(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 314 910 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
27.04.2011 Patentblatt 2011/17

(21) Anmeldenummer: **10188348.6**

(22) Anmeldetag: **21.10.2010**

(51) Int Cl.:
F21S 10/02 *(2006.01)* ***F21V 14/06*** *(2006.01)*
F21S 8/04 *(2006.01)* *F21Y 101/02* *(2006.01)*
F21Y 103/00 *(2006.01)* *F21Y 113/00* *(2006.01)*

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

(30) Priorität: **21.10.2009 AT 6622009 U**

(71) Anmelder: **Zumtobel Lighting GmbH**
6850 Dornbirn (AT)

(72) Erfinder:
- **Hobelsberger, Georg**
  A-6900 Bregenz (AT)
- **Schweiger, Nik**
  10963 Berlin (DE)

(74) Vertreter: **Thun, Clemens**
Mitscherlich & Partner
Sonnenstraße 33
80331 München (DE)

(54) **Beleuchtungssystem für Lichtinszenierungen**

(57) Die Erfindung betrifft ein Beleuchtungssystem für Lichtinszenierungen, aufweisend eine erste Lichtquelle (4), mindestens ein lichtdurchlässiges optisches Mittel (8), welches um eine Achse (9) drehbar gelagert ist, und eine Vorrichtung (7), welche das optische Mittel in Rotation versetzt, gekennzeichnet dadurch, dass das Beleuchtungssystem mindestens eine zweite Lichtquelle (4) aufweist, welche ein von der ersten Lichtquelle (4) unterschiedliches Lichtspektrum abstrahlt, wobei die mindestens zwei Lichtquellen (4) jeweils getrennt voneinander ansteuerbar sind.

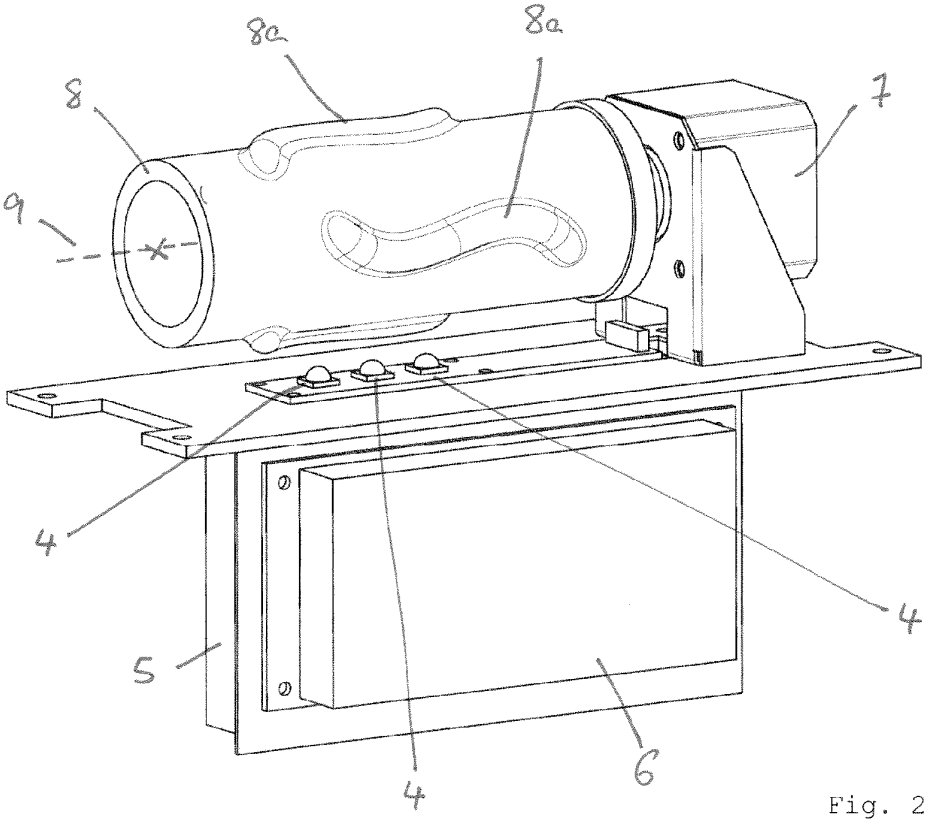

Fig. 2

EP 2 314 910 A2

Beschreibung

[0001] Neben der primären Aufgabe, für ausreichend Licht und somit für optimale Sehbedingungen zu sorgen, ist es vielfach eine Aufgabe moderner Leuchten und Beleuchtungssysteme, mittels Licht gewünschte Stimmungen und Atmosphären zu erzeugen. Ob zur Betonung der Architektur, zur Erzeugung einer beruhigenden, entspannenden Atmosphäre oder zur Aufmerksamkeitserrequng mittels Lichteffekten, Licht, entsprechend inszeniert, wird in den verschiedensten Situationen verwendet, um Akzente zu setzen und Emotionen zu wecken. In den vielfältigsten Anwendungen kann geeignet in Szene gesetztes Licht wesentlich dazu beitragen, wie Räumlichkeiten oder Architektur erlebt und wahrgenommen werden.

[0002] Die vorliegende Erfindung, ein Beleuchtungssystem, soll einen Beitrag dazu leisten, mittels künstlerisch inszenierten Lichts ein stimmungsvolles Ambiente zu kreieren. Bei dem erfindungsgemäßen Beleuchtungssystem werden dabei dynamische Lichtinszenierungen auf eine Wand, eine Decke oder andere Flächen projisiert. Indem die Wand, Decke oder andere Fläche belebt wird, soll das Interesse anwesender Personen geweckt werden. Dabei kann, je nach Anwendung, gleichzeitig eine Wohlfühl- und Entspannungsatmosphäre geschaffen werden. Anwendungsbereiche, für die das erfindungsgemäße Beleuchtungssystem gedacht ist, sind beispielsweise Empfangshallen und Rezeptionsbereiche (bspw. von Hotels), Lounges, Bars, Mellness-oasen, Erholungs- und Erfrischungszcnen, private Wohnzimmer oder vergleichbare Räumlichkeiten. Es ist natürlich auch denkbar, dass das erfindungsgemäße Beleuchtungssystem im Außenraum installiert wird, bspw. dass die Lichtinszenierungen an Außenfassaden von Gebäuden, projiziert werden.

[0003] Die Erfindung betrifft ein Beleuchtungssystem für Lichtinszenierungen gemäß dem Oberbegriff nach Anspruch 1.

[0004] Die vorliegende Erfindung ist eine Weiterentwicklung eines Beleuchtungssystems, das von der Anmelderin derzeit unter dem Namen "Empedos - Biorhythmus Wallwasher" vermarktet wird (siehe Zumtobel Broschüre "Special Products 07/08). Dabei handelt es sich um einen Wandfluter, der als Stehleuchte konzipiert ist und Lichtinszenierungen ("Lichtmalerein") auf Wände oder andere Flächen projiziert. Unter diesen Lichtinszenierungen sind Projektionsbilder mit unregelmäßigem Helligkeits- und/oder Farbverlauf zu verstehen, welche keine regelmäßige Strukturen oder eine Symmetrie erkennen lassen und einen harmonischen, stimmungsvollen Eindruck vermitteln sollen. Ein Beispiel dafür ist der Zumtobel Broschüre "Special Products 07/08" auf Seite 9 zu entnehmen. Bei "Empedos" ändern sich im Betrieb diese Lichtinszenierungen im zeitlichen Verlauf und es entstehen laufend neue dynamische Kreationen (Projektionsbilder) mit neue Helligkeits- und Farbverlauf. Bei der Entwicklung von "Ernpedos" war es der Wunsch des Lichtdesigners, dass sich diese Projektionsbilder nach Möglichkeit im zeitlichen Verlauf nicht wiederholen. Ziel war, - um es mit den Worten der Marketingabteilung der Anmelderin auszudrücken - dass in den sich ändernden, ständig neuen Lichtprojektionen "der nie wiederkehrende Rhythmus der Natur" widerspiegeln sollte.

[0005] Im Folgenden wird der aus dem Stand der Technik bekannte technische Aufbau des Beleuchtungssystems "Empedos" kurz skizziert. Das Gehäuse der Stehleuchte ist als geschlossener länglicher Quader ausgeführt, der auf einer Stirnseite am Fußboden aufgestellt wird und im oberen Bereich an einer Seite eine Lichtaustrittsöffnung aufweist. Das Leuchtengehäuse ist auf der Innenseite im optischen Bereich reflektierend. Innerhalb des Leuchtengehäuses ist im unteren Bereich eine Lampe mit vergleichsweise großer Lichtleistung, bspw. eine Hochdruck-Gasentladungslampe, angeordnet. Deren weißes Licht trifft auf zwei nebeneinander, oberhalb der Lampe angeordnete dichroitische Filter. Diese dichroitischen Filter sind um eine horizontale Achse (diese ist normal zur Hauptrichtung des Lichtstroms, welche in vertikaler Richtung verläuft) drehbar gelagert. Durch Verdrehen der Filter kann das Farbspektrum des Lichts" wie im Folgenden näher erläuterte dynamisch verändert werden. Diochroitische Filter sind schmalbandige, hochwertige Farbfilter, deren Funktionsweise auf Interferenz beruht und die aus einem Material, das dichroitische optische Eigenschaften aufweist, aufgebaut sind. Dichroitische Materialien zeichnen sich dadurch aus, dass sie zumindest zwei verschiedene optische Achsen aufweisen. Dies bewirkt, dass optische Eigenschaften (bspw. das Absorptionsverhalten) vom Winkel abhängig sind, unter dem der Lichtstrom auf das Material fällt. Diese Richtungsabhängigkeit wird bei "Empedos" ausgenützt, indem die dichroitische Filter langsam um eine Achse verdreht werden. Das Verdrehen der dichroitischen Filter erfolgt elektronisch, konkret in der am Markt erhältlichen Variante durch einen elektrischen Schrittmotor. Im zeitlichen Verlauf trifft nun das weiße Licht unter unterschiedlichen Winkeln auf die Filter, wodurch jeweils unterschiedliche Kellenlängen absorbiert werden. Aus dem ursprünglich weißen Licht wird so ein farbiges Licht erzeugt, dessen Spektrum sich seitlich, in Abhängigkeit von der Drehgeschwindigkeit der Filter, ändert.

[0006] Anschließend gelangt das so in den unterschiedlichen Farbnuancen präparierte Licht auf ein lichtdurchlässiges hohlkugelförmiges Gebilde aus Glas, das ebenfalls um eine Achse drehbar gelagert ist und durch einen zweiten Schrittmotor langsam rotiert wird. Diese Hohlkugel ist das Herz des Beleuchtungssystems. Die Hohlkugel ist unregelmäßig geformt und hat bezüglich der Drehachse keinerlei Rotationssymmetrie. An manchen Stellen sind kleine Ausbuchtungen oder Einstülpungen zu finden. Zusätzlich weist die Hohlkugel eine unregelmäßige Wandstärke auf, d.h. die Glaswand weist an manchen Stellen Verdickungen (die Form ist lokal einer konvexen Linse ähnlich), an anderen Stellen Verdünnungen (entspricht lokal einer konkaven Linse) auf, welche optisch lichtstrahifckussierend bzw lichtstrahlaufweitend wirken. Passiert nun das Licht die hohle Glaskugel, so werden die einzelnen Lichtstrahlen eines Lichtstrahlenbündel

völlig unterschiedlich beeinflusst: an bestimmten Stellen wird Licht lokal stärker gebrochen, an manchen Stellen lokal kaum abgelenkt, an wieder anderen Stellen fokussiert bzw. aufgeweitet oder aufgrund der Mellenlängenabhängigkeit der Lichtbrechung in Farben aufgefächert. Die Gesamtwirkung der hohlen Glaskugel ist, dass sich hinter der Glaskugel die Lichtstrahlen in einzelnen Bereichen, die lokal überdurchschnittlich aufgehellt sind, konzentrieren; es kommt so zu einem Farben- und Lichtspiel mit unregelmäßigem Helligkeits- und Farbverlauf. Physikalisch wird dieser Effekt als Kaustik bezeichnet. Da die Form der Hohlkugel unregelmäßig ist und die Hohlkugel langsam rotiert, ändere sich das Helligkeits- und Farbmuster im zeitlichen Verlauf.

[0007] Ein paraboiförmiger Spiegel., der an der Oberseite der Stehleuchte positioniert ist, projiziert die Lichtstrahlen durch die Lichtaustrittsöffnung nach außen. Der Spiegel ist in einem etwas größeren Abstand zur Glashohlkugel angeordnet. Dadurch wird ein Teil der Lichtstrahlen auf dem Weg zwischen Glashohlkngel und Spiegel noch zusätzlich an der Innenseite des Leuchtengehäuses reflektiert. Es bildet, sich eine Art Lichtmischkammer, welche den harmonischen Helligkeitsverlauf der Lichtinszenierung verbessert.

[0008] Die Gesamtheiligkeit des projizierten Lichtbildes wird durch eine Irisblende, die zwischen der Lampe und den dichroitschen Farbfiltern angeordnet ist, gesteuert.

[0009] Zusammengefasst weist das aus dem Stand der Technik bekannte Beleuchtungssystem für Lichtinszenierungen eine erste Lichtquelle, mindestens ein lichtdurchlässiges optisches Mittel, welches um eine Achse drehbar gelagert ist, und eine Vorrichtung, welche das optische Mittel in Rotation versetzt, auf.

[0010] Die derzeitige technische Lösung weist einige Mängel und Nachteile auf: Die Konstruktion ist relativ sperrig, technisch vergleichsweise aufwendig und komplex. Es wird bspw. eine größere Anzahl von mechanisch beweglichen Teilen verwendet, u.a. zwei Elektromotoren, die relativ schwer sind und vergleichsweise großen Platzbedarf haben. Daneben werden hochwertige Elemente wie dichroitische Filter benötigt, die verhältnismäßig teuer sind. Aufgrund des komplexen Aufbaus konnte bisher die Leuchte "Empedos" nur als Stehleuchte realisiert werden. Es liegen aber Anforderungen von Kunden vor, die wünschen, dass das Beleuchtungssystem bspw. auch an einer Decke montiert werden kann. Dazu ist eine deutlich kompaktere Bauform als bisher möglich notwendig, In der derzeitigen Variante sind die Lichtinszenierungen bunt/farbig, d.h. es treten immer mehrere verschiedene Farben auf. Das erfindungsgemäße Beleuchtungssystem soll jedoch zusätzlich auch in der Lage sein, rein weiße Lichtprojektionen, bei denen sich bspw. nur die Farbtemperatur des weißen Lichts ändert, zu erzeugen.

[0011] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Beleuchtungssystem zu schaffen, bei der die obigen Nachteile vermieden oder wenigstens verbessert werden. Besonderes Augenmerk soll auf eine kostengünstige, energieeffiziente Lösung gelegt werden, die in ein kompaktes Gehäuse integriert werden kann.

[0012] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung werden in den zugehörigen Unteransprüchen beschrieben oder lassen sich aus den nachfolgenden Beschreibungen und den Ausfilhrungsbeispielen entnehmen.

[0013] Dementsprechend weist das Beleuchtungssystem weiters mindestens eine zweite Lichtquelle auf, welche ein von der ersten Lichtquelle unterschiedliches Lichtspektrum abstrahlt. Erfindungsgemäß sind die mindestens zwei Lichtquellen jeweils getrennt voneinander ansteuerbar.

[0014] In einer vorteilhaften Ausführungsform basiert die Wirkung des optischen Mittels auf Lichtbrechung, die Lichtinszenierung beruht auf kaustischen Effekten.

[0015] Bevorzugt weist das optische Mittel bezüglich der Rotationsachse keinerlei Symmetrie auf. Erfindungsgemäß ist das optische Mittel als ein hohlzylinderförmiges Gebilde ausgebildet. An der Außenflache des hohlzylinderförmigen Gebildes können dann lichtbrechende Strukturen vorgesehen sein, die insbesondere in Form von Ein- und/oder Ausstülpungen vorliegen. Das Verhältnis der Breite der lichtbrechenden Strukturen zum Durchmesser des hohlzylinderförmigen Gebildes liegt hierbei vorzugsweise im Bereich von 0,05 bis 0,25. Die Wandstärke des hohlzylinderförmigen Gebildes liegt vorzugsweise bei etwa 0,5 cm. In einer bevorzugten Ausführungsform weist die Wandstärke des hohlzylinderförmigen Gebildes Unregelmäßigkeiten auf.

[0016] Erfindungsgemäß ist bei der Ansteuerung der einzelnen Lichtquellen und/oder bei der Steuerung der Rotationsbewegung des optischen Mittels eine Zufalls- bzw. Pseudozufallskomponente integriert ist.

[0017] In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Lichtquellen Halbleiterlichtquellen, insbesondere LEDs. In vorteilhafter Weise strahlt mindestens eine der Lichtquellen farbiges Licht, insbesondere rotes, grünes oder blaues Licht, ab. Alternativ/optional kann mindestens eine der Lichtquellen weißes Licht mit einer korrelierten Farbtemperatur (CIE) von 2000-7000 Kelvin, insbesondere von 2000-3500 K (warmweiß), von 3500-5000 K oder von 5000 - 7000 K (kaltweiß), abstrahlen. Die Lichtquellen sind hierbei bevorzugt parallel zu einer Längsachse des optischen Mittels, insbesondere parallel zur Drehachse in Längsrichtung hintereinander angeordnet.

[0018] Erfindungsgemäß können in einer Steuereinheit mindestens zwei verschiedene Lichtszenarien abgelegt sein und das Beleuchtungssystem mindestens eine Schnittstelle aufweisen, über die ein Lichtszenario ausgewählt werden kann.

[0019] In einer vorteilhaften Ausführungsform ist das Beleuchtungssystem an einer Decke montierbar.

[0020] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von vorteilhaften Ausgestaltungen und vereinfachten Zeichnungen

näher erläutert.

Fig. 1	zeigt schematisch einen Querschnitt eines bevorzugten Ausführungsbeispiels.
Fig. 2	ist eine schematische, perspektivische Darstellung eines Teils des Beleuchtungssystems.
Fig. 3 bis 5	zeigen verschiedene Ansichten des bei dem erfindungsgemäßen Beleuchtungssystem verwendeten optischen Mittels.
Fig. 6a und Fig. 6b	zeigen Kurven, die den zeitlichen Helligkeitsverlauf angeben.

[0021] Fig. 1 zeigt einen schematischen Querschnitt einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung. Das Beleuchtungssystem 100 hat ein kompaktes Gehäuse 1, welches an einer Seite eine Lichtaustrittsöffnung aufweist. In der vorliegenden Ausführungsform ist die Lichtaustrittsöffnung durch eine Glasplatte 2 abgedeckt. Ferner weist das Beleuchtungssystem eine Halterung 3 auf. Diese Ausführungsform ist aufgrund ihrer kompakten Bauweise dazu geeignet, dass sie mittels der Halterung 3 an einer Decke oder Wand montiert werden kann. Mit entsprechenden Adaptionen kann das Beleuchtungssystem natürlich auch als Stehleuchte oder in anderen Varianten ausgeführt werden.

[0022] Das Innenleben des Beleuchtungssystems 100 ist aus der Querschnittsdarstellung in Fig. 1 bzw. aus der Fig. 2, die einen schematischen, perspektivische Darstellung davon zeigt, ersichtlich. Erfindungsgemäß weist das Beleuchtungssystem mindestens zwei Lichtquellen 4, die ein unterschiedliches Lichtspektrum abstrahlen, auf. Im konkreten Fall sind diese Lichtquellen Halbleiterlichtquellen (Leuchtdioden (LEDs) bzw. Laserdioden), Da bei den durch das Beleuchtungssystem generierten Lichtinszenierungen die verschiedenen Farben bzw. Farbtemperaturen harmonisch bzw. kontinuierlich ineinander übergehen sollen, sind die Lichtquellen 4 vorzugsweise derart ausgebildet oder mit einer entsprechenden Primäroptik versehen, dass sie ihr Licht verhältnismäßig bereit abstrahlen bzw. in einen großen Winkelbereich abgeben.

[0023] Die Lichtquellen 4 sind selektiv, d.h. in einzelnen Kanälen unabhängig voneinander, elektrisch ansteuerbar und dimmbar. Zur Bereitstellung der zum Betrieb des Beleuchtungssystems notwendigen elektrischen Energie dient ein elektrisches Versorgungsgerät (Netzteil) 5. Eine Steuereinheit 6 steuert die elektrischen Verbraucher des Beleuchtungssystems, i.e. die Lichtquellen 4 und einen elektrischen Motor 7. In einer bevorzugten Ausführungsform sind LEDs, die farbiges Licht, insbesondere in den spektralen Grundfarben rot, grün oder blau, abstrahlen, vorhanden, sodass durch additive Farbmischung Licht in jeder beliebigen Farbe erzeugt werden kann. Alternativ oder optional können die LEDs 4 weißes Licht, beispielsweise mit einer korrelierten Farbtemperatur (CIE) von 2000-7000 Kelvin, insbesondere von 2000-3500 K (warmweiß), von 3500-5000 K oder von 5000 - 7000 K (kaltweiß), abstrahlen. Bevorzugt werden dabei mehrere LEDs verwendet, die jeweils weißes Licht mit einer unterschiedlichen korrelierten Farbtemperatur (CIE) abstrahlen. Auch eine Kombination einer Weißlichtquelle bzw. Weißlicht-LED mit einer oder mehreren farbigen LEDs wäre denkbar.

[0024] Im Strahlengang zwischen den Lichtquellen 4 und der Lichtaustrittsöffnung befindet sich mindestens ein lichtdurchlässiges, lichtlenkendes optisches Mittel 8, welches um eine Achse 9 drehbar gelagert ist. Das optische Mittel 8 weist Unregelmäßigkeiten 8a auf, die lichtlenkenden Eigenschaften des optischen Mittels können bezüglich der Rotationsachse 9 nicht rotationssymmetrisch sein. Die optischen Eigenschaften können sich daher ändern, wenn das optische Mittel um die Achse 9 rotiert wird. In einer bevorzugten Variante beruht die lichtlenkende Wirkung auf Lichtbrechung, es sind aber auch Ausführungsformen denkbar, deren Wirkung auf Lichtbeugung oder Streuung beruht.

[0025] Im konkreten Beispiel handelt es sich um ein annähernd hohlzylinderförmiges Gebilde aus Glas, das um die Zylindermittelachse 9 drehbar gelagert ist und elektronisch, bspw. durch einen elektrischen Motor, in den Abbildungen mit 7 bezeichnet, in Rotation versetzt werden kann. Die annähernd zylinderförmige Form ist vorteilhaft, wenn, wie in der konkreten Ausführungsform die LEDs auf einer länglichen Platine bzw. in Längsrichtung hintereinander angeordnet sind. Die LEDs 4 befinden sich dann nahe am Außenumfang des Zylinders und sind parallel zu dessen Längs- bzw. Drehachse angeordnet. Prinzipiell können die LEDs 4 in einer beliebigen Konfiguration angeordnet sein und die Form des Glasgebildes kann darauf abgestimmt sein, sie ist daher nicht auf eine Hohlzylinderform beschränkt. Sind die LEDs bspw. in kompakter Weise sehr eng benachbart angeordnet, sodass sich effektiv eine annähernd punktförmige Lichtquelle ergibt (bspw. wenn nur zwei oder drei LEDs vorhanden sind, die sehr eng aneinander angeordnet sind), so kann lichttechnisch eine kugelförmige Hohlkugel wie oben beschrieben die vorteilhafteste Lösung sein.

[0026] Das lichtdurchlässige, lichtlenkende optische Mittel - in der vorgestellten der in den Fig. 3 bis 5 näher dargestellte Glaszylinder - ist ein wichtiger des Beleuchtungssystems. Wie eingangs anhand der Hohlkugel näher ausgeführt, kann das optische Mittel - der Glaszylinder - Unregelmäßigkeiten aufweisen, die die Rotationssymmetrie bezüglich der Rotationsachse brechen. Analog zur Hohlkugel können an manchen Stellen lokal kleine Ausbuchtungen oder kleine Einstülpungen ausgeführt sein. Das Verhältnis der Breite δ dieser Strukturen 8a im Vergleich zum Durchmesser D des Hohlzylinders 8 liegt hierbei vorzugsweise im Bereich zwischen 0,05 und 0,25 (siehe Fig. 4). Weist beispielweise der

Hohlzylinder 8 einen Durchmesser D von etwa 4 cm auf, so liegt die Breite δ der Strukturen 8a etwa im Bereich von 0,25 cm bis 1,0 cm. Die Länge des Zylinders 8 liegt bei etwa 12 cm, die Wandstärke d beträgt etwa 0,5 cm. Selbstverständlich können die Dimensionen auch an den jeweiligen Anwendungsfall angepasst werden. So könnte die Länge des Zylinders auch deutlich vergrößert werden, falls die angestrebte Lichtinszenierung sich über einen größeren Bereich erstrecken soll. Mit den oben angegebenen Abmessungen wird allerdings ein sehr kompaktes und trotz allem leistungsfähiges Beleuchtungssystem erhalten. Alternativ oder optional kann die Wanddicke des Hohlzylinders auch unregelmäßig sein, sie kann an manchen Stellen lokale verdickungen, an anderen Stellen wiederum lokale Verdünnungen aufweisen. Die konkrete genaue Ausgestaltung des Glaszylinders bedingt den künstlerischen Ausdruck der Lichtinszenierung und liegt in der Hand des Lichtdesigners, für das Verständnis der technischen Funktionsweise des Beleuchtungssystems ist die exakte Form des Glaszylinders nicht relevant.

[0027] Die Gesamtwirkung des lichtlenkenden optischen Mittels ist, dass die Lichtstrahlen, wenn sie das Leuchtengehäuse durch die Lichtaustrittsfläche verlassen, in einzelnen Bereichen konzentriert sind und diese dadurch aufhellen. Das Ergebnis ist eine Lichtinszenierung mit unregelmäßigem Helligkeits- und/oder Farbverlauf. Physikalisch wird dieser Effekt als Kaustik bezeichnet.

[0028] Im Vergleich zum Stand der Technik hat die Verwendung von LEDs mehrere Vorteile. Die Helligkeit der LEDs kann elektronisch sehr einfach geregelt werden, und zudem auf energieeffiziente Art und Weise. Mit der Irisblende ist eine Helligkeitsregelung nur durch Abschattung möglich und daher dementsprechend energieineffizient. Ferner sind die kostspieligen und hochwertigen dichroitischen Filter nicht mehr notwendig. Die LEDs sind annähernd punktförmige Lichtquellen und strahlen kaum im Infrarotbereich ab. Daher können sie näher am Glaszylinder positioniert werden, wodurch die lichtlenkende Wirkung des Glaszylinders verstärkt wird, Aufgrund dessen kann auch der eingangs erwähnte Abstand zwischen optischem Mittel und Lichtaustrittsfläche sehr kurz gehalten werden.

[0029] Das Beleuchtungssystem beinhaltet ferner ein System zur Ansteuerung der Lichtquellen und zur Steuerung der Rotationsbewegung des optischen Mittels. Die Ansteuerung erfolgt über die Steuereinheit 6, die vorzugsweise als integrierte Steuerschaltung ausgeführt ist, welche bspw. einen Mikrocontroller- oder einen ASIC enthalten kann. Die Steuereinheit steuert die Lichtabgabe der mindestens zwei verschiedenen Lichtquellen, bspw. über den zugeführten elektrischen Strom, die zugeführte elektrische Spannung oder die zugeführte elektrische Leistung. Sie kann auch über den elektrischen Motor 7 die Rotationsbewegung des optischen Mittels steuern.

[0030] In einer bevorzugten Ausführungsform sind die einzelnen. Lichtquellen in unterschiedlichen Kanälen einzeln ansteuerbar und dimmbar.

[0031] Ist die Steuereinheit als programmierbare digitale Schaltung ausgeführt, so können verschiedene Lichtszenarien (Szenarien für Lichtinszenierungen) programmiert werden, die den zeitlichen Verlauf der Helligkeit jeder einzelner Lichtquelle bzw. die Drehgeschwindigkeit des optischen Mittels vorgeben. Es können dabei in einem internen Speicher mehrere unterschiedliche Lichtszenarien abgelegt werden, welche dem Anwender zur Auswahl angeboten werden und von ihm über eine Schnittstelle ausgewählt werden können. Es ist auch möglich, dass die Steuereinheit eine Schnittstelle aufweist, über die die Steuereinheit Befehle mittels Steuerprotokollen (bspw. mittels den in der Lichttechnik etablierten Protokollen DMX, DSI oder DALI) empfangen kann. Die unterschiedlichen Lichtszenarien können so auch mittels eines Steuerprotokolls ausgewählt werden.

[0032] Ein mögliches Lichtszenario könnte beinhalten, dass nur eine oder mehrere Lichtquellen, die weißes Licht abstrahlen, angesteuert werden, wohingegen in einem alternativen Lichtszenario alternativ oder zusätzlich Lichtquellen mit farbigem Licht verwendet werden. Für ein Lichtszenario mit weißem Licht können bspw. eine oder mehrere weiße LEDs mit einer korrelierten Farbtemperatur von 2000-3500 K (warmweiß), von 3500-5000 K und/oder LEDs mit einer Farbtemperatur von 5000 - 7000 K (kaltweiß) angesteuert werden. Für ein Lichtszenario mit farbigem Licht können bspw. LEDs in den Grundfarben rot, grün und/oder blau und optional eine oder mehrere weiße LEDs angesteuert werden.

[0033] Wie eingangs erwähnte ist ein gewünschtes Ansteuerungsszenario, dass sich die Projektionsbilder im zeitlichen Verlauf nicht wiederholen. Ist das von den Lichtquellen emittierte Lichtspektrum zeitlich konstant und monoton, so weisen die Lichtprojektionen eine zeitliche Periodizität auf, wobei die Periodendauer einem vollständigen Umlauf des Glaszylinders entspricht. In einer bevorzugten Ausführungsform sollen sich die Helligkeitsbilder dynamisch ändern und sich nach Möglichkeit nie wiederholen.

[0034] Erfindungsgemäß ist bei der Ansteuerung der einzelnen Lichtquellen und/oder bei der Steuerung der Bewegung des optischen Mittels eine Zufalls- bzw. Pseudozufallskomponente integriert. Ist bspw. die Steuereinheit mittels eines programmierbaren Mikrocontrollers realisiert, so kann dies bspw. mit Hilfe eines programmierten (Pseudo-)Zufallsgenerators im Mikrocontroller implementiert werden.

[0035] In Fig. 6a und Fig. 6b ist der zeitliche Helligeitsverlauf eines Implementierungsbeispiels dargestellt. Dabei zeigt Fig. 6a den Helligkeitsverlauf einer einzelnen LED. Während der Zeitdauer ton_1 (bzw. ton_2, ton_3) leuchtet die LED, während der Zeitdauer toff_ 1 (bzw. toff_2, toff _3) ist sie ausgeschaltet. Vom ausgeschalteten Zustand steigt die Helligkeit bis zu einer maximalen Helligkeit Imax_1 (bzw. Imax_2, Imax_2) an, bevor sie wieder abnimmt. Wie in der Zeichnung angedeutet, sind die Werte für ton, toff und Imax jeweils unterschiedlich, sie sind zufällig gewählt.

[0036] In Fig. 6b ist der zeitliche Helligkeitsverlauf von drei unterschiedlichen LEDs (LED1, LED2 und LED3) dargestellt.

Die Werte für ton- und/oder toff-Zeiten und/oder die maximalen Helligkeiten. Imax sind dabei mittels eines Zufallsgenerators bestimmt. Es soll dabei sichergestellt werden, dass zu jedem Zeitpunkt mindestens eine LED Licht abstrahlt und die Gesamthelligkeit des Beleuchtungssystems nicht einen bestimmten Wert unterschreitet.

Patentansprüche

1. Beleuchtungssystem (100) für Lichtinszenierungen, aufweisend eine erste Lichtquelle, mindestens ein lichtdurchlässiges optisches Mittel (8), welches um eine Achse (9) drehbar gelagert ist, und eine Vorrichtung (7), welche das optische Mittel in Rotation versetzt, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Beleuchtungssystem mindestens eine zweite Lichtquelle aufweist, welche ein von der ersten Lichtquelle unterschiedliches Lichtspektrum abstrahlt, wobei die mindestens zwei Lichtquellen jeweils getrennt voneinander ansteuerbar sind.

2. Beleuchtungssystem nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch, dass** die Wirkung des optischen Mittels (8) auf Lichtbrechung basiert und die Lichtinszenierung auf kaustischen Effekten beruht.

3. Beleuchtungssystem nach Anspruch 1 oder 2, **gekennzeichnet dadurch, dass** das optische Mittel (8) bezüglich der Rotationsachse (9) keinerlei Symmetrie aufweist.

4. Beleuchtungssystem nach Anspruch 1,2 oder 3, **gekennzeichnet dadurch, dass** das optische Mittel (8) als ein hohlzylinderförmiges Gebilde ausgebildet ist.

5. Beleuchtungssystem nach Anspruch 4, **gekennzeichnet dadurch, dass** an der Außenfläche des hohlzylinderförmigen Gebildes lichtbrechende Strukturen insbesondere in Form von Ein- und/oder Ausstülpungen angeordnet sind.

6. Beleuchtungssystem nach Anspruch 5, **gekennzeichnet dadurch, dass** das Verhältnis der Breite (δ) der lichtbrechenden Strukturen zum Durchmesser (D) des hohlzylinderförmigen Gebildes im Bereich von 0,05 bis 0,25 liegt.

7. Beleuchtungssystem nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **gekennzeichnet dadurch, dass** die Wandstärke (d) des hohlzylinderförmigen Gebildes bei etwa 0,5 cm liegt.

8. Beleuchtungssystem nach Anspruch 4 oder 5, **gekennzeichnet dadurch, dass** die Wandstärke des hohlzylinderförmigen Gebildes Unregelmäßigkeiten aufweist.

9. Beleuchtungssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, **gekennzeichnet dadurch, dass** bei der Ansteuerung der einzelnen Lichtquellen und/oder bei der Steuerung der Rotationsbewegung des optischen Mittels eine Zufalls- bzw. Pseudozufallskomponente integriert ist.

10. Beleuchtungssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, **gekennzeichnet dadurch, dass** die Lichtquellen Halbleiterlichtquellen, insbesondere LEDs sind.

11. Beleuchtungssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, **gekennzeichnet dadurch, dass** mindestens eine der Lichtquellen farbiges Licht, insbesondere rotes, grünes oder blaues Licht, abstrahlt.

12. Beleuchtungssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, **gekennzeichnet dadurch, dass** mindestens eine der Lichtquellen weißes Licht mit einer korrelierten. Farbtemperatur (CIE) von 2000-7000 Kelvin, insbesondere von 2000-3500 K (warmweiß), von 3500-5000 K oder von 5000 - 7000 K (kaltweiß), abstrahlt.

13. Beleuchtungssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, **gekennzeichnet dadurch, dass** die Lichtquellen parallel zu einer Längsachse des optischen Mittels, insbesondere parallel zur Rotationsachse in Längsrichtung hintereinander angeordnet sind.

14. Beleuchtungssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dass mindestens zwei verschiedene Lichtszenarien in einer Steuereinheit abgelegt sind und dass das Beleuchtungssystem mindestens eine Schnittstelle aufweist, über die ein Lichtszenario ausgewählt werden kann.

15. Beleuchtungssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, **gekennzeichnet dadurch, dass** das Be-

leuchtungssystem an einer Decke montierbar ist.

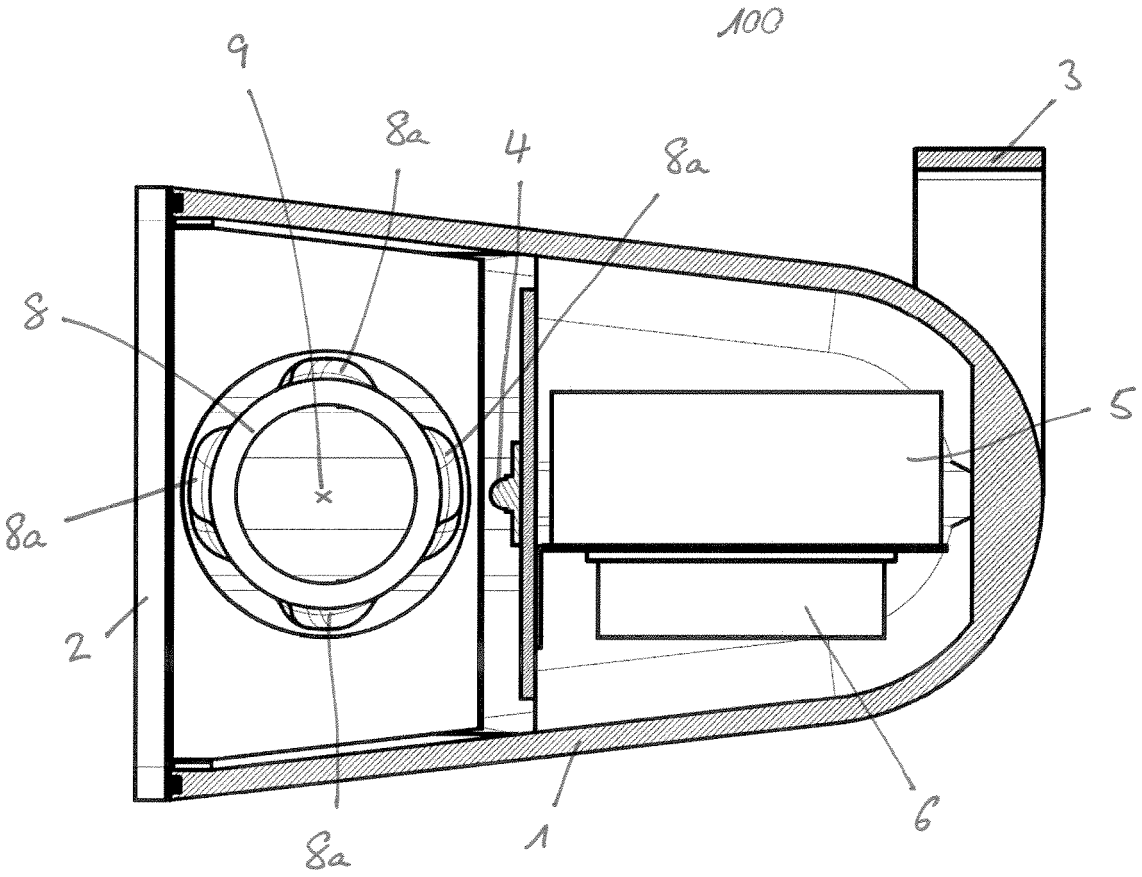

Fig. 1

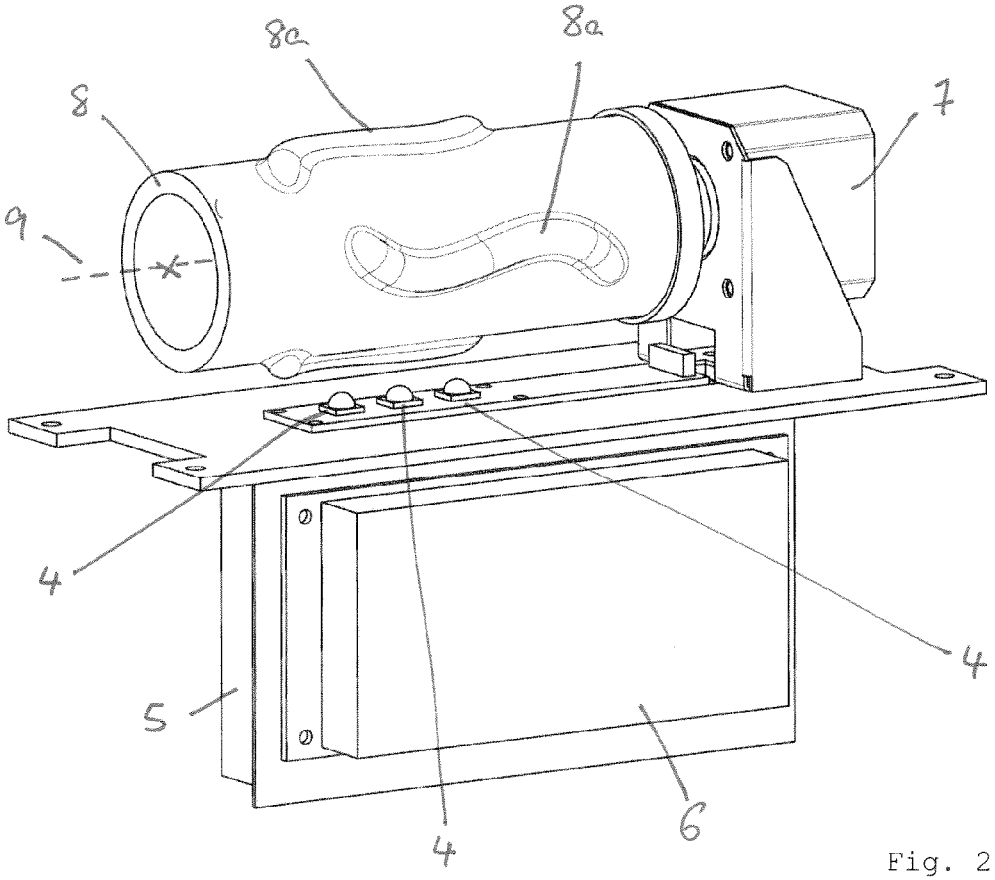

Fig. 2

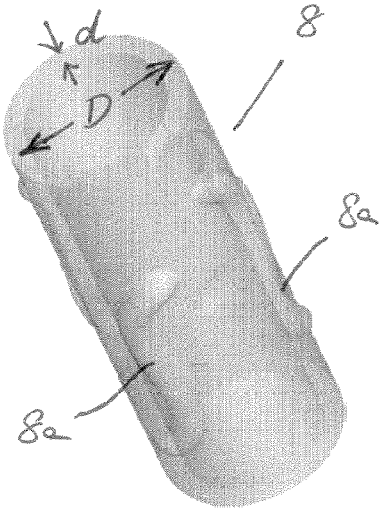

Fig. 3

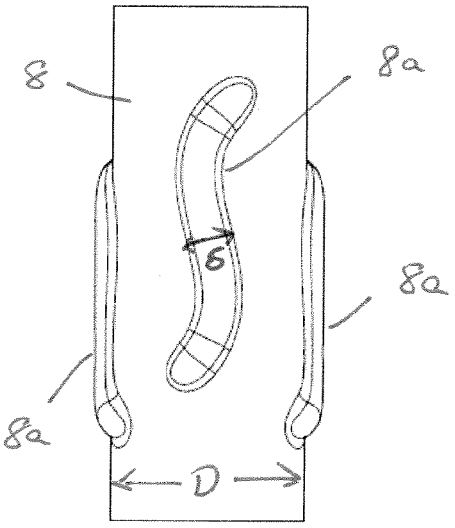

Fig. 4

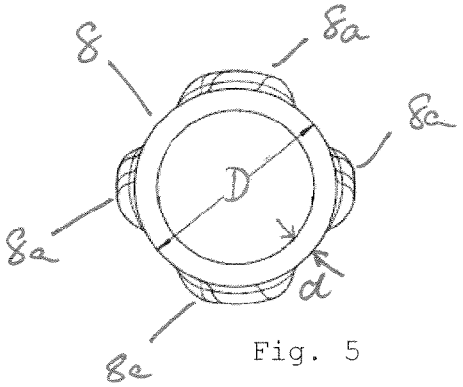

Fig. 5

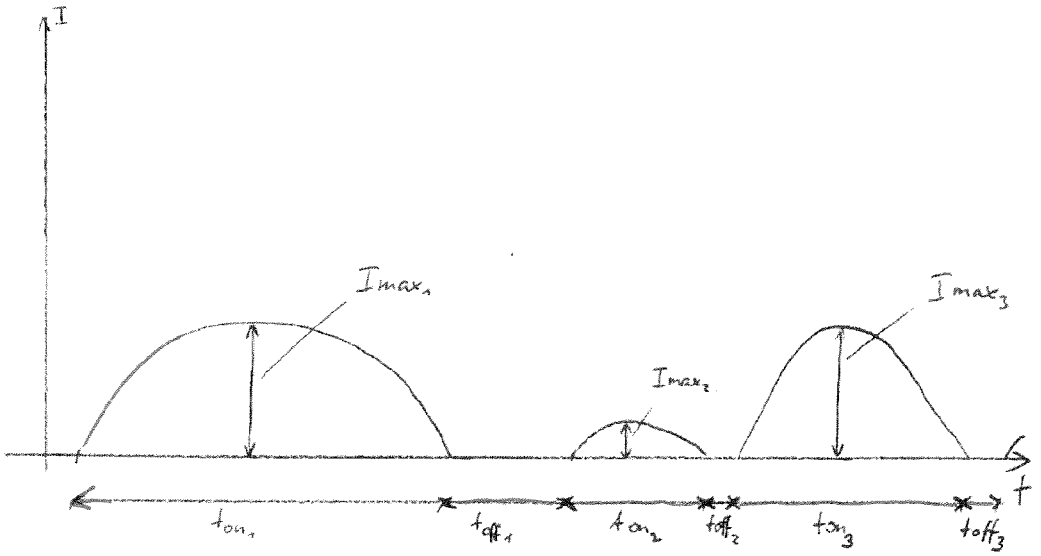

Fig. 6a

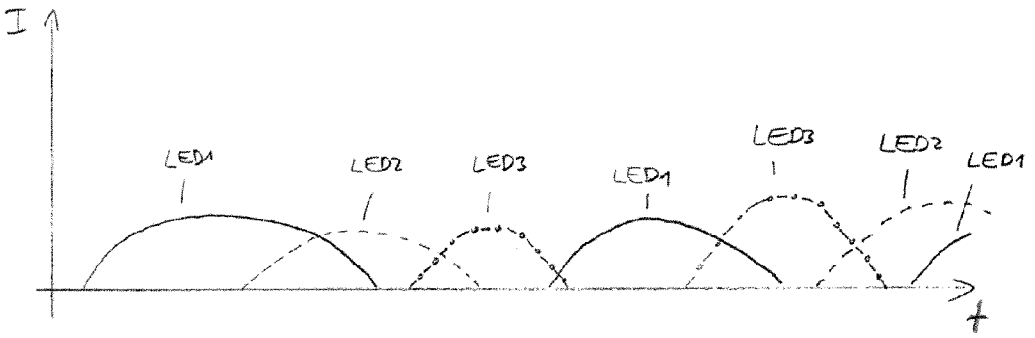

Fig. 6b