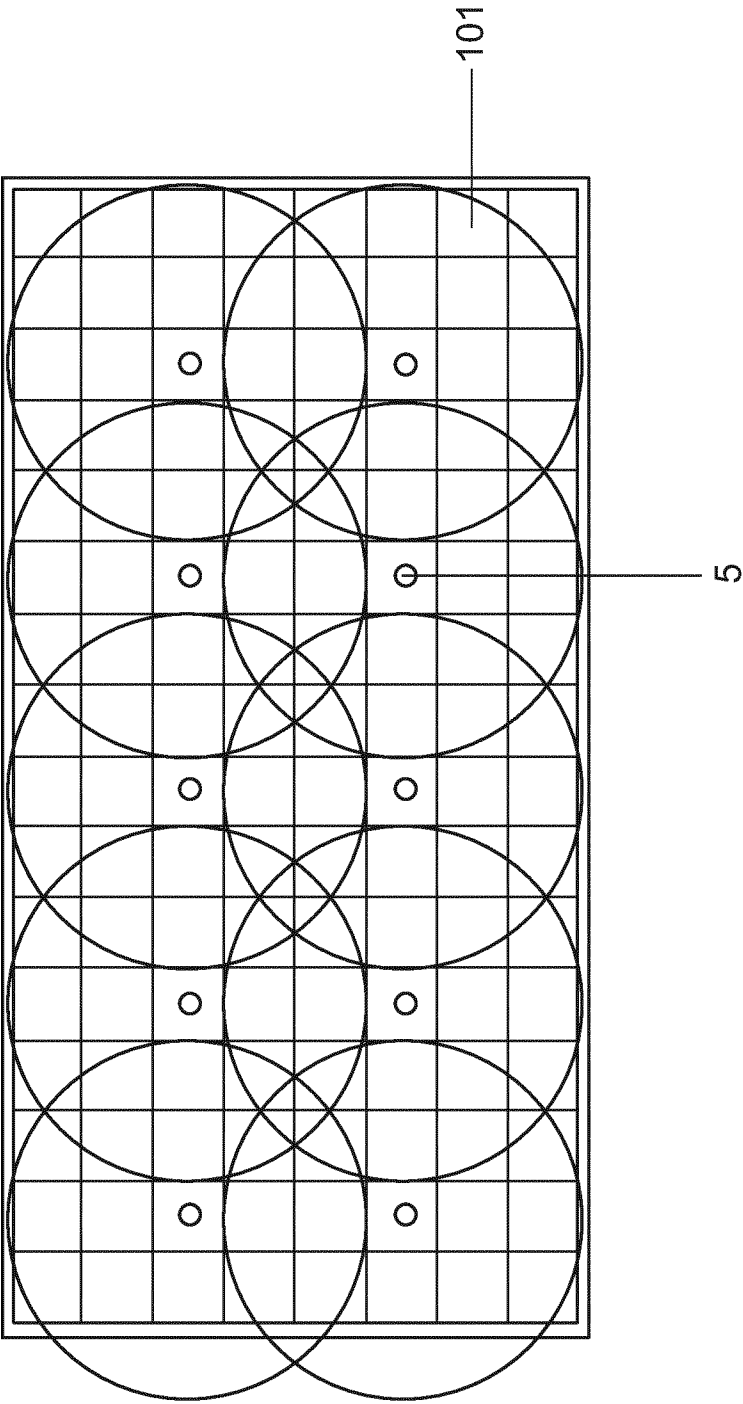


Fig. 10

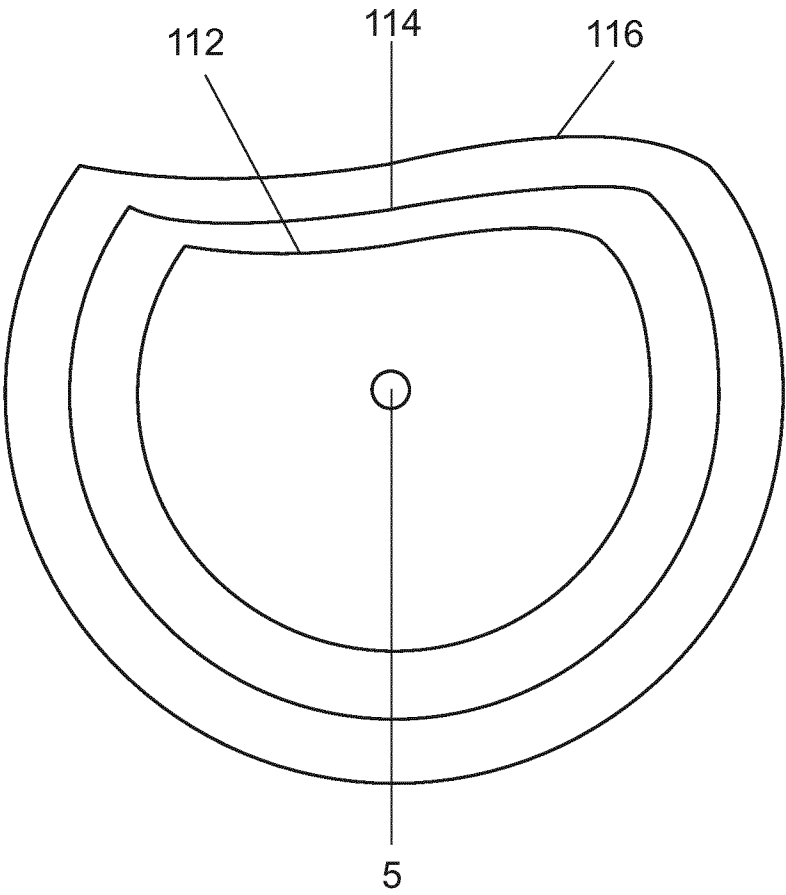


Fig. 11

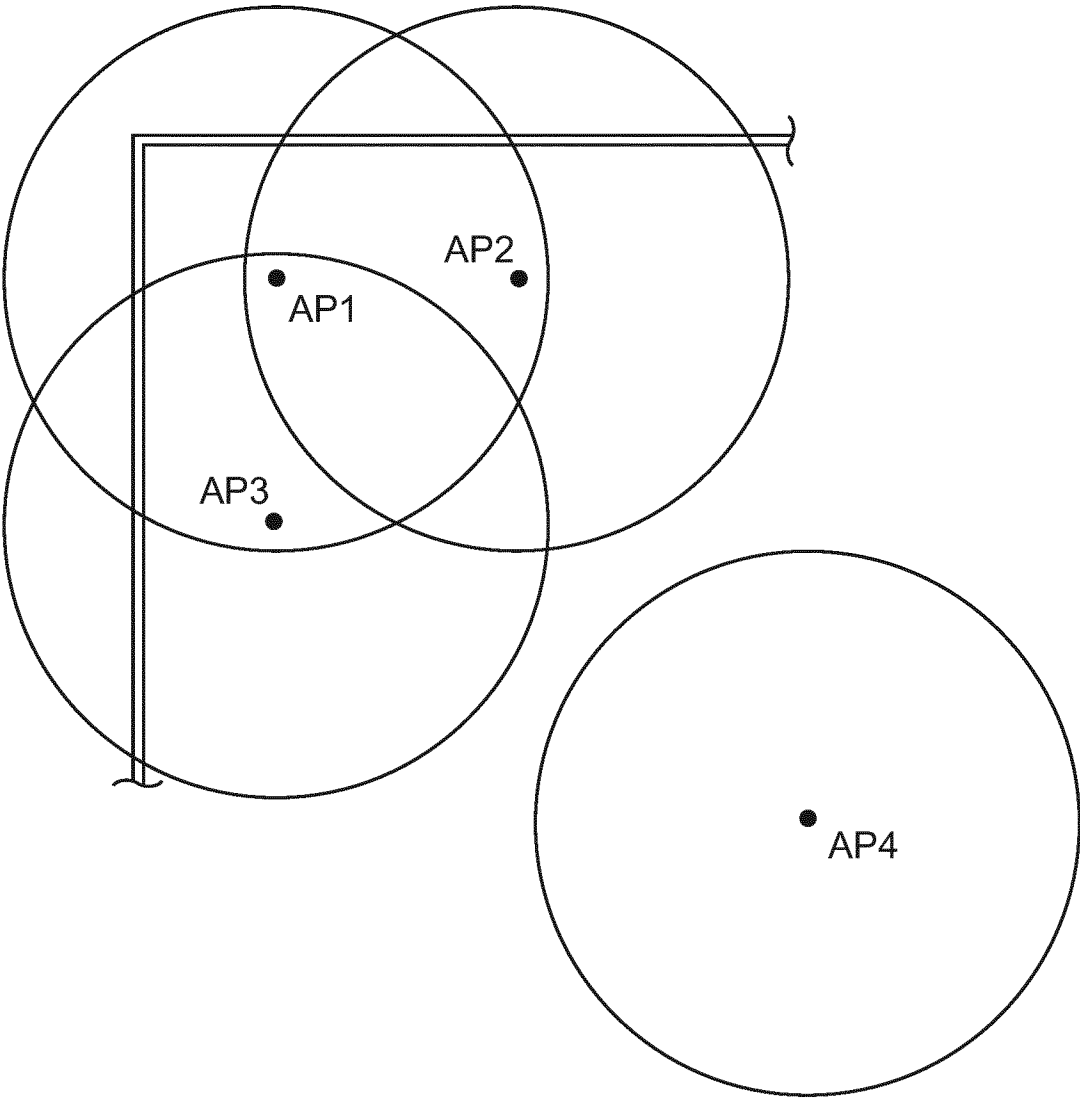


Fig. 12

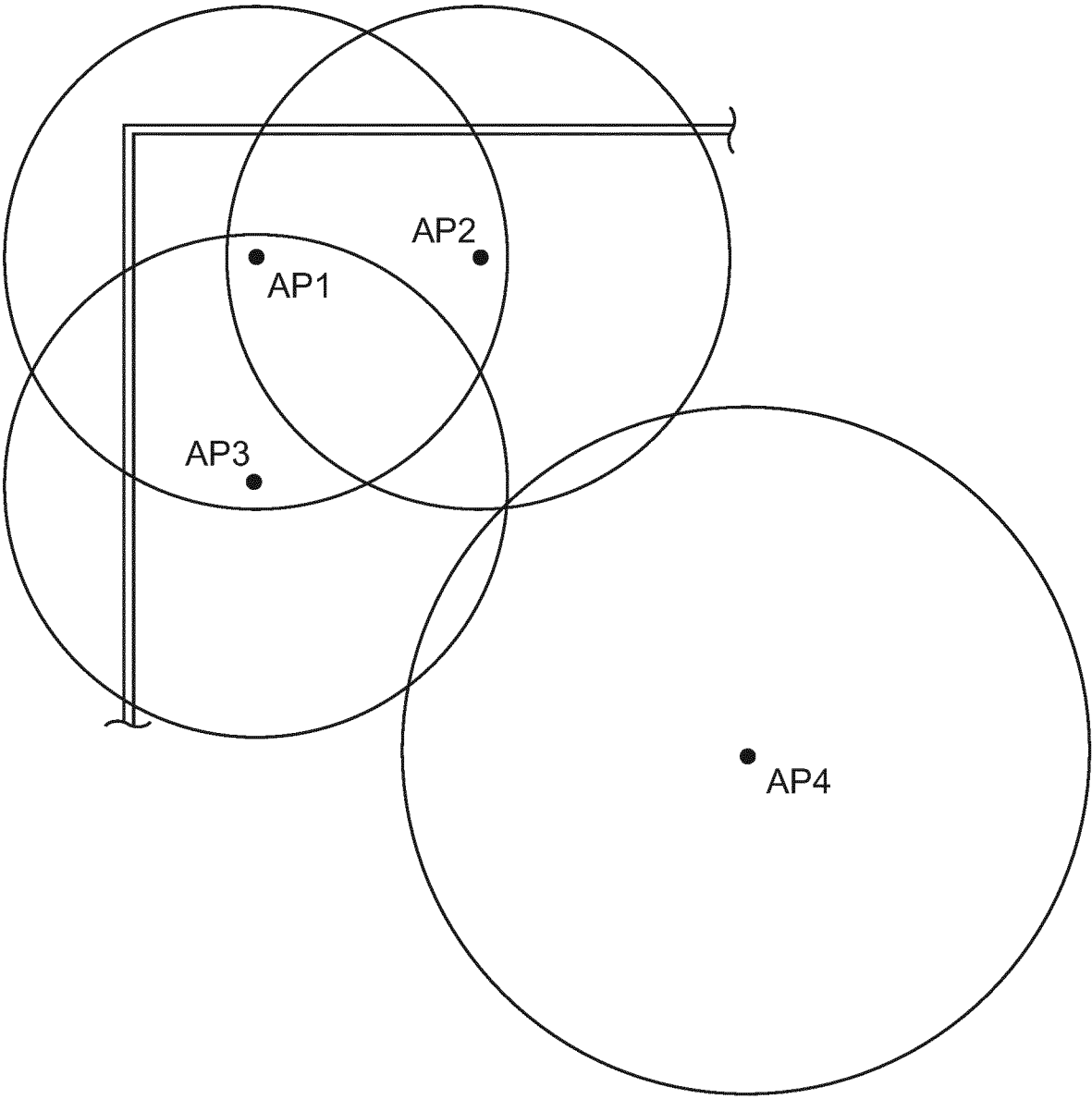


Fig. 13

13/19

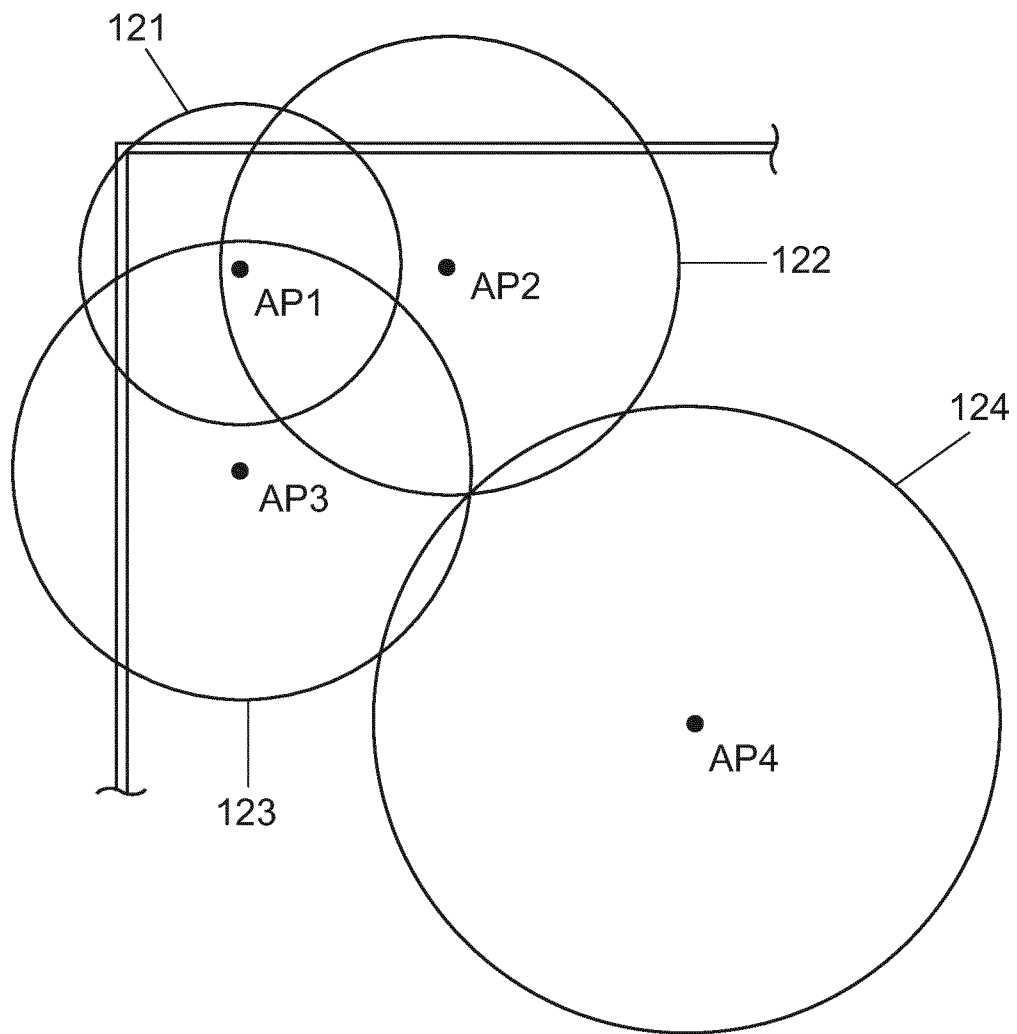


Fig. 14

14/19

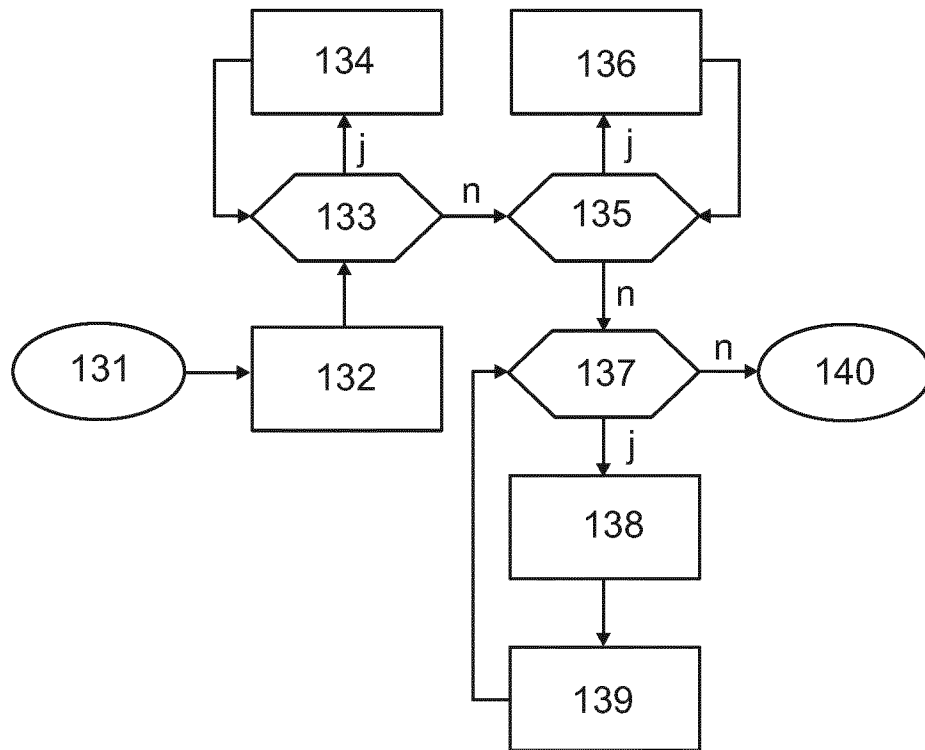


Fig. 15

15/19

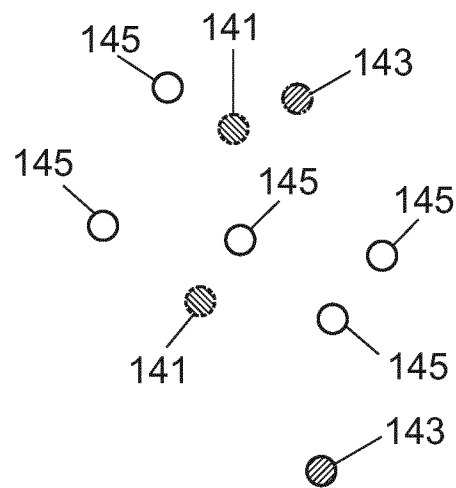


Fig. 16

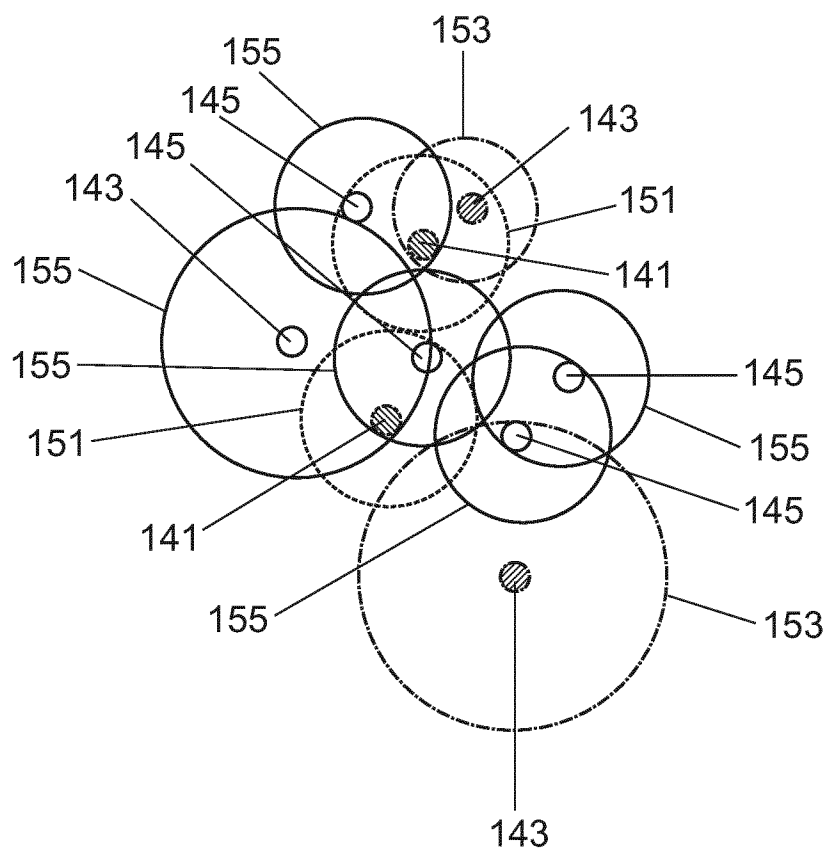


Fig. 17

16/19

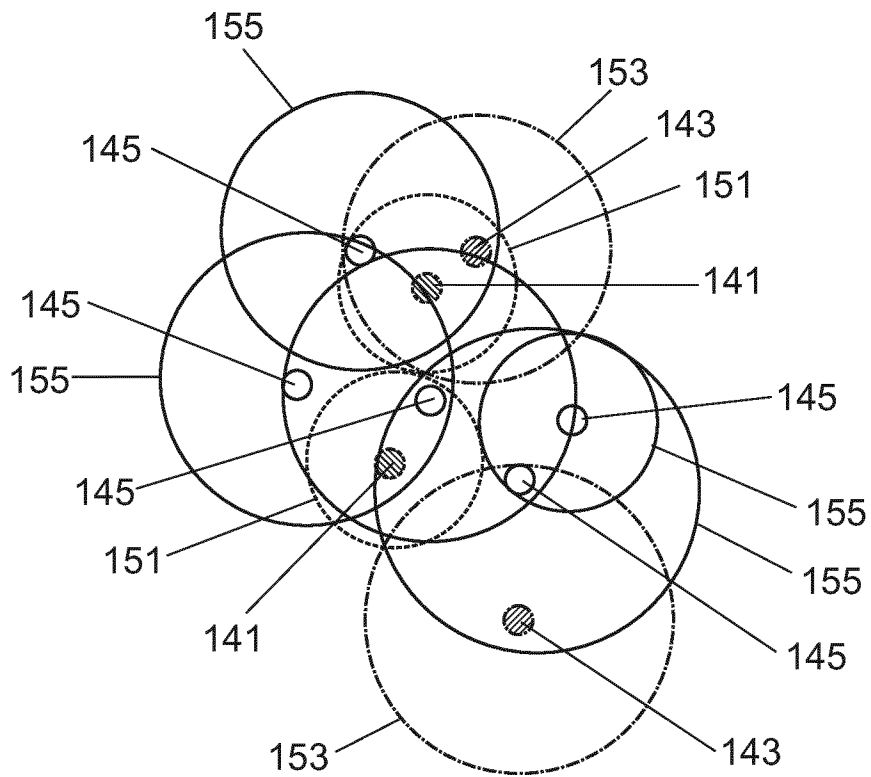


Fig. 18

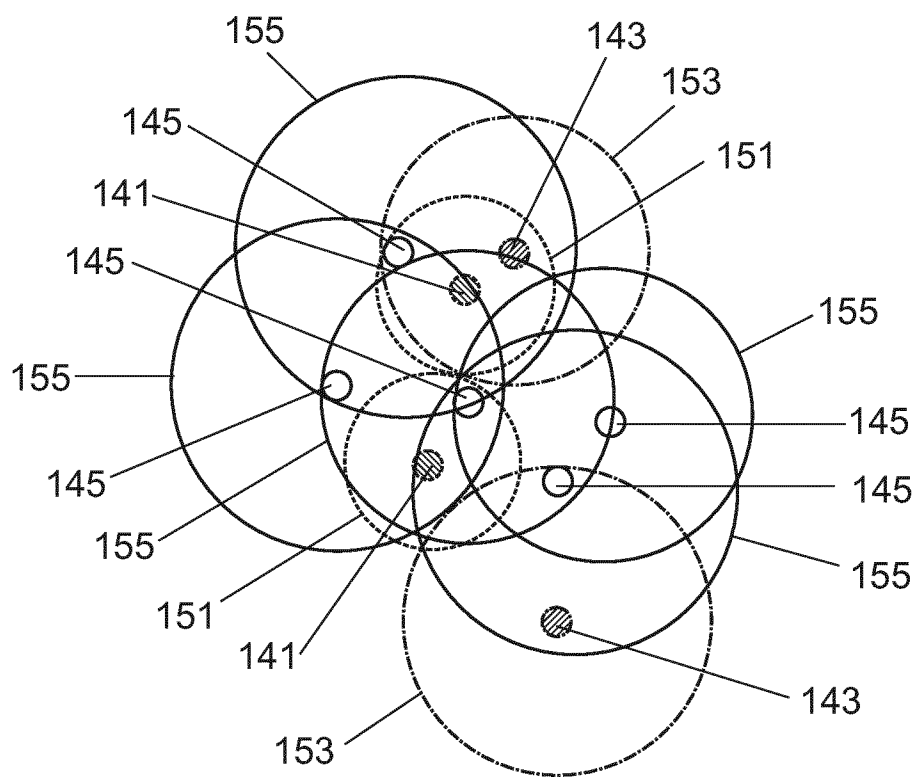


Fig. 19

17/19

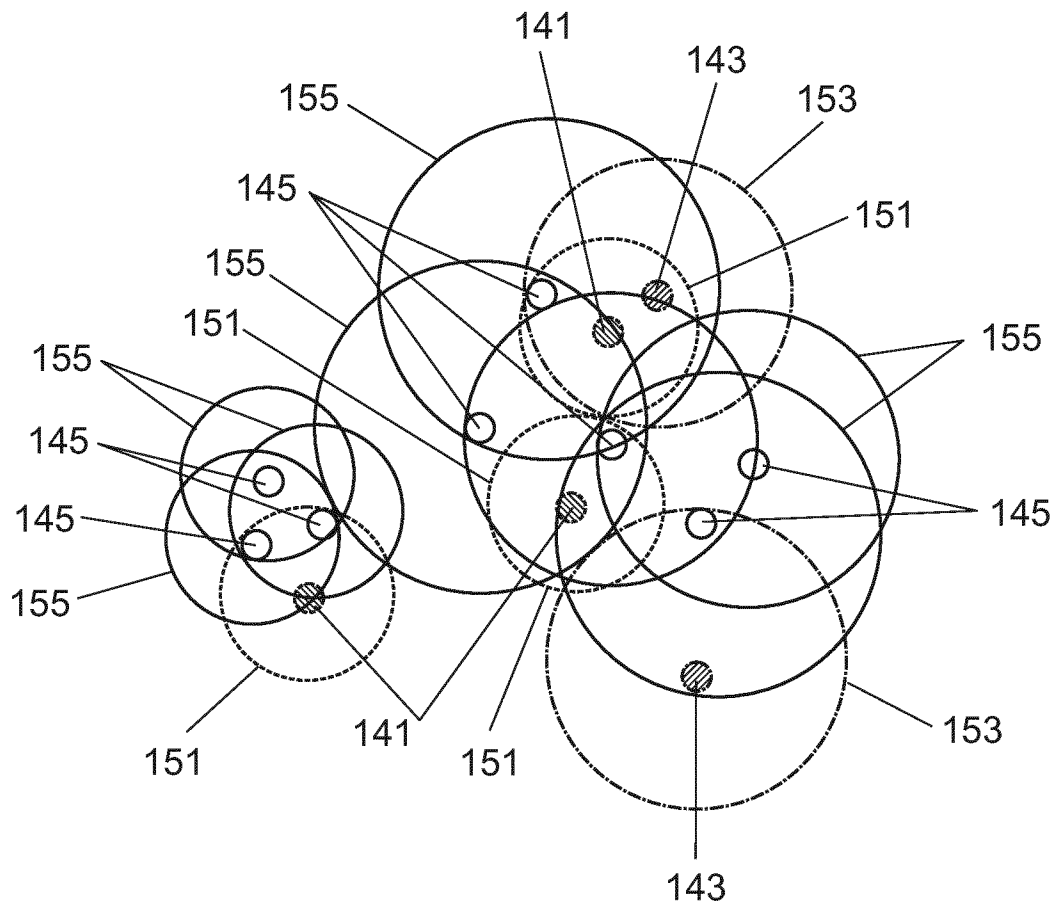


Fig. 20

18/19

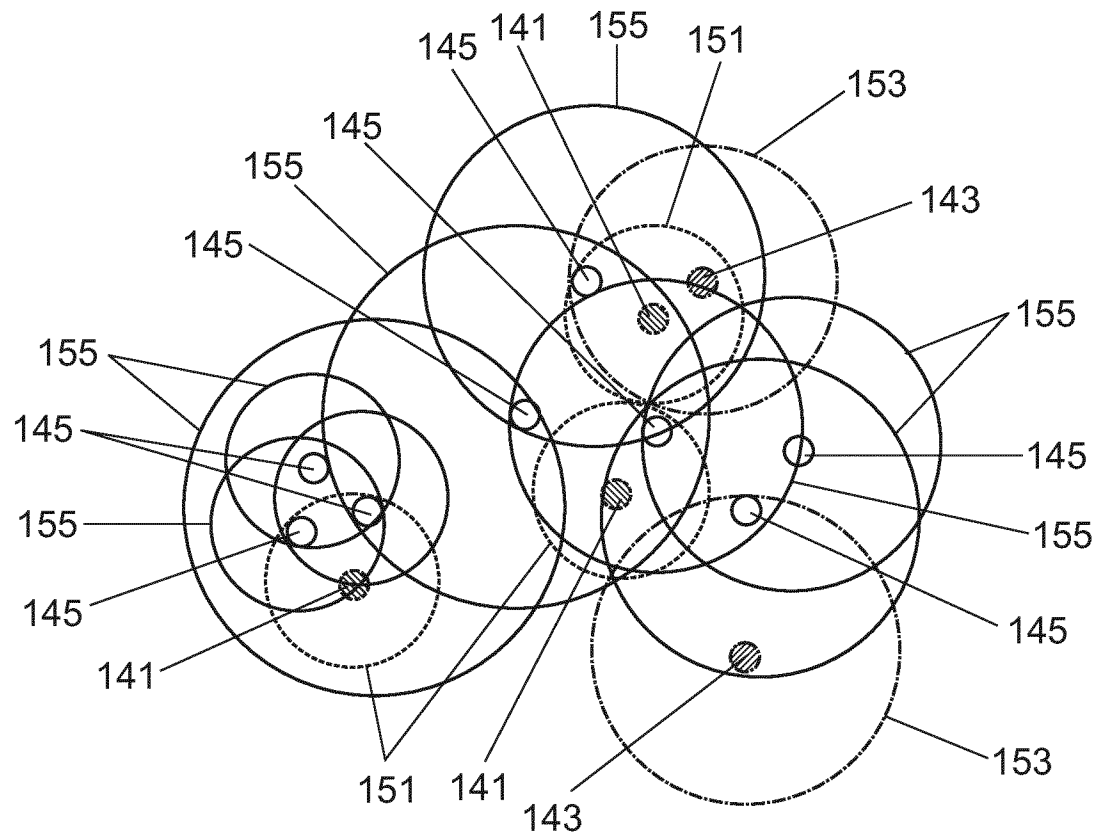
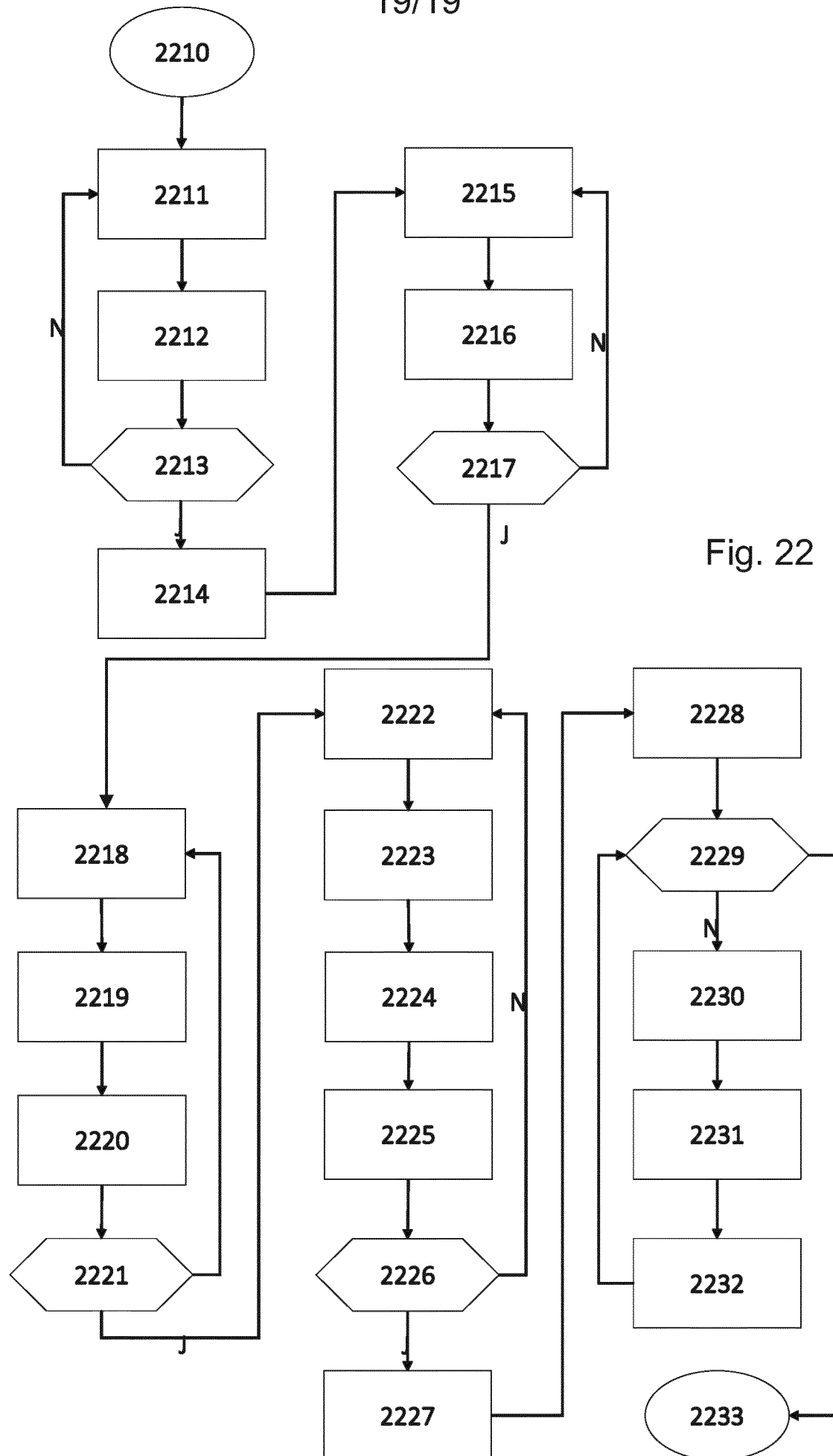


Fig. 21

19/19



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/054743

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01Q1/22 F21V33/00 H04W84/12
ADD.

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01Q F21V H04W

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2016/016435 A1 (KONINKL PHILIPS NV [NL]) 4 February 2016 (2016-02-04) page 5, line 5 - page 7, line 14 page 13, lines 17-20 figures 1, 2	1-14
X	----- US 2012/218978 A1 (ISHIDOSHIRO TAKASHI [JP]) 30 August 2012 (2012-08-30) paragraphs [0029] - [0044] paragraphs [0049] - [0053] figures 1, 2, 4	1-10, 12-14
A	----- US 2006/152344 A1 (MOWERY RICHARD A JR [US]) 13 July 2006 (2006-07-13) paragraph [0051] ----- -/-	1-14



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 May 2017

Date of mailing of the international search report

17/05/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Culhaoglu, Ali

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/054743

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2013/162166 A1 (JONSSON KARL [US]) 27 June 2013 (2013-06-27) paragraph [0031] -----	1-14
A	US 2014/300293 A1 (RUAN JIAYANG [CN] ET AL) 9 October 2014 (2014-10-09) the whole document -----	1-14
A	US 2004/204112 A1 (CACI J CLAUDE [US]) 14 October 2004 (2004-10-14) the whole document -----	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/054743

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2016016435 A1	04-02-2016	EP 3175174 A1 WO 2016016435 A1	07-06-2017 04-02-2016
US 2012218978 A1	30-08-2012	CN 102469623 A JP 2012100027 A US 2012218978 A1	23-05-2012 24-05-2012 30-08-2012
US 2006152344 A1	13-07-2006	NONE	
US 2013162166 A1	27-06-2013	CN 102668710 A EP 2491767 A1 US 2011095687 A1 US 2011095709 A1 US 2011098831 A1 US 2012187835 A1 US 2013162166 A1 WO 2011049882 A1 WO 2011050047 A2 WO 2011050224 A1	12-09-2012 29-08-2012 28-04-2011 28-04-2011 28-04-2011 26-07-2012 27-06-2013 28-04-2011 28-04-2011 28-04-2011
US 2014300293 A1	09-10-2014	CN 102858060 A CN 103032736 A US 2014300293 A1 WO 2014026456 A1	02-01-2013 10-04-2013 09-10-2014 20-02-2014
US 2004204112 A1	14-10-2004	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01Q1/22 F21V33/00 H04W84/12 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H01Q F21V H04W		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2016/016435 A1 (KONINKL PHILIPS NV [NL]) 4. Februar 2016 (2016-02-04) Seite 5, Zeile 5 - Seite 7, Zeile 14 Seite 13, Zeilen 17-20 Abbildungen 1, 2	1-14
X	US 2012/218978 A1 (ISHIDOSHIRO TAKASHI [JP]) 30. August 2012 (2012-08-30) Absätze [0029] - [0044] Absätze [0049] - [0053] Abbildungen 1, 2, 4	1-10, 12-14
A	US 2006/152344 A1 (MOWERY RICHARD A JR [US]) 13. Juli 2006 (2006-07-13) Absatz [0051]	1-14
----- -/-		
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
9. Mai 2017		17/05/2017
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Culhaoglu, Ali

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2013/162166 A1 (JONSSON KARL [US]) 27. Juni 2013 (2013-06-27) Absatz [0031] -----	1-14
A	US 2014/300293 A1 (RUAN JIAYANG [CN] ET AL) 9. Oktober 2014 (2014-10-09) das ganze Dokument -----	1-14
A	US 2004/204112 A1 (CACI J CLAUDE [US]) 14. Oktober 2004 (2004-10-14) das ganze Dokument -----	1-14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/054743

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 2016016435	A1	04-02-2016	EP	3175174 A1	07-06-2017
			WO	2016016435 A1	04-02-2016

US 2012218978	A1	30-08-2012	CN	102469623 A	23-05-2012
			JP	2012100027 A	24-05-2012
			US	2012218978 A1	30-08-2012

US 2006152344	A1	13-07-2006	KEINE		

US 2013162166	A1	27-06-2013	CN	102668710 A	12-09-2012
			EP	2491767 A1	29-08-2012
			US	2011095687 A1	28-04-2011
			US	2011095709 A1	28-04-2011
			US	2011098831 A1	28-04-2011
			US	2012187835 A1	26-07-2012
			US	2013162166 A1	27-06-2013
			WO	2011049882 A1	28-04-2011
			WO	2011050047 A2	28-04-2011
			WO	2011050224 A1	28-04-2011

US 2014300293	A1	09-10-2014	CN	102858060 A	02-01-2013
			CN	103032736 A	10-04-2013
			US	2014300293 A1	09-10-2014
			WO	2014026456 A1	20-02-2014

US 2004204112	A1	14-10-2004	KEINE		
