



(11)

EP 2 101 549 A1

(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**

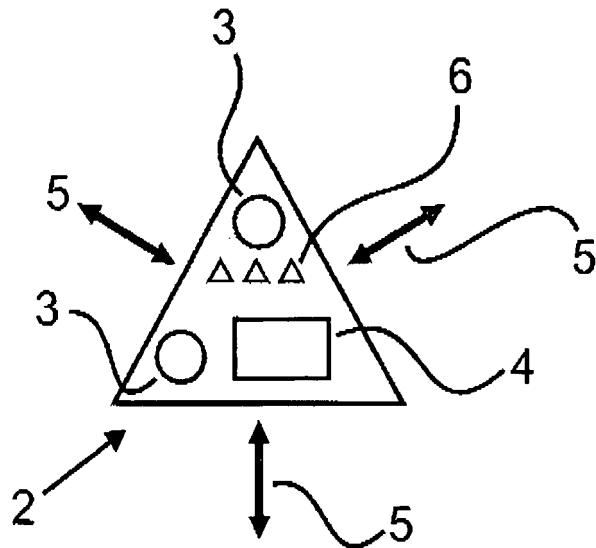
(30) Priorität: 14.03.2008 DE 102008014172

(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)**

### (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 Beleuchtungsergebnisse ermöglicht, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass  
- das Beleuchtungssystem mehrere Leuchtmodule um-

fasst, die jeweils mindestens ein Leuchtmittel aufweisen,  
- jedem Leuchtmittel 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 Leuchtmittel 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 Leuchtmittel 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 Leuchtmittel 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 Kühlungssystem 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 Leuchtmittel 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 Beleuchtungsergebnisse ermöglicht.

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

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

**[0007]** Die Steuerung jedes einzelnen Leuchtmittels verarbeitet und/oder generiert Steuerungsinformationen zumindest zur Aktivierung der Leuchtmittel. Da die Steuerung jedes Leuchtmittels mit der Steuerung mindestens eines benachbarten Leuchtmittels über das Kommunikationssystem verbunden ist, können sich die Steuerungsinformationen zur Aktivierung der Leuchtmittel in dem Beleuchtungssystem von einem Modul zu einer Vielzahl anderer Leuchtmittel ausbreiten. Die autarke Steuerung jedes Leuchtmittels in Verbindung mit dem Kommunikationssystem eröffnet damit die Möglichkeit, interessante und überraschend wirkende Beleuchtungsszenarien hervorzurufen, insbesondere wenn zeitgleich verschiedene Leuchtmittel des Beleuchtungssystems unterschiedliche Steuerungsinformationen an benachbarte Leuchtmittel weitergeben. Im Interesse der Modularisierung des Beleuchtungssystems ist das Kommunikationssystem zwischen sämtlichen Leuchtmitteln technisch übereinstimmend ausgeführt, insbesondere weist das Kommunikationssystem übereinstimmende Schnittstellen zwischen sämtlichen Leuchtmitteln auf. Neben diesen standardisierten Datenschnittstellen weisen sämtliche Leuchtmittel vorzugsweise auch standardisierte Hardware-Schnittstellen auf, deren Lage und Abmessungen bezogen auf einen Bezugspunkt jedes Leuchtmittels 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 Leuchtmitteln zusammensetzt, kann das Beleuchtungssystem beliebig verändert werden, insbesondere problemlos an unterschiedliche Raum- und Größenverhältnisse angepasst werden. Insbesondere lassen sich die einzelnen Leuchtmittel in unterschiedlicher Art und Weise zu dem Beleuchtungssystem kombinieren. Der Aufbau des Beleuchtungssystems aus Leuchtmitteln reduziert die Herstellungskosten und vereinfacht die Montage sowie die Reparatur fehlerhafter

Komponenten.

[0009] Jedes Leuchtmittel 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 Anzeigeeignisse 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 Leuchtmittel 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 dem Leuchtmittel 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 Leuchtmittel zugeordneten Steuerung verbunden sind. Als Aktoren kommen beispielsweise Sender, Lautsprecher sowie insbesondere Antriebe in Betracht. Jedes Leuchtmittel kann über einen oder auch mehrere Aktoren verfügen, die im letzten genannten Fall jeweils einem Leuchtmittel zugeordnet sind. Beispielsweise kann jedem Leuchtmittel ein Antrieb zugeordnet sein, der das Leuchtmittel abhängig von Steuerungsinformationen und/oder eingehenden Sensorsignalen in unterschiedlichen Richtungen bewegt. Alternativ kann der Antrieb dem gesamten Leuchtmittel 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 Leuchtm-

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 Leuchtmorden in Betracht, wobei die Verbindungsteile der Formschlussverbindungen vorzugsweise zugleich die Hardware-Schnittstellen zwischen benachbarten Leuchtmorden 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 verschiedenen geformten Leuchtmorden,

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

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

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

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

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

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

[0026] Ferner weist das Leuchtmodus (2) drei Sensoren (6) auf, die ebenfalls mit dem Leuchtmodus (2) zugeordneten Steuerung (4) verbunden sind. Die Sensoren (6) erfassen physikalische Eigenschaften in der Umgebung des Leuchtmodus (2), wobei beispielsweise der erste Sensor als Infrarotsensor ausgestaltet ist, der mit einem entsprechenden IR-Strahler im Abstand von dem Leuchtmodus kommuniziert, der zweite Sensor ein Mikrofon ist, der auf Schallereignisse in der Umgebung des Leuchtmodus 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 Leuchtmodus (2) unterscheidet sich insofern, als dies eine fünfeckige Kontur aufweist, wobei an den fünf Seiten Schnittstellen (5) angeordnet sind. Des Weiteren weist das Leuchtmodus (3) insgesamt 7 Sensoren (6) auf, von denen vier in etwa mittig an dem Leuchtmodus (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 Leuchtmodus herausgehoben werden kann. Sowohl sämtliche Sensoren (6) als auch die drei Akteure (8) sind mit der Steuerung (4) verbunden, die Steuerungsinformationen zum Aktivierungszeitpunkt und der Aktivierungsdauer sowohl für die Akteure (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 Leuchtmitteln (2) gemäß Figur 1 a zusammengesetzt ist, wobei sich die dreieckigen Leuchtmittel zu einer geschlossenen Oberfläche ergänzen. Die Verbindung der Leuchtmittel in einer zweidimensionalen Struktur erfolgt im dargestellten Ausführungsbeispiel durch Befestigung an einer Tragkonstruktion, beispielsweise einer Platte, an denen die Leuchtmittel 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 Leuchtmittel verzichtet.

**[0030]** Figur 2b zeigt ein Beleuchtungssystem (1) mit im Querschnitt runden Leuchtmitteln (2), die in unregelmäßigen Abständen an der Tragkonstruktion befestigt sind. Das Kommunikationssystem zur Übertragung von Steuerungsinformationen von einem Leuchtmittel zum anderen ist bei diesem Beleuchtungssystem vorzugsweise als Sender-Empfänger Kommunikationssystem ausgestaltet. Jedes Leuchtmittel (2) weist einen Sender zur Abstrahlung elektromagnetischer Wellen zu einem Empfänger mindestens eines benachbarten Leuchtmittels, vorzugsweise jedoch zu sämtlichen benachbarten Leuchtmitteln auf. Weiter weist jedes Leuchtmittel (2) einen Empfänger für die von den Sendern der benachbarten Leuchtmittel abgestrahlten elektromagnetischen Wellen auf. Die Reichweite des Senders kann so eingestellt sein, dass dieser lediglich die Empfänger unmittelbar angrenzenden Nachbarn jedes Leuchtmittels (2) erreicht. Es ist jedoch auch möglich, die Reichweite so einzustellen, dass eine größere Gruppe von benachbarten Leuchtmitteln (2) erreicht wird, jedoch nicht sämtliche Leuchtmittel 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 Leuchtmitteln, 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 Leuchtmittel (2), die ein rechteckiges Beleuchtungssystem (1) bilden. Die rechteckigen Leuchtmittel (2) nach Figur 2d weisen jeweils lediglich ein Leuchtmittel (3) auf, während die Leuchtmittel nach Figur 2 e jeweils vier Leuchtmittel (3) aufweisen.

**[0033]** Figur 3 zeigt ein erfindungsgemäßes Beleuchtungssystem (1), das aus rechteckigen puzzleartigen Leuchtmitteln (9) mit jeweils neun Leuchtmitteln (3) zusammengesetzt ist. An benachbarten Seitenkanten (10, 11) weist jedes Leuchtmittel (9) mittig angeordnete Verbindungsteile (17) auf. Die Verbindungsteile (17) werden jeweils von einem sich zu einem teilkreiszylindrischen Fortsatz (12) erweiternden Steg (13) gebildet, der mittig an den Seitenkanten (10, 11) ansetzt. Die teilkreiszylindrischen Fortsätze (12) greifen formschlüssig in teilkreiszylindrische Ausnehmungen (14) benachbarer Seitenkanten (15, 16) eines angrenzenden Leuchtmittels (9) ein. Die über Eck angebrachten Verbindungsteile (17) mit den korrespondierenden Ausnehmungen (14) benachbarter Leuchtmittel (9) erlauben einen flächigen formschlüssigen Verbund der in einer zweidimensionalen Struktur zusammengefassten Leuchtmittel (9). Die Hardware-Schnittstellen (18) zwischen den Leuchtmitteln (9) sind in die halbkreiszylindrischen Fortsätze (12) bzw. Ausnehmungen (14) benachbarter Leuchtmittel (9) integriert. Im Ausführungsbeispiel ist daher jedes Leuchtmittel (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 Leuchtmittel nahezu flächendeckend zusammenlegbar sind, jedoch nicht formschlüssig ineinander greifen. Die kleeblattartigen Leuchtmittel (19) weisen einen zentralen Bereich (20) auf, von dem sich sternförmig jeweils um 90° zueinander versetzt vier Stegbereiche (21) erstrecken, die sich endseitig in kreiszylindrische Fortsätze (22) erweitern. Jeder kreiszylindrische Fortsatz (22) liegt nach Zusammenfügen der Leuchtmittel (19) in einer Mulde (23), die sich zwischen zwei benachbarten Stegbereichen (21) eines angrenzenden Leuchtmittels (19) befindet. Um eine bündige Anlage der kreiszylindrischen Fortsätze (22) in den durch die Stegbereiche (21) ausgebildeten Mulden (23) zu gewährleisten, sind die Stegbereiche (21) entsprechend der Krümmung der kreiszylindrischen Fortsätze (22) konkav eingezogen. Die Hardware-Schnittstellen (24) zwischen benachbarten Leuchtmitteln (19) sind im Außenbereich der kreiszylindrischen Fortsätze (22) sowie in den Mulden (23) angeordnet. Jedes Leuchtmittel (19) kann aufgrund dieser Konstruktion mit jeweils 4 benachbarten Leuchtmitteln unmittelbar über die Hardware-Schnittstelle (24) verbunden werden.

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

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

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

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

**[0038]** Figur 5c zeigt eine Variante eines Leuchtmuls (25), bei der jedem Leuchtmittel (3) zusätzlich ein Sensor (6) zugeordnet ist. Während die Leuchtmulen (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 Leuchtmul (25) integrierten Steuerung definierte akustische Signale erzeugt. Sofern die einzelnen Leuchtmulen (29) mit Aktivierung ihrer Leuchtmittel unterschiedliche Töne über die Lautsprecher (30) erzeugen und die Leuchtmulen einzeln nacheinander oder in Gruppen aktiviert werden, können mit den Lichtereignissen zugleich Melodien erzeugt werden.

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

**[0040]** In dem erfindungsgemäß Beleuchtungssystem (1) setzen sich aufgrund der jedem Leuchtmul(2,9,19,25) zugeordneten autarken Steuerung in Verbindung mit dem ausschließlich unmittelbar benachbarte Leuchtmulen (2,9,19,25) einbeziehenden Kommunikationssystem(5,18,24,29) Steuerungsinformationen für die Leuchtmittel von einem Leuchtmul zum anderen in einer kaum vorhersehbaren Art und Weise fort. Des Weiteren können die erfindungsgemäß Beleuchtungssysteme (1) über den Leuchtmulen (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 Leuchtmulen 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 Leuchtmulen (31), die in regelmäßigen Abständen an der Tragkonstruktion, beispielsweise einer Wand, befestigt sind. Das Kommunikationssystem (32) zur Übertragung von Steuerungsinformationen von einem Leuchtmul zum anderen ist bei diesem Beleuchtungssystem (1) als Sender-Empfänger Kommunikationssystem (32) ausgestaltet. Jedes Leuchtmul (31) weist mindestens einen Sender zur Abstrahlung elektromagnetischer Wellen zu sämtlichen benachbarten Leuchtmulen (31) auf. Weiter weist jedes Leuchtmul (31) mindestens einen Empfänger für die von den Sendern der benachbarten Leuchtmulen abgestrahlten elektromagnetischen Wellen auf. Die Reichweite jedes Senders ist so eingestellt, dass dieser lediglich die Empfänger unmittelbar angrenzender Nachbarn jedes Leuchtmuls (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 Leuchtmul (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.	Leuchtmul
3.	Leuchtmittel
4.	Steuerung
5.	Schnittstellen
6.	Sensor
7.	Leuchtmul
8.	Linearantrieb

(fortgesetzt)

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

**Patentansprüche**

- 40 1. Beleuchtungssystem mit mehreren in einer zwei- oder dreidimensionalen Struktur angeordneten Leuchtmitteln, wobei
- das Beleuchtungssystem (1) mehrere Leuchtmodule (2,9,19,25,31) umfasst, die jeweils mindestens ein Leuchtmittel (3) aufweisen und
  - jedem Leuchtmittel (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 Leuchtmitteln (2,9,19,25,31) zusammensetzt,
  - die Steuerung jedes Leuchtmittels (2,9,19,25,31) Steuerungsinformationen zumindest zur Aktivierung der Leuchtmittel verarbeitet und/oder generiert,
  - die Steuerung (4) jedes Leuchtmittels (2,9,19,25,31) mit der Steuerung (4) mindestens eines benachbarten Leuchtmittels (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 Leuchtmitteln (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 Leuchtmitteln (2,9,19,25,31) aufweist.
5. 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. Beleuchtungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** sämtliche Leuchtmittel (2,9,19,25,31) standardisierte Hardwareschnittstellen (18,24,28,32) aufweisen.
15. Beleuchtungssystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Leuchtmittel (2,31) mindestens einen Sender zur Abstrahlung elektromagnetischer Wellen zu einem Empfänger mindestens eines benachbarten Leuchtmittels (2,31) aufweist und dass jedes Leuchtmittel mindestens einen Empfänger für die von jedem Sender mindestens eines benachbarten Leuchtmittels (2,31) abgestrahlten elektromagnetischen Wellen aufweist.
20. Beleuchtungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die zweidimensionale Struktur eben ist.
25. Beleuchtungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweidimensionale Struktur gekrümmt ist.
30. Beleuchtungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die dreidimensionale Struktur ein Körper mit einer dreidimensionalen geometrischen Form ist.
35. Beleuchtungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Leuchtmittel (9,19,25,31) sämtlich eine übereinstimmende Form aufweisen.
40. Beleuchtungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Leuchtmittel (2,9,19,25,31) an einer Tragkonstruktion angeordnet ist.
45. Beleuchtungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 11,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** aneinandergrenzende Leuchtmittel (9,19,25) lösbar miteinander verbunden sind.
50. Beleuchtungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 12,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** aneinandergrenzende Leuchtmittel (9) formschlüssig miteinander verbunden sind.
55. Beleuchtungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 13,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest einzelne Leuchtmittel (2,25) mindestens einen Sensor (6) aufweisen, der mit der dem Leuchtmittel zugeordneten Steuerung (4) verbunden ist.
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.
17. Beleuchtungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 16,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest einzelne Leuchtmittel (2,25) mindestens einen Aktor (8,30) aufweisen, der mit der dem Leuchtmittel 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 Steuerungsinformationen zur Aktivierung von Aktoren (8,30) und/oder Leuchtmitteln (3) des der Steuerung (4) zugeordneten Leuchtmittels aufweist.

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) Steuerungsinforma-  
          tionen 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

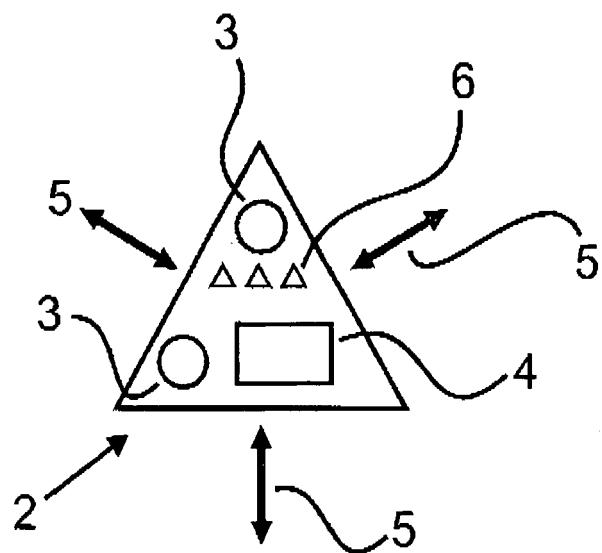
35

40

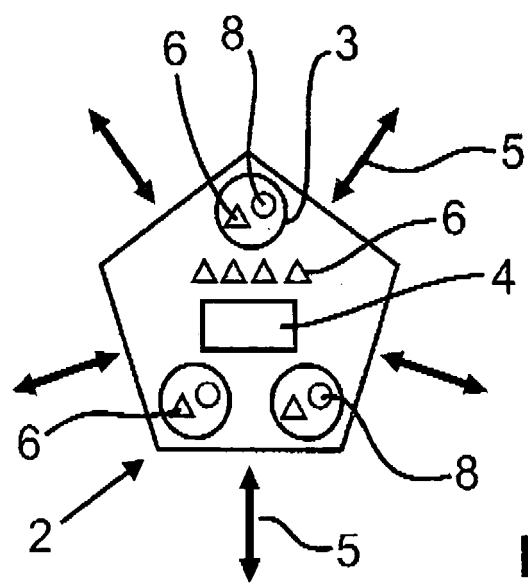
45

50

55



**Fig. 1a**



**Fig. 1b**

**Fig. 1**

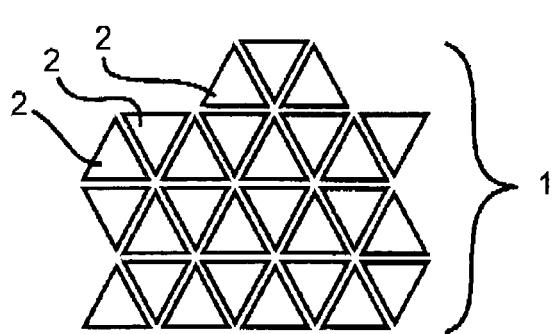


Fig. 2a

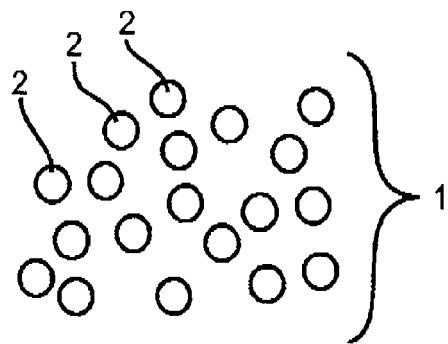


Fig. 2b

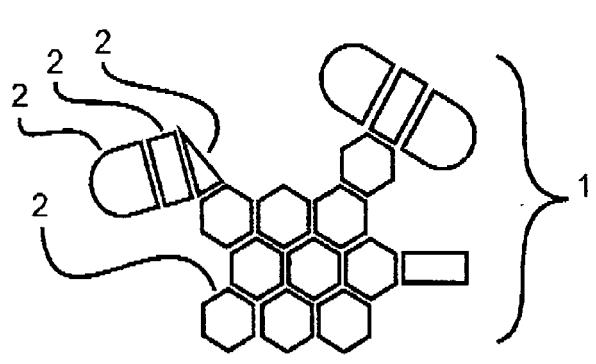


Fig. 2c

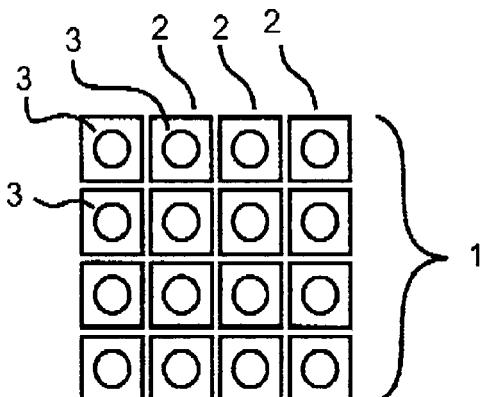


Fig. 2d

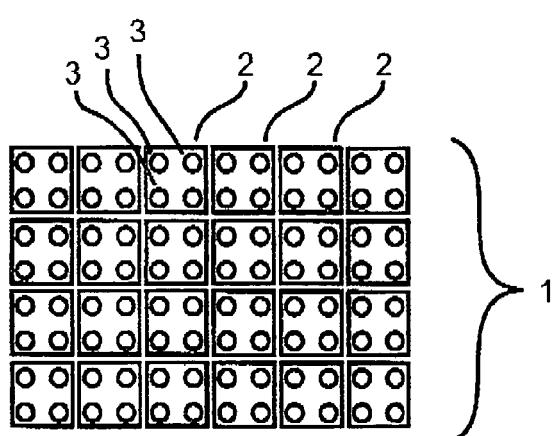
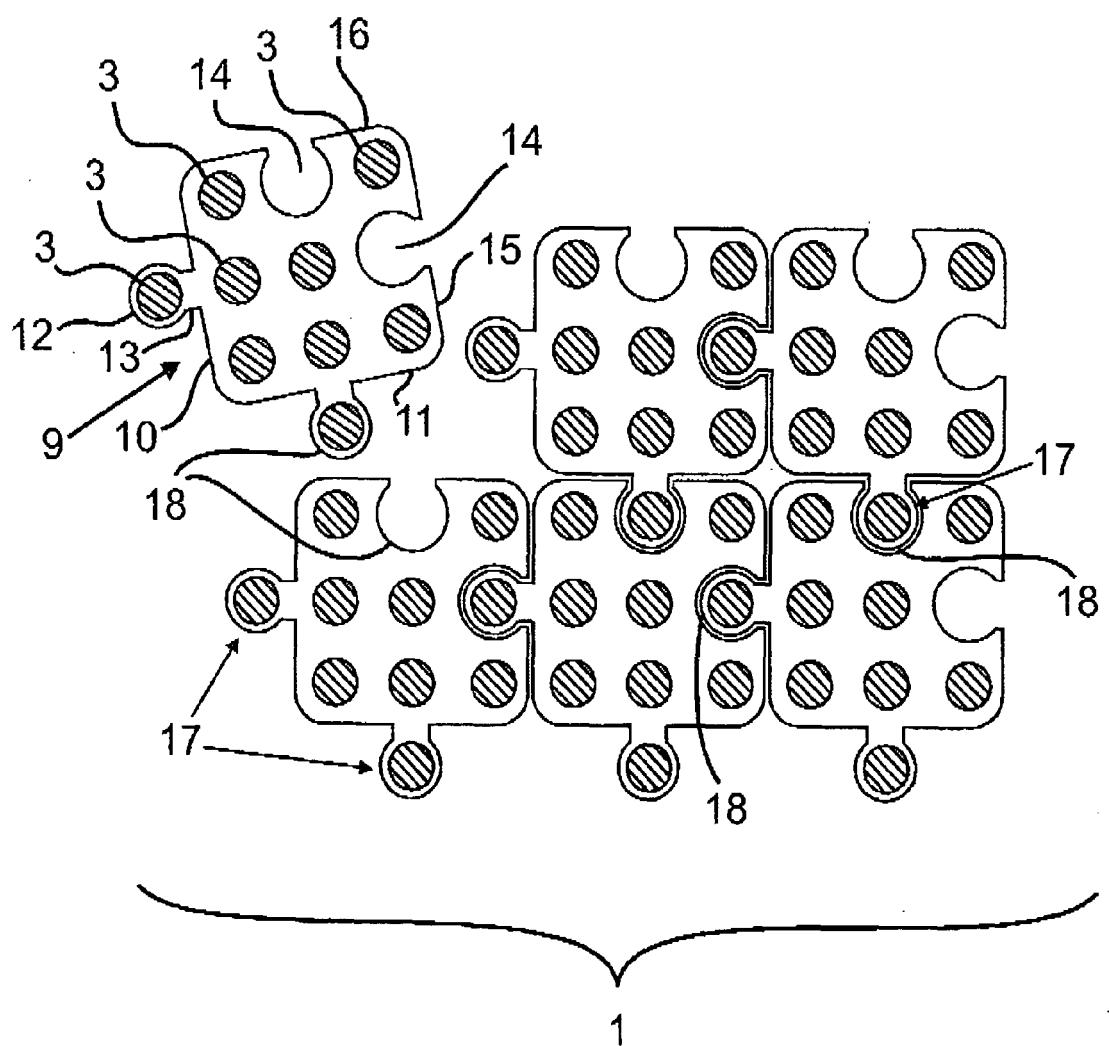
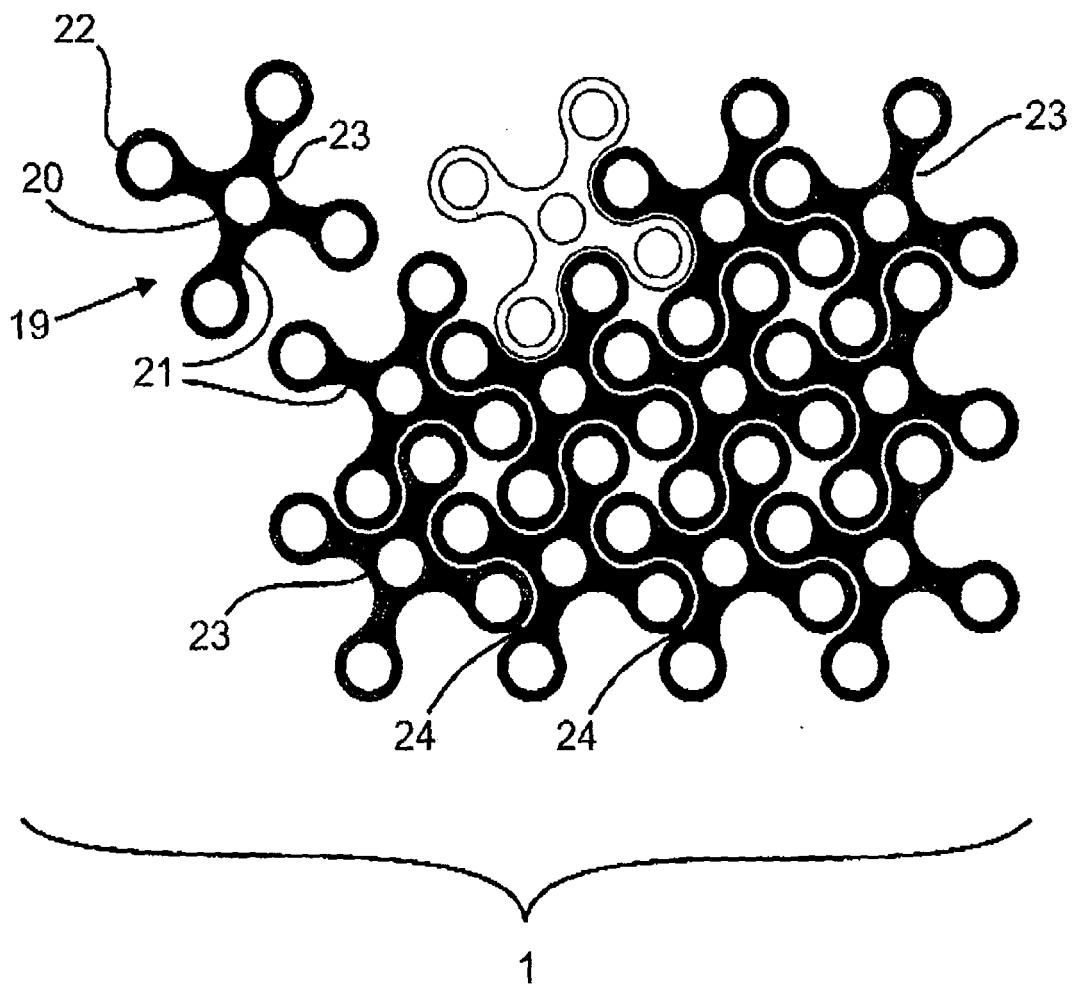


Fig. 2e

**Fig. 2**



**Fig. 3**



**Fig. 4**

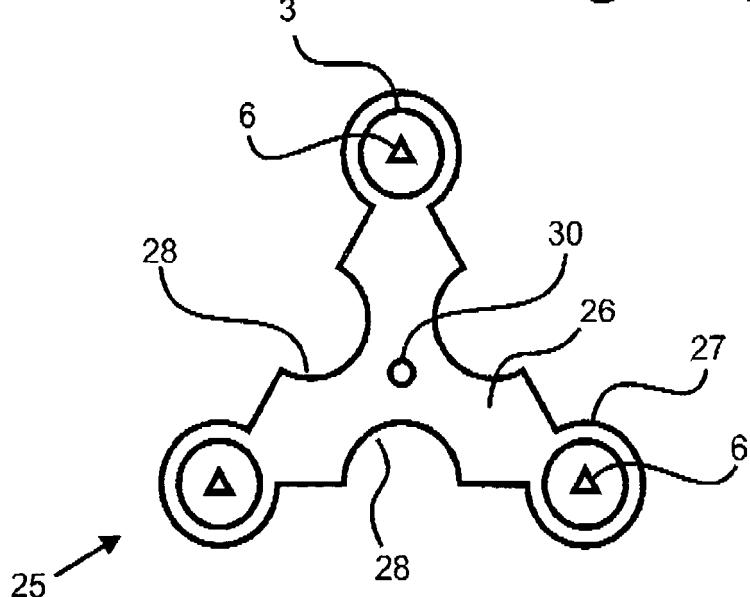
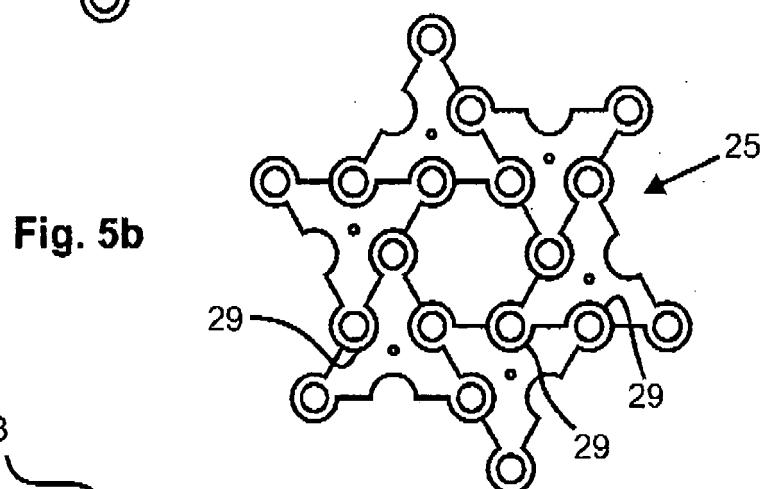
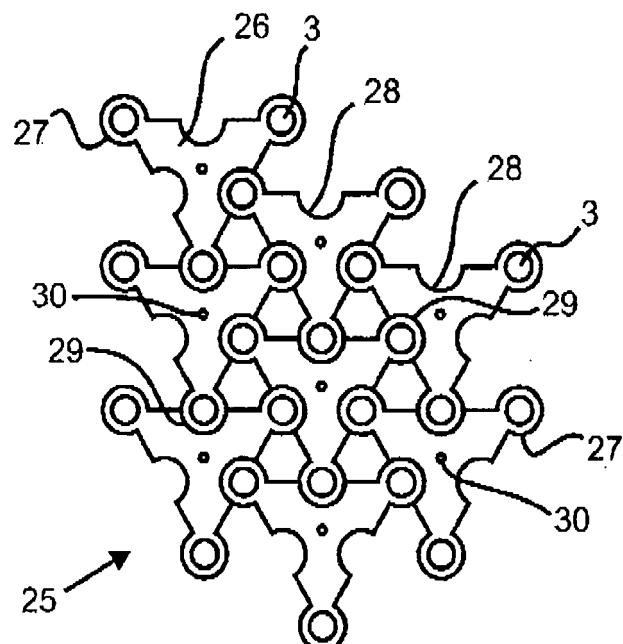


Fig. 5

Fig 6a

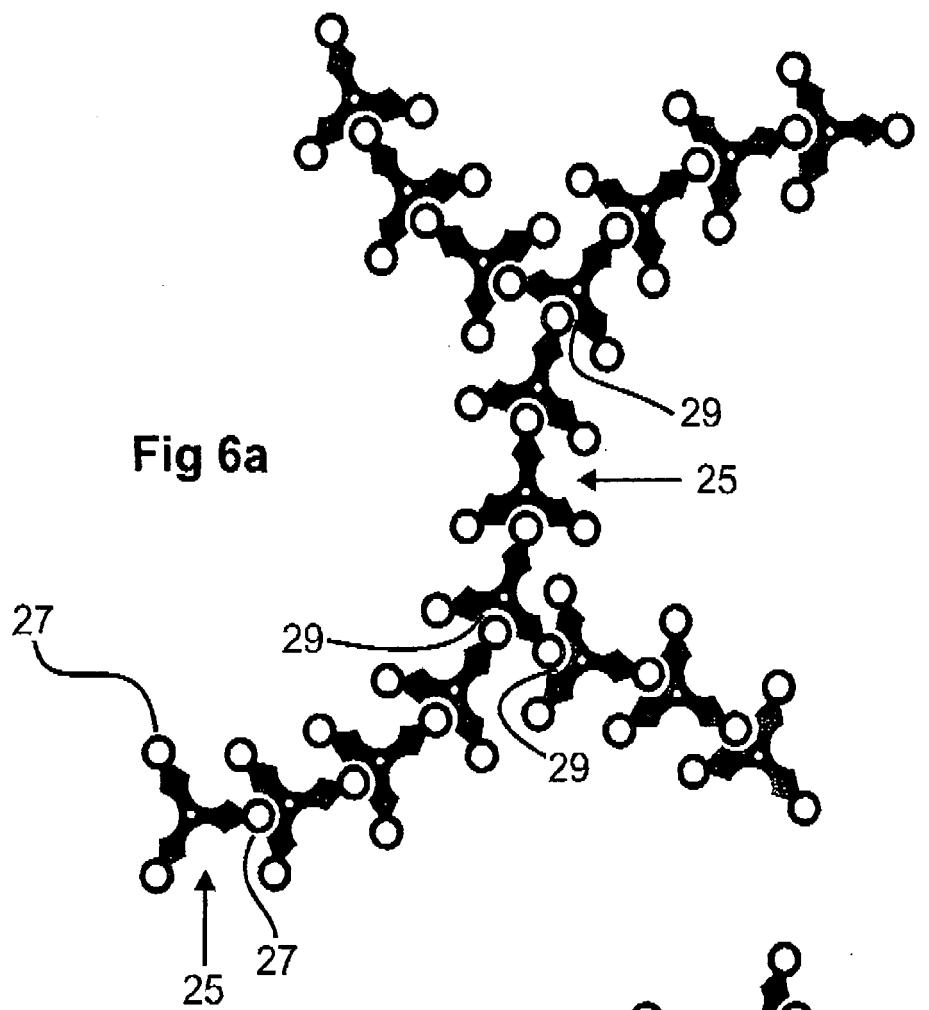


Fig 6b

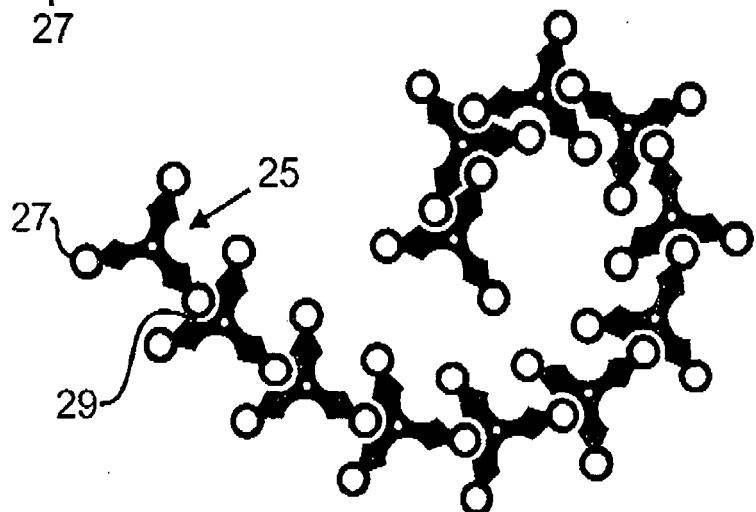


Fig. 6

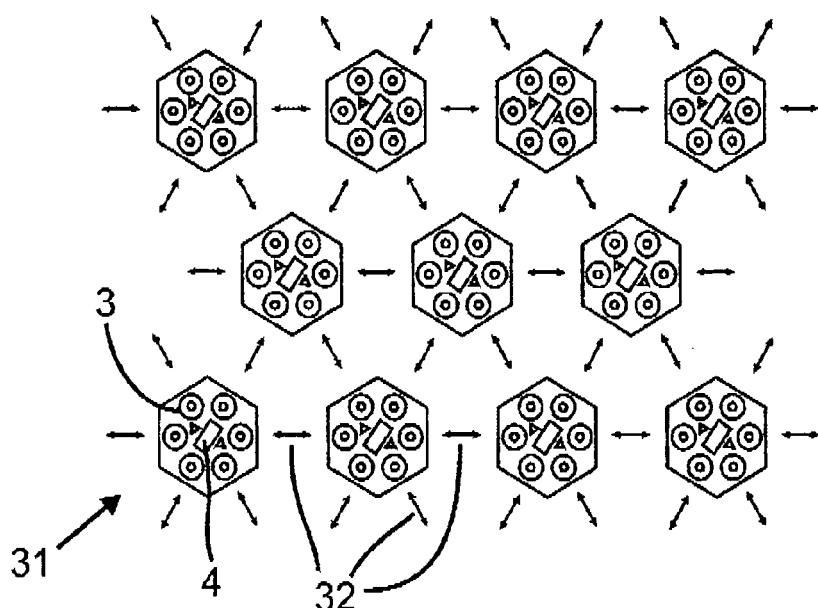


Fig. 7a

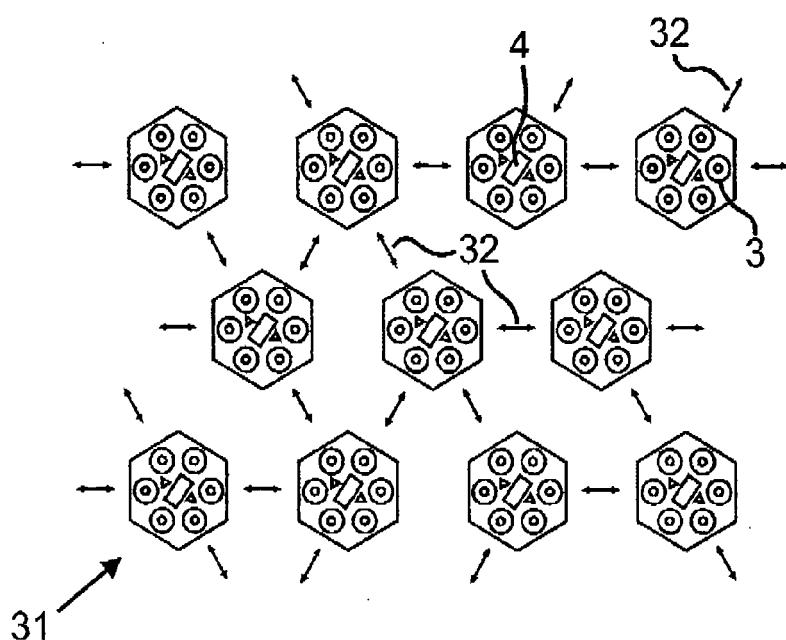


Fig. 7b

Fig. 7



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 09 00 3608

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betritt 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	
			RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)
			H05B
1	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
1	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 22. Juli 2009	Prüfer Henderson, Richard
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
EPO FORM 1503 03/82 (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 Patentdokumente 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 Patentdokument		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	
<hr/>						
WO 2006056066	A	01-06-2006	CA	2589238 A1	01-06-2006	
			EP	1839463 A1	03-10-2007	
			JP	2008522349 T	26-06-2008	
<hr/>						
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	
<hr/>						
WO 2005024898	A	17-03-2005	CN	1849707 A	18-10-2006	
			EP	1665380 A2	07-06-2006	
			JP	2007505448 T	08-03-2007	
<hr/>						

**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]