



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**16.09.2009 Patentblatt 2009/38**

(51) Int Cl.:  
**H05B 37/02 (2006.01) H05B 33/08 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **09003608.8**

(22) Anmeldetag: **12.03.2009**

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

(71) Anmelder: **Wilke, Hans-Jürgen**  
**52070 Aachen (DE)**

(72) Erfinder: **Wilke, Hans-Jürgen**  
**52070 Aachen (DE)**

(74) Vertreter: **Kohlmann, Kai**  
**Donatusstraße 1**  
**52078 Aachen (DE)**

(30) Priorität: **14.03.2008 DE 102008014172**

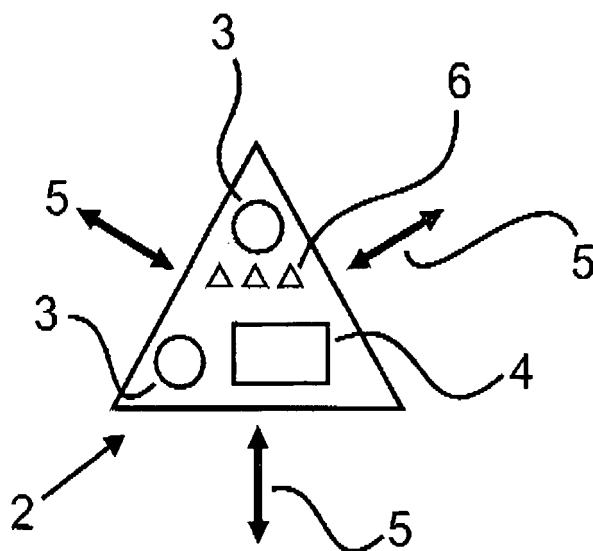
(54) **Modulares Beleuchtungssystem**

(57) Um ein Beleuchtungssystem mit mehreren in einer zwei- oder dreidimensionalen Struktur angeordneten Leuchtmitteln zu schaffen, das sich problemlos verändern, insbesondere erweitern lässt und das unvorhersehbar wirkende Beleuchtungseignisse ermöglicht, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass

- das Beleuchtungssystem mehrere Leuchtmodule um-

fasst, die jeweils mindestens ein Leuchtmittel aufweisen,

- jedem Leuchtmodul eine Steuerung zumindest für die Leuchtmittel zugeordnet ist und
- die Steuerung jedes Leuchtmoduls mit der Steuerung mindestens eines benachbarten Leuchtmoduls über ein Kommunikationssystem zumindest zur Übertragung von Steuerungsinformationen verbunden ist.



**Fig. 1a**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Beleuchtungssystem mit mehreren in einer zwei- oder dreidimensionalen Struktur angeordneten Leuchtmitteln, wobei das Beleuchtungssystem mehrere Leuchtmodule umfasst, die jeweils mindestens ein Leuchtmittel aufweisen und jedem Leuchtmodul eine Steuerung zumindest für die Leuchtmittel und ein Kommunikationssystem zugeordnet ist.

**[0002]** Beleuchtungssysteme mit mehreren in einer zwei- oder dreidimensionalen Struktur angeordneten Leuchtmitteln sind beispielsweise in Form von Anzeigetafeln zur Betrachtung wechselnder Informationen aus größerer Entfernung bekannt. Moderne elektronische Anzeigetafeln weisen eine Vielzahl bistabiler Anzeigeelemente, eins für jeden Bildpunkt auf. Als Anzeigeelemente werden zumeist Leuchtdioden als Leuchtmittel eingesetzt.

**[0003]** Aus der WO2006/056066 A1 ist ein Leuchtmodul bekannt, das mehrere Leuchtmittel, insbesondere LED's, aufweist. Ein Problem von Beleuchtungen mittels LED's besteht darin, dass produktionsbedingt der Lichtstrom trotz gleicher Produktionsbedingungen stark schwankt. Das Leuchtmodul ist in der Lage die spektrale Zusammensetzung und die entsprechende Farbtemperatur des abgestrahlten Lichts zu steuern. Zu diesem Zweck besitzt jedes Modul neben den LED's ein Antriebs- und Steuerungssystem, ein Sensoren aufweisendes Feedback-System, ein Kühlsystem und eine Optik. Das Feedback-System umfasst beispielsweise einen optischen oder einen thermischen Sensor, der Informationen zu dem Antriebs- und Steuerungssystem überträgt, die sich auf das von den LED's des Moduls abgestrahlte Licht beziehen. Dieser Regelkreis dient dem Zweck, die spektrale Zusammensetzung und Farbtemperatur des abgestrahlten Lichts aufrecht zu erhalten.

**[0004]** Ferner offenbart die WO2006/056066 A1, dass mehrere Beleuchtungsmodule in Verbindung miteinander betrieben werden können, um Licht in einer vergleichbaren Farbskala abzustrahlen. In diesem Fall weisen die Module ein Kommunikationsmodul als Option auf, das es dem Antriebs- und Steuerungssystem des Moduls erlaubt, mit einem Netzwerk anderer Beleuchtungsmodule oder anderer Steuerungsmittel für die Beleuchtungsmodule zu kommunizieren. Der von dem Kommunikationsmodul ausgetauschte Datenstrom bezieht sich auf den Strahlungsfluss, die Farbtemperatur und andere Daten, die es den verschiedenen Modulen der zu einem Array zusammengefassten Leuchtmodule erlauben, in einheitlicher Weise zu operieren.

**[0005]** Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Beleuchtungssystem der eingangs erwähnten Art zu schaffen, das sich problemlos verändern, insbesondere erweitern lässt und das unvorhersehbar wirkende Beleuchtungseignisse ermöglicht.

**[0006]** Diese Aufgabe wird bei einem Beleuchtungssystem der eingangs erwähnten Art dadurch gelöst, dass

- sich das Beleuchtungssystem aus einer Vielzahl von Leuchtmodulen zusammensetzt, vorzugsweise mindestens sechs Leuchtmodulen,
- die Steuerung jedes Leuchtmoduls Steuerungsinformationen zumindest zur Aktivierung der Leuchtmittel verarbeitet und/oder generiert,
- die Steuerung jedes Leuchtmoduls mit der Steuerung mindestens eines benachbarten Leuchtmoduls über das Kommunikationssystem zumindest zur Übertragung von Steuerungsinformationen verbunden ist und
- das Kommunikationssystem zwischen sämtlichen Leuchtmodulen technisch übereinstimmend ausgeführt ist.

**[0007]** Die Steuerung jedes einzelnen Leuchtmoduls verarbeitet und/oder generiert Steuerungsinformationen zumindest zur Aktivierung der Leuchtmittel. Da die Steuerung jedes Leuchtmoduls mit der Steuerung mindestens eines benachbarten Leuchtmoduls über das Kommunikationssystem verbunden ist, können sich die Steuerungsinformationen zur Aktivierung der Leuchtmittel in dem Beleuchtungssystem von einem Modul zu einer Vielzahl anderer Leuchtmodule ausbreiten. Die autarke Steuerung jedes Leuchtmoduls in Verbindung mit dem Kommunikationssystem eröffnet damit die Möglichkeit, interessante und überraschend wirkende Beleuchtungsszenarien hervorzurufen, insbesondere wenn zeitgleich verschiedene Leuchtmodule des Beleuchtungssystems unterschiedliche Steuerungsinformationen an benachbarte Leuchtmodule weitergeben. Im Interesse der Modularisierung des Beleuchtungssystems ist das Kommunikationssystem zwischen sämtlichen Leuchtmodulen technisch übereinstimmend ausgeführt, insbesondere weist das Kommunikationssystem übereinstimmende Schnittstellen zwischen sämtlichen Leuchtmodulen auf. Neben diesen standardisierten Datenschnittstellen weisen sämtliche Leuchtmodule vorzugsweise auch standardisierte Hardware-Schnittstellen auf, deren Lage und Abmessungen bezogen auf einen Bezugspunkt jedes Leuchtmoduls und deren Art der elektrischen Verbindung festgelegt sind. Das Kommunikationssystem verbindet die Steuerungen benachbarter Module, um Steuerungsinformationen zumindest zur Aktivierung von Leuchtmitteln zwischen benachbarten Modulen zu übertragen.

**[0008]** Indem sich das Beleuchtungssystem nach dem Baustein- bzw. Baukastenprinzip aus standardisierten Leuchtmodulen zusammensetzt, kann das Beleuchtungssystem beliebig verändert werden, insbesondere problemlos an unterschiedliche Raum- und Größenverhältnisse angepasst werden. Insbesondere lassen sich die einzelnen Leuchtmodule in unterschiedlicher Art und Weise zu dem Beleuchtungssystem kombinieren. Der Aufbau des Beleuchtungssystems aus Leuchtmodulen reduziert die Herstellungskosten und vereinfacht die Montage sowie die Reparatur fehlerhafter

Komponenten.

**[0009]** Jedes Leuchtmodul weist mindestens ein, vorzugsweise jedoch mehrere Leuchtmittel auf. Als Leuchtmittel kommen sämtliche elektrischen Betriebsmittel in Betracht, die dazu dienen, Licht zu erzeugen. Neben den traditionellen elektrischen Leuchtmitteln kommen auch moderne Leuchtmittel, insbesondere Leuchtdioden zum Einsatz.

**[0010]** Das Kommunikationssystem kann nicht nur zur Übertragung von Steuerungsinformationen für die Leuchtmittel benachbarter Leuchtmodule, sondern darüber hinaus zur Übertragung von Programmdateien für die Steuerung verwendet werden, sofern die Steuerung als programmierbare logische Schaltung ausgeführt ist. Die Steuerungen der einzelnen Leuchtmodule können vorzugsweise zusätzliche Steuerungsinformationen, insbesondere zur Dauer der Aktivierung und/oder zur Festlegung des Aktivierungszeitpunkts und/oder zum Zeitpunkt der Übertragung der Steuerungsinformationen verarbeiten und/oder generieren.

**[0011]** Indem die vorgenannten Parameter für die einzelnen Leuchtmodule unterschiedlich gewählt werden, können höchst zufällig wirkende Anzeigeereignisse auf dem Beleuchtungssystem hervorgerufen werden. Die Steuerung kann die Verarbeitung und Generierung von Steuerungsinformationen darüber hinaus an den Eintritt von Bedingungen knüpfen, die erfüllt sein müssen, bevor eine Steuerungsinformation über das Kommunikationssystem an ein benachbartes Leuchtmodul übertragen wird.

**[0012]** Weitere interessante Beleuchtungseffekte des Beleuchtungssystems lassen sich erzielen, wenn die Steuerungen der einzelnen Leuchtmodule Steuerungsinformationen in Abhängigkeit von eingehenden Sensorsignalen erzeugen. Zu diesem Zweck weisen zumindest einzelne Leuchtmodule mindestens einen Sensor auf, der mit der dem Leuchtmodul zugeordneten Steuerung verbunden ist. Entweder werden sämtliche Leuchtmittel des Leuchtmoduls von einem Sensor oder jedes Leuchtmittel des Leuchtmoduls von einem separaten Sensor beeinflusst.

**[0013]** Als Sensoren kommen aktive bzw. passive Sensoren zur Erfassung physikalischer und/oder chemischer Eigenschaften, wie insbesondere die Temperatur, Licht, Feuchtigkeit, Schalldruck, Druck sowie die Zusammensetzung der Raumluft, in Betracht.

**[0014]** Die Steuerung jedes Leuchtmoduls kann mit der Steuerung mindestens eines benachbarten Leuchtmoduls auch über ein BusSystem, insbesondere einen Feld-Bus, als Kommunikationssystem verbunden werden. Diese Art der seriellen Vernetzung ist kostengünstig und zuverlässig. Die Feld-Bus-Vernetzung bietet darüber hinaus die einfache Möglichkeit von Erweiterungen des Beleuchtungssystems durch Hinzufügung weiterer Leuchtmodule, die an den seriellen Bus problemlos anschließbar sind.

**[0015]** Sofern das Kommunikationssystem eine externe Schnittstelle aufweist, können an das Beleuchtungssystem externe Geräte, wie beispielsweise eine Audioquelle, angeschlossen oder das Beleuchtungssystem in Kommunikationsnetze, wie beispielsweise das Internet, eingebunden werden.

**[0016]** Über das Kommunikationssystem können jedoch nicht nur Daten an benachbarte Beleuchtungsmodule übertragen werden, sondern darüber hinaus die Energieversorgung sichergestellt werden.

**[0017]** In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung können einzelne oder sämtliche Leuchtmodule Aktoren aufweisen, die mit der dem Leuchtmodul zugeordneten Steuerung verbunden sind. Als Aktoren kommen beispielsweise Sender, Lautsprecher sowie insbesondere Antriebe in Betracht. Jedes Leuchtmodul kann über einen oder auch mehrere Aktoren verfügen, die im letzt genannten Fall jeweils einem Leuchtmittel zugeordnet sind. Beispielsweise kann jedem Leuchtmittel ein Antrieb zugeordnet sein, der das Leuchtmittel abhängig von Steuerungsinformationen und/oder eingehenden Sensorinformationen in unterschiedlichen Richtungen bewegt. Alternativ kann der Antrieb dem gesamten Leuchtmodul zugeordnet sein und dieses in unterschiedlichen Richtungen abhängig von eingehenden Steuerungsinformationen und/oder Sensorsignalen in unterschiedlichen Richtungen bewegen.

**[0018]** Die erfindungsgemäßen Leuchtmodule lassen sich in beliebiger Form in zwei- und dreidimensionalen Strukturen zu dem Beleuchtungssystem zusammensetzen. In einer Ausgestaltung der Erfindung sind die Leuchtmodule in einer zweidimensionalen ebenen Struktur zusammengefasst, die sich als flaches Objekt vorteilhaft an Wänden von Gebäuden oder auch Tragkonstruktionen anbringen lässt. Die Form des zweidimensionalen flachen Objekts kann unregelmäßig begrenzt, jedoch auch symmetrisch sein und beispielsweise die Form eines Vierecks oder Kegelschnitts aufweisen. Eigenartige Konturen erhöhen den Aufmerksamkeitswert des Beleuchtungssystems, das vorteilhaft in öffentlichen Gebäuden zu Werbe- und Unterhaltungszwecken eingesetzt wird.

**[0019]** Die zweidimensionale flächige Struktur des Beleuchtungssystems kann in einer Ausgestaltung der Erfindung auch gekrümmt sein, um die Aufsicht auf die Oberfläche des Beleuchtungssystems bei sehr großen zweidimensionalen Strukturen zu verbessern.

**[0020]** Wenn die Leuchtmodule in einer dreidimensionalen Struktur zusammengefasst sind, weist diese eine dreidimensionale geometrische Form, z. B. die Form eines Prismas, eines Polyeders, einer Kugel oder eines Kegels auf. Die dreidimensionale Struktur erlaubt die Betrachtung der Leuchtmodule von mehreren Seiten des Beleuchtungssystems, das beispielsweise als Blickfang in einem Raum aufstellbar ist.

**[0021]** Aus ästhetischen Gründen sowie zur bestmöglichen Ausnutzung der Oberfläche der zwei- oder dreidimensionalen Struktur des Beleuchtungssystems weisen sämtliche Leuchtmodule vorzugsweise eine übereinstimmende Form auf. Die Form der einzelnen Leuchtmodule wird vorzugsweise so gewählt, dass die aneinander anliegenden Leuchtmo-

dule eine geschlossene Oberfläche des Beleuchtungssystems bilden.

**[0022]** Um die Leuchtmodule in der zwei- oder dreidimensionalen Struktur miteinander zu verbinden, können diese an einer Tragkonstruktion befestigt sein. Als Tragkonstruktion für eine zweidimensionale Struktur kommt beispielsweise eine Platte und für eine dreidimensionale Struktur beispielsweise ein entsprechend geformter Rahmen oder Körper in Betracht.

**[0023]** Eine separate Tragkonstruktion ist entbehrlich, wenn benachbarte Leuchtmodule untereinander lösbar miteinander verbunden sind. Als lösbare Verbindung kommen insbesondere Formschlussverbindungen zwischen benachbarten Leuchtmodulen in Betracht, wobei die Verbindungsteile der Formschlussverbindungen vorzugsweise zugleich die Hardware-Schnittstellen zwischen benachbarten Leuchtmodulen aufweisen. Die Erweiterung des Beleuchtungssystems ist daher nach Art eines Puzzles durch Zusammenfügen der Leuchtmodule mit ihren formschlüssigen Verbindungsteilen möglich.

**[0024]** Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen:

**Figuren 1 a-b** Leuchtmodule eines erfindungsgemäßen Beleuchtungssystems

**Figuren 2 a-e** Ausführungsbeispiele von Beleuchtungssystemen mit unterschiedlichen Konturen und verschieden geformten Leuchtmodulen,

**Figur 3** ein Ausführungsbeispiel eines Beleuchtungssystems, das aus puzzleartigen Leuchtmodulen zusammengesetzt ist,

**Figur 4** ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Beleuchtungssystems, das aus kleeblattartigen Leuchtmodulen zusammengesetzt ist,

**Figuren 5 a-c** ein Ausführungsbeispiel eines Leuchtmoduls, das eine gleichzeitige Verbindung mit bis zu sechs benachbarten Leuchtmodulen in einem Beleuchtungssystem erlaubt,

**Figuren 6a, b** weitere Anordnungen der Leuchtmodule nach Figuren 5 a-c sowie

**Figur 7** ein Beleuchtungssystem mit sechseckigen Leuchtmodulen mit einem Sender-Empfänger Kommunikationssystem.

**[0025]** Ein Beleuchtungssystem (1) setzt sich aus einer Vielzahl von mehr als sechs Leuchtmodulen (2), beispielsweise 20 - 10.000 Leuchtmodulen, nach dem Baukastenprinzip zusammen. Figur 1 a zeigt ein dreieckig konturiertes Leuchtmodul (2) mit zwei Leuchtmitteln (3), die mit einer Steuerung (4) zur Ansteuerung der Leuchtmittel verbunden sind. An den Seiten des Leuchtmoduls (2) verfügt das Leuchtmodul über drei übereinstimmende Schnittstellen (5), mit denen die Steuerung des Leuchtmoduls (2) mit bis zu drei benachbarten Leuchtmodulen (2) mit übereinstimmenden Schnittstellen (5) zur Übertragung von Steuerungsinformationen zur Ansteuerung der Leuchtmittel (3) verbunden ist.

**[0026]** Ferner weist das Leuchtmodul (2) drei Sensoren (6) auf, die ebenfalls mit der dem Leuchtmodul (2) zugeordneten Steuerung (4) verbunden sind. Die Sensoren (6) erfassen physikalische Eigenschaften in der Umgebung des Leuchtmoduls (2), wobei beispielsweise der erste Sensor als Infrarotsensor ausgestaltet ist, der mit einem entsprechenden IR-Strahler im Abstand von dem Leuchtmodul kommuniziert, der zweite Sensor ein Mikrophon ist, der auf Schallereignisse in der Umgebung des Leuchtmoduls reagiert und der dritte Sensor die Umgebungshelligkeit berücksichtigt.

**[0027]** Die eingehenden Sensorsignale werden in der Steuerung (4) verarbeitet und führen abhängig von den Umgebungsbedingungen zu Reaktionen der Leuchtmittel (3). Des Weiteren kann die Steuerung (4) die Sensorsignale verarbeiten und die verarbeiteten Signale ganz oder teilweise über die Schnittstellen (5) an benachbarte Leuchtmodule (2) übertragen.

**[0028]** Das in Figur 1b dargestellte Leuchtmodul (2) unterscheidet sich insofern, als dies eine fünfeckige Kontur aufweist, wobei an den fünf Seiten Schnittstellen (5) angeordnet sind. Des Weiteren weist das Leuchtmodul (3) insgesamt 7 Sensoren (6) auf, von denen vier in etwa mittig an dem Leuchtmodul (2) und drei jeweils innerhalb der Leuchtmittel angeordnet sind. Ferner ist jedem Leuchtmittel (3) ein Aktor in Form eines Linearantriebs (8) zugeordnet, mit dem jedes Leuchtmittel (3) einzeln aus der Oberfläche des Leuchtmoduls herausgehoben werden kann. Sowohl sämtliche Sensoren (6) als auch die drei Aktoren (8) sind mit der Steuerung (4) verbunden, die Steuerungsinformationen zum Aktivierungszeitpunkt und der Aktivierungsdauer sowohl für die Aktoren (8) als auch die Leuchtmittel (3) sowie zum Zeitpunkt der Übertragung einzelner Steuerungsinformationen über die Schnittstellen (5) generiert und verarbeitet. Die Parameter der Steuerungsinformationen werden durch ein in der Steuerung abgelegtes Programm bestimmt, wobei die Steuerung als programmierbare logische Schaltung ausgeführt ist und einen wieder verwendbaren Speicher aufweist. Diese Ausführung der Steuerung erlaubt eine einfache Aktualisierung und/oder Änderung der Steuerungsinformationen durch Ein-

spielen neuer Programme in die Steuerung. Das Einspielen der Programme kann entweder über Sensoren, die zum Empfang modulierter Signale geeignet sind, oder auch über die Schnittstellen (5) erfolgen. Als Speicher weisen die Steuerungen vorzugsweise einen Flash-Speicher auf.

**[0029]** Figur 2 a zeigt ein erfindungsgemäßes Beleuchtungssystem (1) mit unregelmäßig begrenzter äußerer Kontur, das aus einer Vielzahl von Leuchtmodulen (2) gemäß Figur 1 a zusammengesetzt ist, wobei sich die dreieckigen Leuchtmodule zu einer geschlossenen Oberfläche ergänzen. Die Verbindung der Leuchtmodule in einer zweidimensionalen Struktur erfolgt im dargestellten Ausführungsbeispiel durch Befestigung an einer Tragkonstruktion, beispielsweise einer Platte, an denen die Leuchtmodule mit standardisierten Befestigungselementen lösbar befestigt werden. Der Übersichtlichkeit halber wurde in Figuren 2a - c auf die Darstellung der Leuchtmittel, der Steuerungen sowie der Sensoren der einzelnen Leuchtmodule verzichtet.

**[0030]** Figur 2b zeigt ein Beleuchtungssystem (1) mit im Querschnitt runden Leuchtmodulen (2), die in unregelmäßigen Abständen an der Tragkonstruktion befestigt sind. Das Kommunikationssystem zur Übertragung von Steuerungsinformationen von einem Leuchtmodul zum anderen ist bei diesem Beleuchtungssystem vorzugsweise als Sender-Empfänger Kommunikationssystem ausgestaltet. Jedes Leuchtmodul (2) weist einen Sender zur Abstrahlung elektromagnetischer Wellen zu einem Empfänger mindestens eines benachbarten Leuchtmoduls, vorzugsweise jedoch zu sämtlichen benachbarten Leuchtmodulen auf. Weiter weist jedes Leuchtmodul (2) einen Empfänger für die von den Sendern der benachbarten Leuchtmodule abgestrahlten elektromagnetischen Wellen auf. Die Reichweite des Senders kann so eingestellt sein, dass dieser lediglich die Empfänger unmittelbar angrenzenden Nachbarn jedes Leuchtmoduls (2) erreicht. Es ist jedoch auch möglich, die Reichweite so einzustellen, dass eine größere Gruppe von benachbarten Leuchtmodulen (2) erreicht wird, jedoch nicht sämtliche Leuchtmodule des Beleuchtungssystems (1). Die Übertragung der Steuerungsinformationen kann beispielsweise im Infrarot-Frequenzband, aber auch im Funk-Frequenzband erfolgen.

**[0031]** Figur 2c zeigt schließlich ein Beleuchtungssystem (1) mit teilweise unterschiedlich geformten Leuchtmodulen, die jedoch aufgrund ihrer standardisierten Befestigungsmittel an einer zweidimensionalen Tragkonstruktion befestigbar sind und über standardisierte Schnittstellen untereinander Steuerungsinformationen austauschen können.

**[0032]** Die Figuren 2d und 2e zeigen in Reihen und Spalten angeordnete rechteckige Leuchtmodule (2), die ein rechteckiges Beleuchtungssystem (1) bilden. Die rechteckigen Leuchtmodule (2) nach Figur 2d weisen jeweils lediglich ein Leuchtmittel (3) auf, während die Leuchtmodule nach Figur 2 e jeweils vier Leuchtmittel (3) aufweisen.

**[0033]** Figur 3 zeigt ein erfindungsgemäßes Beleuchtungssystem (1), das aus rechteckigen puzzleartigen Leuchtmodulen (9) mit jeweils neun Leuchtmitteln (3) zusammengesetzt ist. An benachbarten Seitenkanten (10, 11) weist jedes Leuchtmodul (9) mittig angeordnete Verbindungsteile (17) auf. Die Verbindungsteile (17) werden jeweils von einem sich zu einem teilkreisförmigen Fortsatz (12) erweiternden Steg (13) gebildet, der mittig an den Seitenkanten (10, 11) ansetzt. Die teilkreisförmigen Fortsätze (12) greifen formschlüssig in teilkreisförmige Ausnehmungen (14) benachbarter Seitenkanten (15, 16) eines angrenzenden Leuchtmoduls (9) ein. Die über Eck angebrachten Verbindungsteile (17) mit den korrespondierenden Ausnehmungen (14) benachbarter Leuchtmodule (9) erlauben einen flächigen formschlüssigen Verbund der in einer zweidimensionalen Struktur zusammengefassten Leuchtmodule (9). Die Hardware-Schnittstellen (18) zwischen den Leuchtmodulen (9) sind in die halbkreisförmigen Fortsätze (12) bzw. Ausnehmungen (14) benachbarter Leuchtmodule (9) integriert. Im Ausführungsbeispiel ist daher jedes Leuchtmodul (9) mit jedem seiner unmittelbar angrenzenden Nachbarn über die Hardware-Schnittstelle (18) verbunden.

**[0034]** Figur 4 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Beleuchtungssystems, bei dem die einzelnen Leuchtmodule nahezu flächendeckend zusammenlegbar sind, jedoch nicht formschlüssig ineinander greifen. Die kleeblattartigen Leuchtmodule (19) weisen einen zentralen Bereich (20) auf, von dem sich sternförmig jeweils um 90 zueinander versetzt vier Stegbereiche (21) erstrecken, die sich endseitig in kreisförmige Fortsätze (22) erweitern. Jeder kreisförmige Fortsatz (22) liegt nach Zusammenfügen der Leuchtmodule (19) in einer Mulde (23), die sich zwischen zwei benachbarten Stegbereichen (21) eines angrenzenden Leuchtmoduls (19) befindet. Um eine bündige Anlage der kreisförmigen Fortsätze (22) in den durch die Stegbereiche (21) ausgebildeten Mulden (23) zu gewährleisten, sind die Stegbereiche (21) entsprechend der Krümmung der kreisförmigen Fortsätze (22) konkav eingezogen. Die Hardware-Schnittstellen (24) zwischen benachbarten Leuchtmodulen (19) sind im Außenbereich der kreisförmigen Fortsätze (22) sowie in den Mulden (23) angeordnet. Jedes Leuchtmodul (19) kann aufgrund dieser Konstruktion mit jeweils 4 benachbarten Leuchtmodulen unmittelbar über die Hardware-Schnittstelle (24) verbunden werden.

**[0035]** Figuren 5 a - c zeigen ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Leuchtmoduls (25), das eine gleichzeitige Verbindung mit bis zu sechs benachbarten Leuchtmodulen (25) erlaubt. Das Leuchtmodul (25) weist einen zentralen Grundkörper (26) in Form eines gleichschenkeligen Dreiecks auf. An den Spitzen des Dreiecks befinden sich drei kreisförmige Fortsätze (27). An jedem Schenkel des gleichseitigen Dreiecks ist eine halbkreisförmige Ausnehmung (28) mittig angeordnet, deren Durchmesser dem der kreisförmigen Fortsätze (27) entspricht. Im Zentrum des Grundkörpers befindet sich jeweils ein Sensor (6), während die Leuchtmittel (3) in den kreisförmigen Fortsätzen (27) in optisch ansprechender Weise angeordnet sind.

**[0036]** Wie insbesondere aus Figur 5 a ersichtlich, greift eines der Leuchtmodule (25) mit seinen drei kreisförmigen Fortsätzen (27) in die halbkreisförmigen Ausnehmungen (28) von drei benachbarten Leuchtmodulen (25) ein, wäh-

rend in dessen halbkreiszyllindrischen Ausnehmungen (28) die halbkreiszyllindrischen Fortsätze von drei weiteren Leuchtmodulen (25) eingreifen können. Die Hardware-Schnittstellen (29) befinden sich, wie bei den anderen Ausführungsbeispielen auch, vorzugsweise an den kreiszyllindrischen Fortsätzen (27) bzw. in den halbkreiszyllindrischen Ausnehmungen (29). Selbstverständlich liegt es im Rahmen der Erfindung, die Schnittstellen abweichend auszuführen, beispielsweise als Kabelverbindung.

**[0037]** Die Leuchtmodule (25) lassen sich jedoch auch, wie in Figur 5b angedeutet, zu ringförmigen Strukturen zusammenfügen, bei denen jedes Leuchtmodul (25) lediglich mit zwei benachbarten Leuchtmodulen (29) verbunden ist.

**[0038]** Figur 5c zeigt eine Variante eines Leuchtmoduls (25), bei der jedem Leuchtmittel (3) zusätzlich ein Sensor (6) zugeordnet ist. Während die Leuchtmodule (25) nach Figuren 5 a, b, lediglich einen zentralen Aktor, beispielsweise in Form eines Lautsprechers (30) aufweisen, der bei Erhalt bestimmter Steuerungsinformationen von der in jedem Leuchtmodul (25) integrierten Steuerung definierte akustische Signale erzeugt. Sofern die einzelnen Leuchtmodule (29) mit Aktivierung ihrer Leuchtmittel unterschiedliche Töne über die Lautsprecher (30) erzeugen und die Leuchtmodule einzeln nacheinander oder in Gruppen aktiviert werden, können mit den Lichtereignissen zugleich Melodien erzeugt werden.

**[0039]** Figuren a, b veranschaulichen, wie die Leuchtmodule (25) nach Figur 5 zu Ketten (Figur 6 b) bzw. sich verzweigenden Ketten (Figur 6 a) zusammengefügt werden können.

**[0040]** In dem erfindungsgemäßen Beleuchtungssystem (1) setzen sich aufgrund der jedem Leuchtmodul(2,9,19,25) zugeordneten autarken Steuerung in Verbindung mit dem ausschließlich unmittelbar benachbarte Leuchtmodule (2,9,19,25) einbeziehenden Kommunikationssystem(5,18,24,29) Steuerungsinformationen für die Leuchtmittel von einem Leuchtmodul zum anderen in einer kaum vorhersehbaren Art und Weise fort. Des Weiteren können die erfindungsgemäßen Beleuchtungssysteme (1) über den Leuchtmodule (2,9,19,25) zugeordnete Sensoren(6) auf äußere Einflüsse, wie beispielsweise sich ändernde Raumhelligkeit, Raumluft oder vorbeigehende Personen, reagieren und diese Einflüsse in den Steuerungen (4) der Leuchtmodule in Reaktionen der Leuchtmittel (3) umsetzen, wie beispielsweise Ein-/Ausschalten, Verringern der Leuchthelligkeit sowie Veränderung der abgestrahlten Wellenlänge. Des Weiteren können die Sensorsignale über externe Schnittstellen mit dem Beleuchtungssystem (1) gekoppelte externe Geräte, wie beispielsweise Audioquellen, ansteuern. Denkbar wäre beispielsweise auch die Verbindung des Beleuchtungssystems (1) mit einem Antrieb, der die Position des gesamten Beleuchtungssystems (1) im Raum abhängig von eingehenden Sensorsignalen verändert.

**[0041]** Figur 7 zeigt ein Beleuchtungssystem (1) mit im Querschnitt sechseckigen Leuchtmodulen (31), die in regelmäßigen Abständen an der Tragkonstruktion, beispielsweise einer Wand, befestigt sind. Das Kommunikationssystem (32) zur Übertragung von Steuerungsinformationen von einem Leuchtmodul zum anderen ist bei diesem Beleuchtungssystem (1) als Sender-Empfänger Kommunikationssystem (32) ausgestaltet. Jedes Leuchtmodul (31) weist mindestens einen Sender zur Abstrahlung elektromagnetischer Wellen zu sämtlichen benachbarten Leuchtmodulen (31) auf. Weiter weist jedes Leuchtmodul (31) mindestens einen Empfänger für die von den Sendern der benachbarten Leuchtmodule abgestrahlten elektromagnetischen Wellen auf. Die Reichweite jedes Senders ist so eingestellt, dass dieser lediglich die Empfänger unmittelbar angrenzender Nachbarn jedes Leuchtmoduls (31) erreicht, also maximal sechs, wie in Figur 7 a dargestellt. Die Steuerung kann jedoch die Abstrahlung über einzelne Sender unterbinden, so dass nicht zu jedem benachbarten Leuchtmodul (31) eine Kommunikationsverbindung aufgebaut wird, wie dies in Figur 7 b angedeutet ist. Die Übertragung der Steuerungsinformationen kann beispielsweise im Infrarot-Frequenzband, aber auch im Funk-Frequenzband erfolgen.

## Bezugszeichenliste

### [0042]

Nr.	Bezeichnung
1.	Beleuchtungssystem
2.	Leuchtmodul
3.	Leuchtmittel
4.	Steuerung
5.	Schnittstellen
6.	Sensor
7.	Leuchtmodul
8.	Linearantrieb

(fortgesetzt)

5

10

15

20

25

30

35

Nr.	Bezeichnung
9.	Leuchtmodul puzzleartig
10.,11.	Seitenkanten
12.	teilkreiszyllindrischer Fortsatz
13.	Steg
14.	teilkreiszyllindrische Ausnehmung
15.,16.	Seitenkanten
17.	Verbindungsteile
18.	Hardwareschnittstelle
19.	Leuchtmodul kleeblattartig
20.	zentraler Bereich
21.	Stegbereich
22.	kreiszyllindrischer Fortsatz
23.	Mulde
24.	Hardwareschnittstellen
25.	Leuchtmodul dreieckig
26.	zentraler Grundkörper
27.	kreiszyllindrischer Fortsatz
28.	halbkreiszyllindrische Ausnehmung
29.	Hardwareschnittstelle
30.	Lautsprecher
31.	Leuchtmodul sechseckig
32.	Sender-Empfänger-Kommunikationssystem

## Patentansprüche

40

1. Beleuchtungssystem mit mehreren in einer zwei- oder dreidimensionalen Struktur angeordneten Leuchtmitteln, wobei

45

- das Beleuchtungssystem (1) mehrere Leuchtmodule (2,9,19,25,31) umfasst, die jeweils mindestens ein Leuchtmittel (3) aufweisen und
- jedem Leuchtmodul (2,9,19,25,31) eine Steuerung (4) zumindest für die Leuchtmittel (3) und ein Kommunikationssystem zugeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- sich das Beleuchtungssystem (1) aus einer Vielzahl von Leuchtmodulen (2,9,19,25,31) zusammensetzt,
- die Steuerung jedes Leuchtmoduls (2,9,19,25,31) Steuerungsinformationen zumindest zur Aktivierung der Leuchtmittel verarbeitet und/oder generiert,
- die Steuerung (4) jedes Leuchtmoduls (2,9,19,25,31) mit der Steuerung (4) mindestens eines benachbarten Leuchtmoduls (2,9,19,25,31) über das Kommunikationssystem (5,18,24,29,32) zumindest zur Übertragung von Steuerungsinformationen verbunden ist und
- das Kommunikationssystem (5,18,24,29,32) zwischen sämtlichen Leuchtmodulen (2,9,19,25,31) technisch übereinstimmend ausgeführt ist.

55

2. Beleuchtungssystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kommunikationssystem einen Bus, insbesondere Feldbus aufweist.

3. Beleuchtungssystem nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das Kommunikationssystem (5,18,24,29,32) übereinstimmende Schnittstellen zwischen sämtlichen Leuchtmodulen (2,9,19,25,31) aufweist.
- 5 4. Beleuchtungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das Kommunikationssystem (5,18,24,29,32) mindestens eine externe Schnittstelle zum Austausch von Informationen aufweist.
- 10 5. Beleuchtungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** sämtliche Leuchtmodule (2,9,19,25,31) standardisierte Hardwareschnittstellen (18,24,28,32) aufweisen.
- 15 6. Beleuchtungssystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Leuchtm modul (2,31) mindestens einen Sender zur Abstrahlung elektromagnetischer Wellen zu einem Empfänger mindestens eines benachbarten Leuchtm oduls (2,31) aufweist und dass jedes Leuchtm modul mindestens einen Empfänger für die von jedem Sender mindestens eines benachbarten Leuchtm oduls (2,31) abgestrahlten elektromagnetischen Wellen aufweist.
- 20 7. Beleuchtungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die zweidimensionale Struktur eben ist.
8. Beleuchtungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zwei- dimensionale Struktur gekrümmt ist.
- 25 9. Beleuchtungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die dreidimensionale Struktur ein Körper mit einer dreidimensionalen geometri- schen Form ist.
- 30 10. Beleuchtungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Leuchtm odule (9,19,25,31) sämtlich eine übereinstimmende Form aufweisen.
11. Beleuchtungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Leuchtm odul (2,9,19,25,31) an einer Tragkonstruktion angeordnet ist.
- 35 12. Beleuchtungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 11,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** aneinandergrenzende Leuchtm odule (9,19,25) lösbar miteinander verbunden sind.
- 40 13. Beleuchtungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 12,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** aneinandergrenzende Leuchtm odule (9) formschlüssig miteinander verbunden sind.
- 45 14. Beleuchtungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 13,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest einzelne Leuchtm odule (2,25) mindestens einen Sensor (6) aufweisen, der mit der dem Leuchtm odul zugeordneten Steuerung (4) verbunden ist.
- 50 15. Beleuchtungssystem nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoren (6) physikalische und/oder chemische Eigenschaften in ihrer Umgebung erfassen und in elektrische Signale wandeln.
16. Beleuchtungssystem nach Anspruch 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoren (6) als aktive Sensoren und/oder passive Sensoren ausgebildet sind.
- 55 17. Beleuchtungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 16,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest einzelne Leuchtm odule (2,25) mindestens einen Aktor (8,30) aufweisen, der mit der dem Leuchtm odul zugeordneten Steuerung (4) verbunden ist.
18. Beleuchtungssystem nach einem der Ansprüche 14 bis 17,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung (4) in Abhängigkeit von den Sensorsignalen Steuerungsinforma- tionen zur Aktivierung von Aktoren (8,30) und/oder Leuchtm itteln (3) des der Steuerung (4) zugeordneten Leucht-



moduls (2,25) erzeugt.

- 5 19. Beleuchtungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 18,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung (4) zumindest Steuerungsinformationen zur Aktivierung der Aktoren (8,30) und/oder Leuchtmittel (3) verarbeitet und/oder erzeugt.
- 10 20. Beleuchtungssystem nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung (4) Steuerungsinformationen zur Dauer der Aktivierung und/oder zur Festlegung des Aktivierungszeitpunktes und/oder zum Zeitpunkt der Übertragung der Steuerungsinformation für die Aktoren (8,30) und/oder Leuchtmittel (3) verarbeitet und/oder erzeugt.
- 15 21. Beleuchtungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 20,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung (4) eine programmierbare logische Schaltung ist.

15

20

25

30

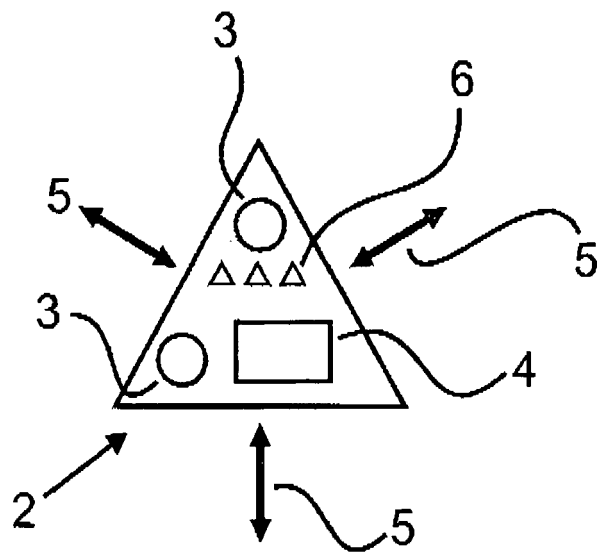
35

40

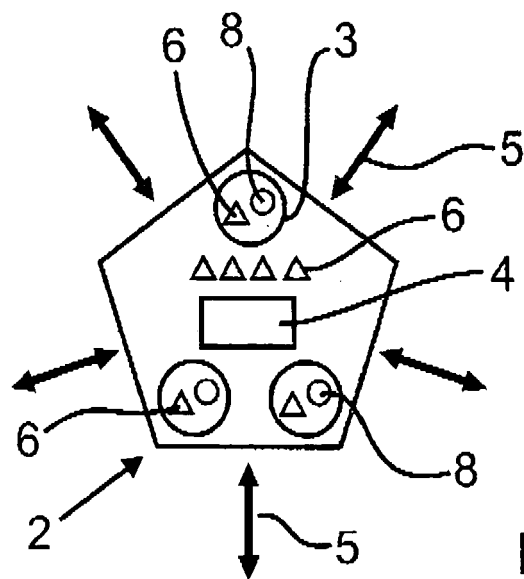
45

50

55



**Fig. 1a**



**Fig. 1b**

**Fig. 1**

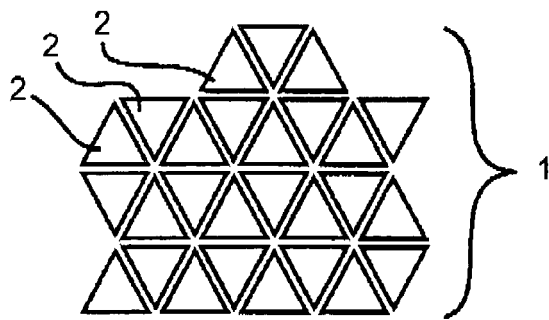


Fig. 2a

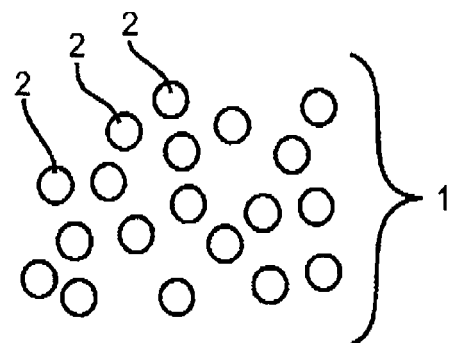


Fig. 2b

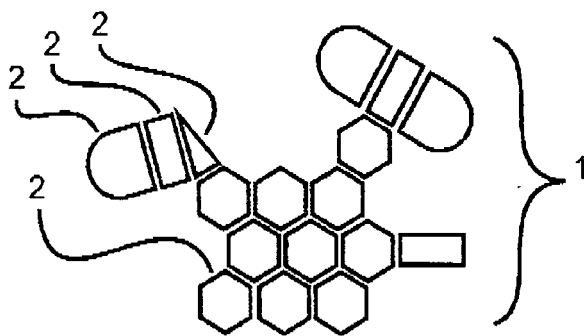


Fig. 2c

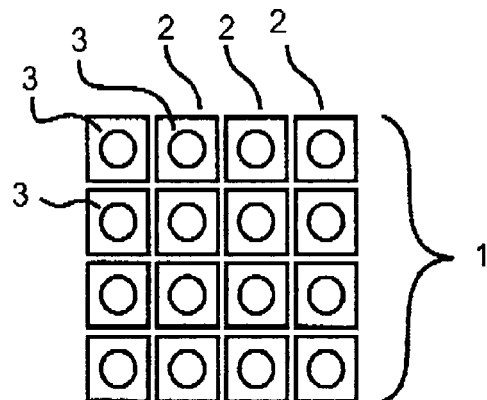


Fig. 2d

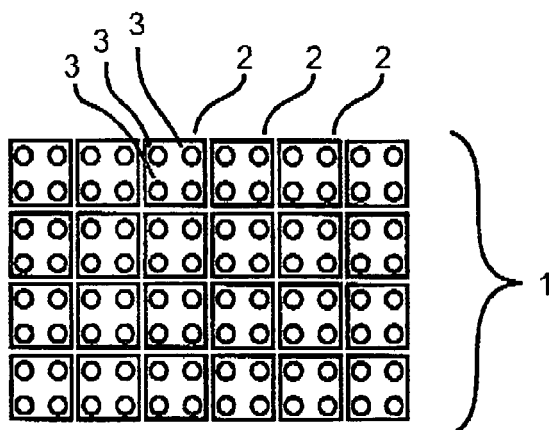


Fig. 2e

Fig. 2

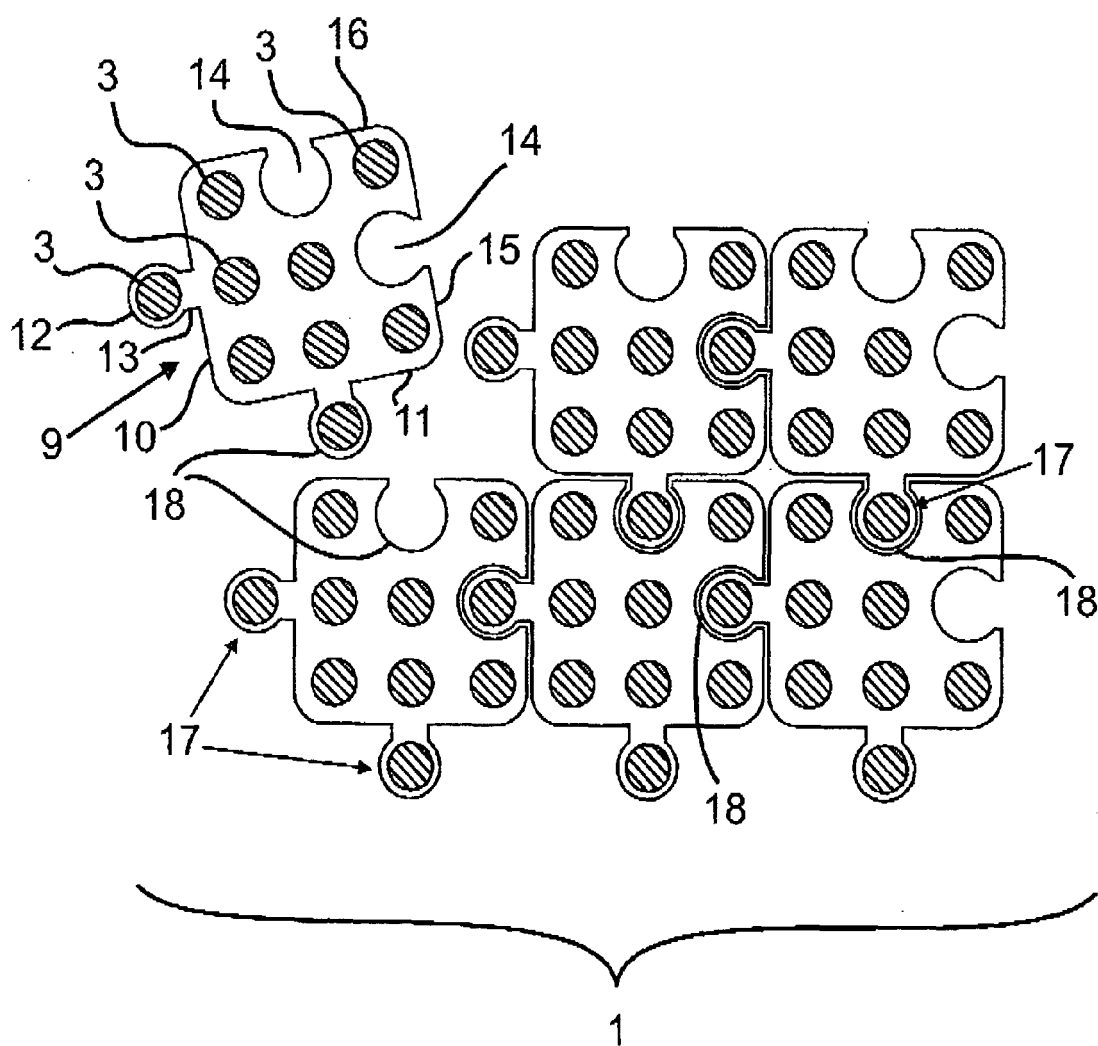
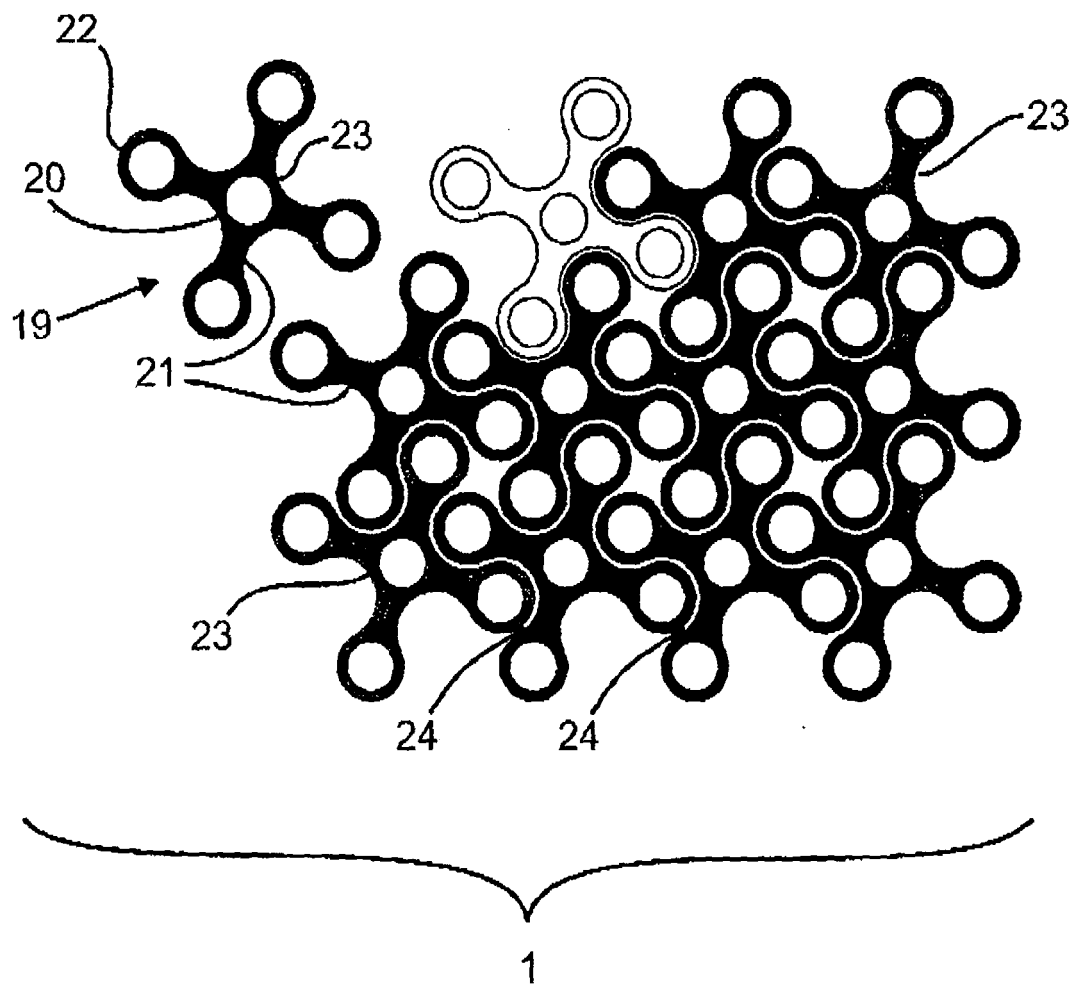


Fig. 3



**Fig. 4**

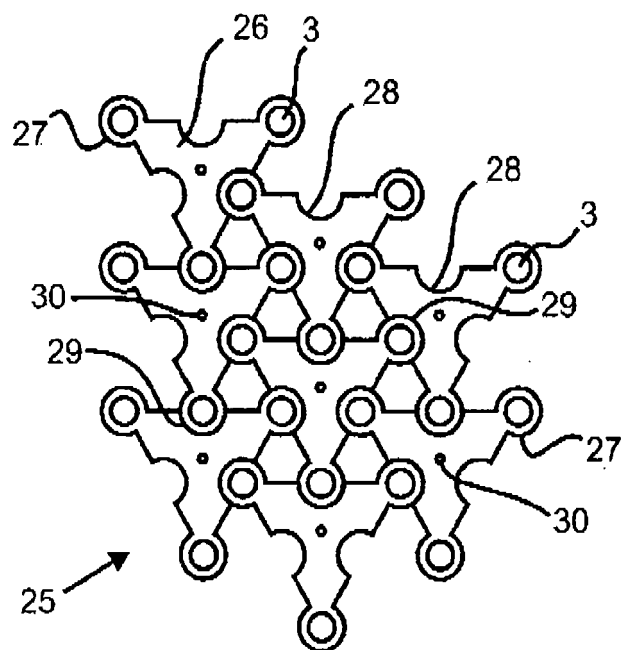


Fig. 5a

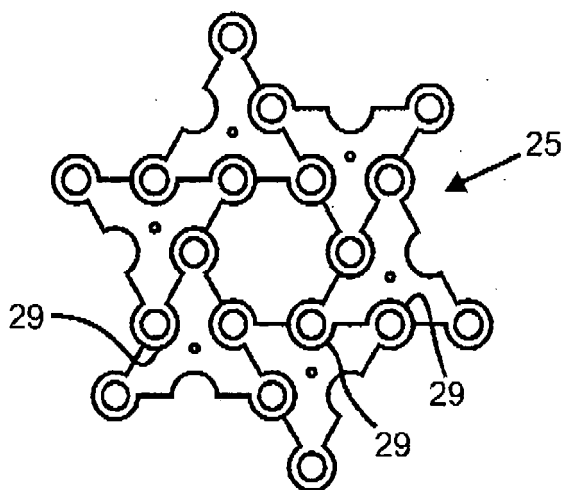


Fig. 5b

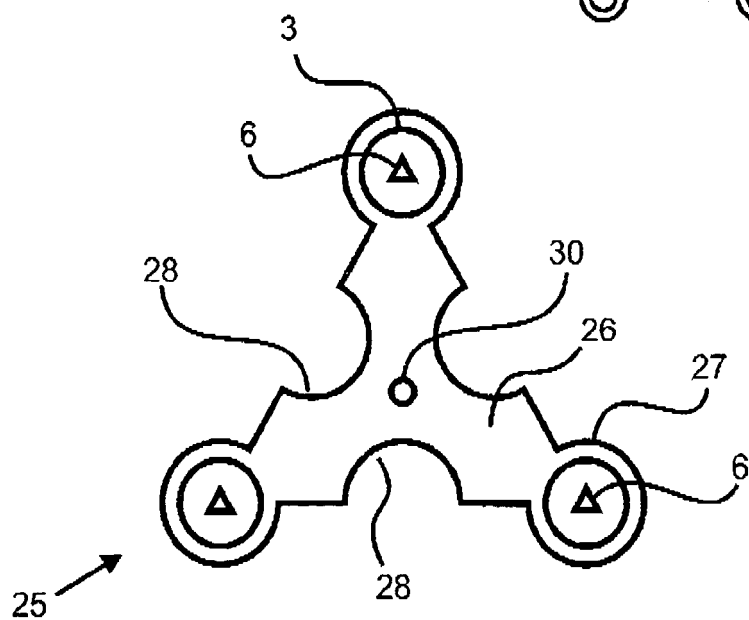
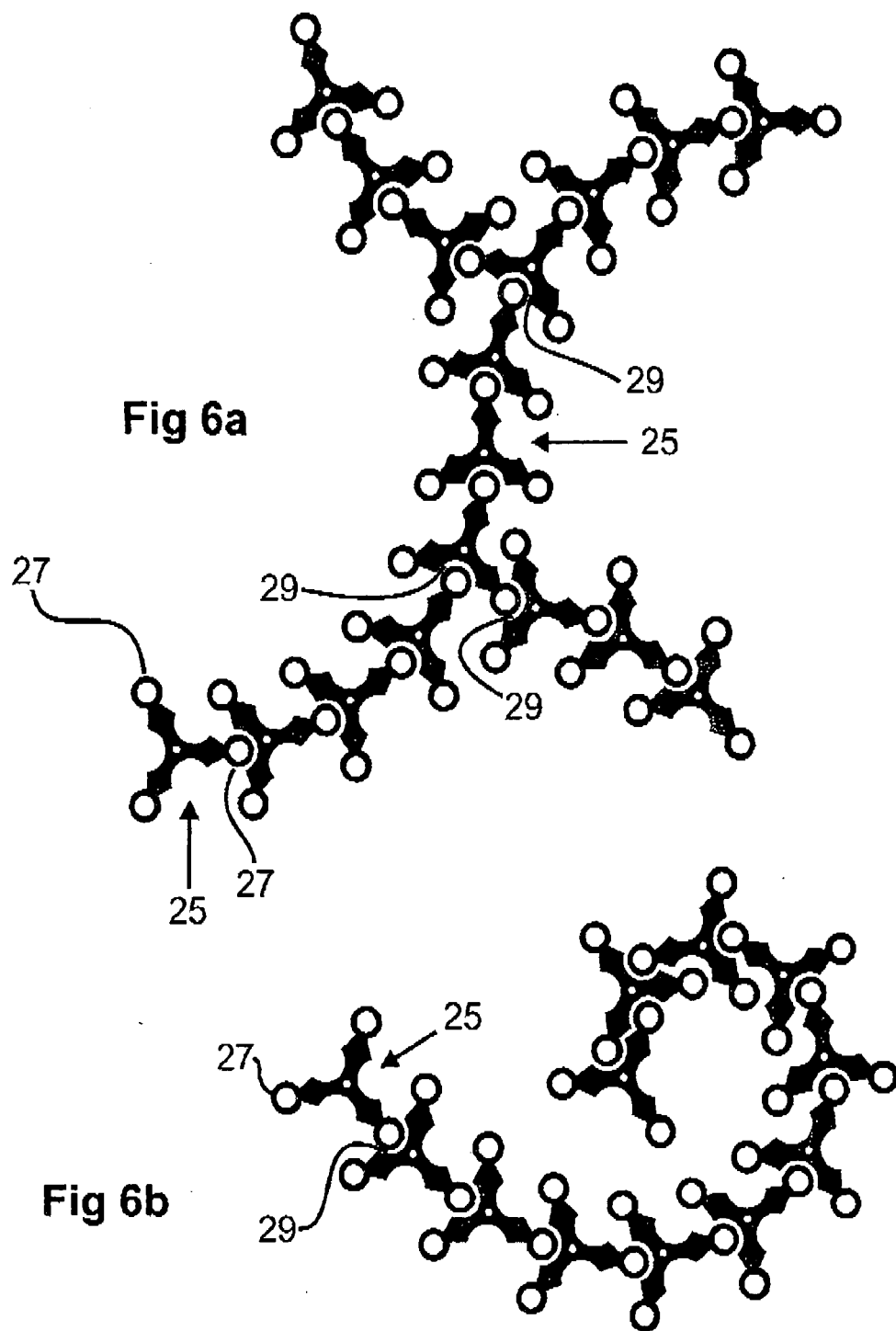


Fig. 5c

Fig. 5



**Fig. 6**

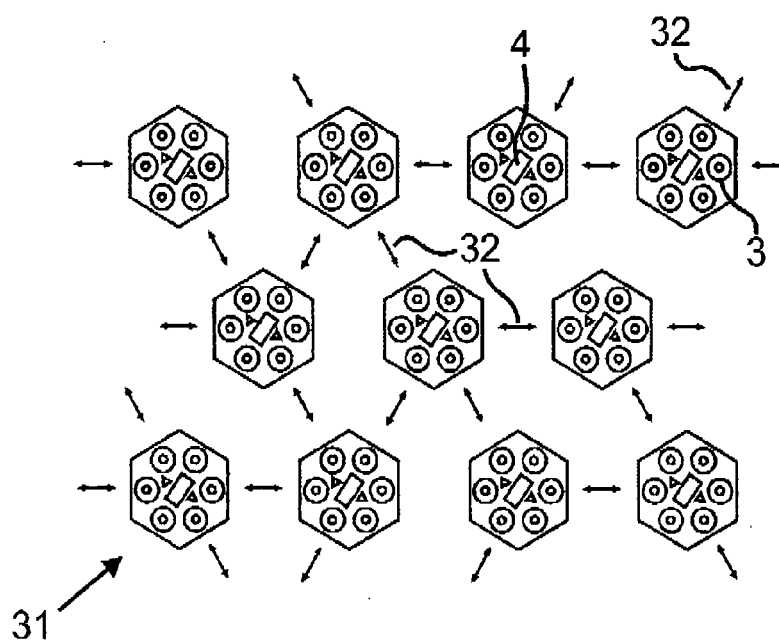
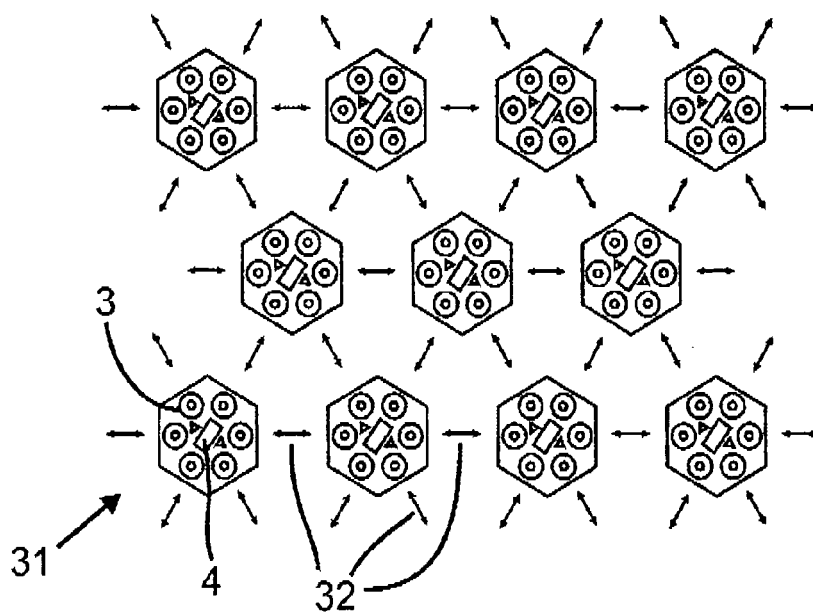


Fig. 7





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 09 00 3608

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 6 459 919 B1 (LYS IHOR [US] ET AL) 1. Oktober 2002 (2002-10-01) * das ganze Dokument *	1-21	INV. H05B37/02 H05B33/08
X	WO 2006/056066 A (TIR SYSTEMS LTD [CA]; ASHDOWN IAN [CA]; JUNGWIRTH PAUL [CA]; ROBINSON) 1. Juni 2006 (2006-06-01) * Absätze [0136], [0137]; Ansprüche 22,23 *	1	
A	WO 2007/036871 A (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]; MOSS TIMOTHY B [US]; KILLE ERIC J) 5. April 2007 (2007-04-05) * Absatz [0004]; Ansprüche 1-7 *	1-21	
A	WO 2005/024898 A (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]; BRUNING GERT W [US]) 17. März 2005 (2005-03-17) * das ganze Dokument *	1-21	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H05B
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>22. Juli 2009</b>	Prüfer <b>Henderson, Richard</b>
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 : mündliche 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	

1  
EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 09 00 3608

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente 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.

22-07-2009

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6459919 B1	01-10-2002	US 6292901 B1	18-09-2001
		US 2001028227 A1	11-10-2001
		US 6166496 A	26-12-2000
		US 6211626 B1	03-04-2001
		US 6528954 B1	04-03-2003
		US 2003100837 A1	29-05-2003
		US 2008183081 A1	31-07-2008
-----			
WO 2006056066 A	01-06-2006	CA 2589238 A1	01-06-2006
		EP 1839463 A1	03-10-2007
		JP 2008522349 T	26-06-2008
-----			
WO 2007036871 A	05-04-2007	EP 1932394 A2	18-06-2008
		JP 2009521777 T	04-06-2009
		KR 20080068822 A	24-07-2008
		US 2008273331 A1	06-11-2008
-----			
WO 2005024898 A	17-03-2005	CN 1849707 A	18-10-2006
		EP 1665380 A2	07-06-2006
		JP 2007505448 T	08-03-2007
-----			

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**

- WO 2006056066 A1 [0003] [0004]