

(19)



(11)

EP 2 439 443 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
11.04.2012 Patentblatt 2012/15

(51) Int Cl.:
F21S 8/02 (2006.01) F21V 5/06 (2006.01)
F21V 5/00 (2006.01) F21Y 101/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11008203.9**

(22) Anmeldetag: **11.10.2011**

(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

(72) Erfinder: **Christian Bartenbach**
6071 Aldrans (AT)

(74) Vertreter: **Thoma, Michael et al**
Lorenz-Seidler-Gossel
Rechtsanwälte-Patentanwälte
Widenmayerstrasse 23
80538 München (DE)

(30) Priorität: **11.10.2010 DE 102010048125**

(71) Anmelder: **Bartenbach Holding GmbH**
6071 Aldrans (AT)

(54) **Beleuchtungsvorrichtung**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Beleuchtungsvorrichtung mit einer vorzugsweise flächig ausgebildeten Trägerstruktur, an der eine Vielzahl von Kristallen befestigt sind, die bei Bestrahlung durch eine Lichtquelle Lichtstrahlen in den zu beleuchtenden Raum abstrahlen. Erfindungsgemäß sind die Kristalle jeweils auf ihrer von dem zu beleuchtenden Raum abgewandten Rückseite mit einer reflektierenden Oberflächenbeschichtung versehen. Die reflektierende Oberflächenbeschichtung auf der Rückseite der Kristalle lässt die Kristalle gezielt in eine Richtung leuchten, so dass nicht nur bei im ausgeleuchteten Raum befindlichen Personen der Eindruck des Funkelns der Kristalle entsteht, sondern auch die Beleuchtungswirkung an sich und die im Raum erzielte vertikale Beleuchtungsstärke deutlich erhöht wird, ohne daß angestrahlte Betrachter davon geblendet wären. In Weiterbildung der Erfindung sind die Kristalle mit ihren Hauptachsen zumindest näherungsweise einheitlich ausgerichtet, insbesondere derart, dass die Kristalle alle schwerpunktmäßig in den auszuleuchtenden Raum strahlen. Um eine hohe Dynamik der Beleuchtungssituation für einen bewegten Beobachter zu erreichen, sind die Kristalle gleichwohl vorteilhafterweise zueinander verdreht bzw. mit unterschiedlichen Drehwinkeln angeordnet.

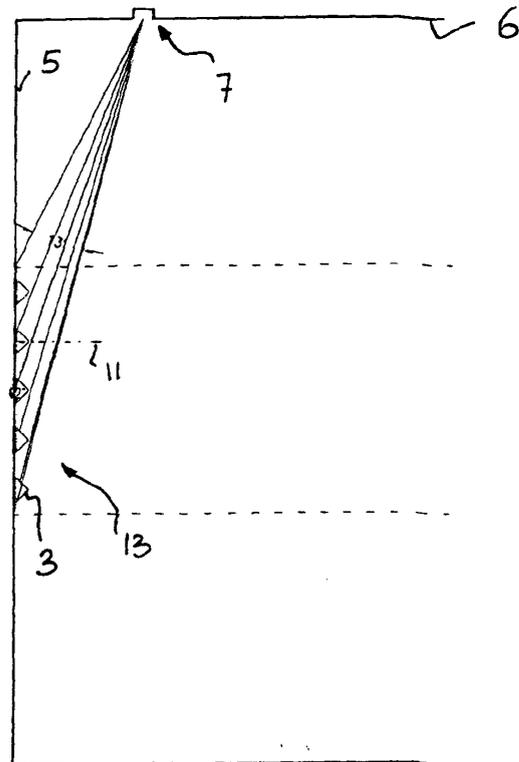


Fig. 2

EP 2 439 443 A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Beleuchtungsvorrichtung mit einer vorzugsweise flächig ausgebildeten Trägerstruktur, an der eine Vielzahl von Kristallen befestigt sind, die bei Bestrahlung durch eine Lichtquelle Lichtstrahlen in den zu beleuchtenden Raum abstrahlen.

[0002] Die Beleuchtungstechnik sieht sich seit jeher mit dem Problem konfrontiert, dass im Raum nicht nur ausreichende (und in den Normen vorgegebene) horizontale Beleuchtungsstärken erzeugt werden müssen, sondern dass auch vertikale Beleuchtungsstärken erzeugt werden müssen. Dazu wäre optimal, wenn die Lichtquellen (Leuchten) auch horizontal abstrahlen würden, dem steht aber entgegen, dass die horizontale Richtung gleichzeitig die bevorzugte Blickrichtung der sich im Raum befindlichen Personen ist, d.h. dass horizontale Strahlung starke (und nicht zulässige) Blendung erzeugen würde. Die Frage ist also, wie kann man zur Erzeugung einer hohen Vertikalbeleuchtungsstärke horizontal strahlen, ohne dabei die Personen, die in diese Richtung blicken, zu blenden. Noch einfacher gesagt: Wie kann man Personen frontal ins Gesicht strahlen, ohne sie zu blenden.

[0003] An einer Trägerstruktur angebrachte Kristalle sind bereits in Form von sog. Kristallvorhängen bekannt, die als Raumteiler eingesetzt werden und mit einer Beleuchtungsquelle angestrahlt werden, so dass die Kristalle das Licht reflektieren und leuchtend bzw. schimmernd hervortreten. Die Kristalle sind hierbei nach Art einer Glasperlenkette an dünnen, nahezu unsichtbaren Fäden aufgereiht, so dass durch eine Vielzahl von nebeneinander angeordneten Fäden ein Kristallvorhang entsteht.

[0004] Der Term "Kristall" meint dabei und auch im Kontext der vorliegenden Erfindung nicht zwangsweise im physikalischen Sinne kristallin ausgebildete Körper, sondern kann auch amorph ausgebildete Körper meinen, die lediglich nach Art von Bergkristallen geformt sind. Insbesondere können Kristalle im Sinne der vorliegenden Erfindung auch Kristallglaskörper umfassen bzw. aus transparentem, ggf. farbigem Glas bestehen, das Metalloxide oder -ionen als Zusätze enthalten kann. Beispielsweise kann solches Glas aus Bleioxid, Bariumoxid, Kaliumoxid oder Zinkoxid bestehen bzw. in substantiellem Umfang enthalten.

[0005] Bei den bislang bekannten Kristallvorhängen fehlt es an den vorgenannten ausreichenden Beleuchtungsstärken gänzlich und es dienen die Kristalle jedoch mehr der optischen Verzierung denn tatsächlich der Beleuchtung des vor dem Kristallvorhang befindlichen Raumes, der von den Kristallen her nicht nennenswert beleuchtet wird. Die Kristalle erzeugen dabei keine geordnete Beleuchtung mit ausreichend hohen Beleuchtungsstärken in vertikalen Ebenen und erfüllen keine nennenswerte Raumbelichtungsfunktion, sondern sind lediglich Dekoration. Es wird keine dynamische Lichtsituation erzeugt, die die Kristalle für sich daran vorbeibewegende Personen leuchten und funkeln lässt, so dass die optische Wirkung sowohl was die erzeugte Raum- und Lichtatmosphäre als auch die technische Funktion der Raum-aufhellung anbelangt unbefriedigend war.

[0006] In der Schrift AT 11 368 U1 wird vorgeschlagen, Kristalle von innen her zu beleuchten. Die Kristalle besitzen hierzu sacklochförmige Ausnehmungen, in denen jeweils eine Leuchtdiode angeordnet wird, um den Kristall von innen her leuchten zu lassen. Diese Ausbildung ist jedoch in mehrerer Hinsicht nachteilig. Zum einen müssen die Kristalle sehr groß ausgebildet werden, um überhaupt Beleuchtungsquellen im Inneren aufnehmen zu können, so dass die Kristalle lediglich Dekorationszwecke erfüllen und keine dynamische Lichtsituation erzeugt werden kann, die die Kristalle für sich daran vorbei bewegende Personen tatsächlich im Sinne einer Kristallwand funkeln lässt. Dabei sind die Dekorationskristalle dieser Schrift im Vergleich zu ihrer Höhe sehr breit ausgebildet, so dass keine hohe Packungsdichte der Körper erzielbar ist und dementsprechend ein recht statisches Erscheinungsbild entsteht. Hiervon abgesehen ist die Energieversorgung der Lichtquellen im Inneren der Kristalle sehr aufwändig, wobei dies zudem auch die Variabilität der Anordnung der Kristalle beschränkt, da die Stromzufuhr stets von hinten her erfolgen muss, was die Ausbildung der Kristallrückseiten wiederum beeinträchtigt.

[0007] Die Schrift DE 30 27 400 beschreibt ein Deckenpaneel, in das pyramidenförmige Reflektorkonturen eingeprägt sind, um horizontale Arbeitsflächen wie beispielsweise einen Tisch weitgehend beschattungsfrei von oben herab beleuchten zu können. Diese vorbekannte Beleuchtungsvorrichtung liefert somit gerade keine hohen vertikalen Beleuchtungsstärken.

[0008] Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine verbesserte Beleuchtungsvorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, die Nachteile des Standes der Technik vermeidet und Letzteren in vorteilhafter Weise weiterbildet. Insbesondere sollen die bestrahlten Kristalle in dem auszuleuchtenden Raum eine ausreichend hohe vertikale Beleuchtungsstärke bewirken, ohne in dem Raum befindliche Personen zu blenden, und eine dabei deutliche Raumausleuchtung mit brillantem Licht mit funkelnem Ambiente für sich bewegende Betrachter erreichen.

[0009] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch eine Beleuchtungsvorrichtung gemäß Anspruch 1 gelöst. Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0010] Um von den Kristallen brillantes Licht mit ausreichend hohen Leuchtdichten gezielt in den zu beleuchtenden Raum zu strahlen, wird vorgeschlagen, zumindest eine Lichtquelle zur Bestrahlung der Kristalle von den Kristallen beabstandet anzuordnung und die Kristalle von jeweils einer Kristallaußenseite her unter einem spitzen Winkel zu der

Fläche, in der die Kristalle angeordnet sind, zu bestrahlen und die auf der Trägerstruktur aufgebrachten Kristalle rückseitig reflektierend auszubilden, so dass das Licht gezielt in den zu beleuchtenden Raum geworfen wird. Erfindungsgemäß ist zumindest eine Lichtquelle zur Bestrahlung der Kristalle von den Kristallen beabstandet angeordnet derart, dass die Kristalle von jeweils einer Kristallaußenseite her spitzwinklig zur Fläche, in der die Kristalle angeordnet sind, bestrahlt werden, wobei die Kristalle jeweils auf ihrer von dem zu beleuchtenden Raum abgewandten Rückseite mit einer reflektierenden Oberflächenbeschichtung versehen sind. Die einseitige Oberflächenbeschichtung der Kristalle verhindert im Zusammenspiel mit der spitzwinkligen Lichtzufuhr von außen her den Lichtaustritt aus den Kristallen in für die Raumbeleuchtung unwirksame Richtungen, so dass das Licht, mit dem die Kristalle bestrahlt werden, höchst effizient in den zu beleuchtenden Raum geworfen wird und die Kristalle wie punktförmige Lichtquellen wirken. Durch die Bestrahlung der Kristalle von außen her ist es möglich, dass eine Lichtquelle mehrere Kristalle bedient bzw. beleuchtet. Vorteilhafterweise kann die Lichtquelle von den Kristallen örtlich getrennt, insbesondere beabstandet sein, wodurch sich größere Freiheiten für die Gestaltung der Kristalle, aber auch für die Anordnung der Lichtquelle ergeben. Die Brechung kann im medialen Übergang erfolgen, wobei das Licht auf die Rückseite des Kristalles treffen, gerichtet werden und auf der Vorderseite wieder austreten kann. Die Anordnung kann derart getroffen sein, dass das Licht auf der Seite des Kristalls wieder austritt, auf welcher es vorher eingetreten ist.

[0011] Diesem Ansatz liegt die Überlegung zugrunde, daß eine hohe Vertikalbeleuchtungsstärke mit horizontalem Strahlen, ohne dabei die Personen, die in diese Richtung blicken, zu blenden, unter anderem dadurch erreicht werden kann, indem kleine Lichtpunkte mit sehr hoher Leuchtdichte ($L > 10$ Millionen cd/m^2) in einem sehr kleinen Raumwinkelbereich (Raumwinkel $\Omega < 0,05$ steradian, bevorzugt sogar unter $0,01$ steradian) so strahlen, dass der Beobachter bei leichten räumlichen Bewegungen (z. Bsp. Veränderung der Kopfposition) ein wechselndes, dynamisches Glitzerpunktfeld wahrnimmt. Bewegt sich das Auge relativ zum Vorhang, dann ‚blinken‘ die einzelnen Kristall-Punkte abwechselnd kurz auf. Damit durch diese frontale horizontale Strahlung möglichst keine Blendung bzw. Störung oder Einschränkung der visuellen Leistungsfähigkeit erfolgt, wird vorgesehen, daß diese Glitzerpunkt, bzw. Kristalle eine gewisse Größe nicht überschreiten und einen gewissen Mindestabstand haben. Zusätzlich wird durch diese enge Strahlung der einzelnen Lichtpunkte bzw. Kristalle für den bewegten Beobachter diese Dynamik („Aufblitzen“) erreicht.

[0012] Würde man vergleichsweise lediglich die Lichtstärke der die Kristalle bestrahlenden Lichtquelle erhöhen, würde nicht derselbe Effekt erzielt, sondern vielmehr durch eine starke Erhöhung des Streulichts eine diffuse Atmosphäre geschaffen und die Blendwirkung erhöht werden. Die reflektierende Oberflächenbeschichtung auf der Rückseite der Kristalle lässt die Kristalle gezielt in eine Richtung leuchten, so dass nicht nur die Beleuchtungswirkung an sich und die im Raum erzielte Helligkeit deutlich erhöht wird, sondern bei im ausgeleuchteten Raum befindlichen Personen der Eindruck des Funkelns der Kristalle um ein Vielfaches erhöht wird. Die Beleuchtungssituation erhält hierbei eine hohe Dynamik, da eine sich im ausgeleuchteten Raum bewegende Person bei auch nur leichter Bewegung relativ zur Kristallstruktur immer wieder Lichtblitze von anderen Kristallen treffen, so dass das Funkeln der Kristalle dynamisch über die Fläche der Kristallwand wandert.

[0013] In Weiterbildung der Erfindung sind die Kristalle mit ihren Hauptachsen zumindest näherungsweise einheitlich bzw. parallel zueinander ausgerichtet, insbesondere derart, dass die Kristalle alle schwerpunktmäßig in den auszuleuchtenden Raum strahlen. Die genannten Kristalle besitzen jeweils eine Hauptachse, die sich im Wesentlichen senkrecht zu der Ebene erstreckt, in der der jeweilige Kristall seinen maximalen Umfang und/oder maximalen Durchmesser besitzt. Mit dieser Hauptachse sind die Kristalle in vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung im Wesentlichen senkrecht zu der von der Trägerstruktur definierten Fläche und/oder parallel zueinander ausgerichtet. Durch eine solche einheitliche Ausrichtung der Kristalle wird die Leuchtkraft der Kristalle ggf. auch ohne Reflexionsbeschichtung auf der Rückseite zum auszuleuchtenden Raum hin deutlich verbessert. Insbesondere können die Kristalle mit den genannten Hauptachsen liegend, parallel zueinander und senkrecht zu der zu beleuchtenden Ebene ausgerichtet sein, in der die gewünschten hohen vertikalen Lichtstärken erreicht werden sollen.

[0014] Um eine hohe Dynamik der Beleuchtungssituation zu erreichen, sind die Kristalle gleichwohl vorteilhafterweise zueinander verdreht bzw. mit unterschiedlichen Drehwinkeln angeordnet. Vorteilhafterweise besitzen die Kristalle Facettenflächen, die durch Verdrehen der Kristalle, insbesondere um die vorgenannte Hauptachse, zu verschiedenen Richtungen hin ausgerichtet sind, d.h. überführt man verschiedene Kristalle durch Verschiebung ineinander, kommen die Facettenflächen durch die verdrehte Anordnung der Kristalle nicht zur Deckung miteinander. Ist beispielsweise ein erster Kristall mit seiner nach oben hin orientierten Facettenfläche exakt in Richtung 12 Uhr ausgerichtet, ist ein zweiter Kristall mit seiner nach oben ausgerichteten Facettenfläche nach 1 Uhr hin ausgerichtet, während ein dritter Kristall mit seiner nach oben gerichteten Facettenfläche nach 11 Uhr gerichtet ist.

[0015] In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung bilden die Kristalle einen flachgedrückten Korpus, dessen Erstreckung in einer Richtung senkrecht zu der Fläche der Trägerstruktur kleiner ist als seine Erstreckung parallel bzw. tangential zur Fläche der Trägerstruktur. Insbesondere können die Kristalle mit einer Flachseite zur Wand hin bzw. zu der Fläche der Trägerstruktur hin liegend angeordnet sein.

[0016] Die Kristalle können hierbei mehr oder weniger flachgedrückt ausgebildet sein. Nach einer vorteilhaften Ausführung der Erfindung beträgt die Höhe der Kristalle in Richtung senkrecht zur Wand bzw. senkrecht zur Fläche der

Trägerstruktur vorzugsweise etwa 1/4 bis 3/4, vorzugsweise etwa 1/3 der maximalen Breite bzw. des maximalen Durchmessers der Kristalle parallel zur Fläche der Trägerstruktur.

[0017] Um eine für sich bewegende Personen besonders dynamische Lichtsituation zu erreichen und hierfür in vielerlei verschiedene Richtungen Lichtstrahlen mit geringem Öffnungswinkel abzugeben, ist in Weiterbildung der Erfindung vorgesehen, dass die Rückseite der Kristalle anders konturiert ist als die Vorderseite der Kristalle. Werden die Kristalle von der zumindest einen Lichtquelle so bestrahlt, dass das eingestrahlte Licht auf der Vorderseite der Kristalle in deren Korpus eintritt, kommt es einerseits an den Grenzflächen der Vorderseite sowie an den verspiegelten Rückseiten der Kristalle zu Lichtablenkung, so dass mit unterschiedlich konturierten Vorder- und Rückseiten mit einer nur begrenzten Anzahl von Facetten eine große Anzahl an unterschiedlich gerichteten Lichtstrahlen wieder abgegeben werden kann.

[0018] Vorteilhafterweise sind sowohl die Vorderseite als auch die Rückseite der Kristalle mit einer Facettenkontur versehen, wobei die Facettenflächen auf der Rückseite vorzugsweise unter einem flacheren Winkel zur Grundfläche der Facettenkontur geneigt sind als die Facettenflächen auf der Vorderseite der Kristalle. Die Facettenflächen der Rückseite können in Weiterbildung der Erfindung unter einem Winkel von 10°-35°, vorzugsweise 15°-30° und insbesondere etwa 20°-25° zur Grundfläche der Facettenkontur geneigt sein. Alternativ oder zusätzlich können die Facettenflächen der Vorderseite unter einem Winkel von 20°-60°, vorzugsweise 25°-50° und insbesondere etwa 30°-45° zur Grundfläche der facettierten Kontur geneigt sein. Die genannte Grundfläche der facettierten Kontur erstreckt sich vorteilhafterweise senkrecht zu der zuvor genannten Hauptachse der Kristalle, mit der die genannten Kristalle im Wesentlichen senkrecht zur Fläche der Trägerstruktur ausgerichtet sind.

[0019] Alternativ oder zusätzlich zu der genannten flacheren Neigung der Facettenflächen auf der Rückseite kann eine unterschiedliche Konturierung von Vorder- und Rückseite auch dadurch erreicht werden, dass die Facettenflächen auf zumindest einer Seite der Kristalle, insbesondere auf deren Vorderseite unter verschiedenen Winkeln gegenüber der genannten Grundfläche geneigt sind. In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung variiert die Neigung der verschiedenen Facettenflächen auf der Vorderseite der Kristalle zwischen 30° und 50°, d.h. eine erste Facettenfläche ist unter einem kleinen Winkel von beispielsweise 32° zur Grundfläche geneigt, während eine zweite Facettenfläche unter einem mittleren Winkel von beispielsweise 38° zur genannten Grundfläche geneigt und eine dritte Facettenfläche unter einem größeren Neigungswinkel von beispielsweise 44° zur Grundfläche geneigt ist. Dementsprechend bildet die mit unterschiedlich geneigten Facettenflächen versehene Seite des Kristalls eine unregelmäßige Pyramide, während die andere Seite der Kristalle mit gleich geneigten Facettenflächen eine regelmäßige Pyramide bildet. Insbesondere ist die Rückseite in Form einer regelmäßigen Pyramide ausgebildet, während die Vorderseite der Kristalle in Form einer unregelmäßigen Pyramide ausgebildet ist.

[0020] Ungeachtet der Facettierung der Vorderseite der Kristalle und/oder der Rückseite der Kristalle kann der Übergang zwischen der Vorder- und Rückseite eines jeweiligen Kristalls kantig insbesondere nach Art eines Polygonzugs ausgebildet sein. Alternativ kann jedoch, ebenfalls ungeachtet einer Facettierung auf der Vorder- und/oder Rückseite, jedoch auch ein runder Übergang zwischen Vorder- und Rückseite vorgesehen sein, wobei hier die Abrundung in Richtung des Übergangs von Vorder- und Rückseite und/oder in Umfangsrichtung vorgesehen sein kann.

[0021] Um brillantes Licht abzugeben, sind die Kristalle vorteilhafterweise derart ausgebildet und/oder im Zusammenspiel mit der Lichtquelle derart angeordnet, dass die von den Kristallen abgestrahlten Lichtstrahlen einen Öffnungswinkel von weniger als 5°, vorzugsweise von maximal 1,5° besitzen, so dass die abgestrahlten Lichtstrahlen als Licht, das aus einer Richtung kommt, wahrgenommen wird und entsprechende Brillanz vermittelt.

[0022] In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung werden zur Bestrahlung der Kristalle punktförmige Lichtquellen beispielsweise in Form von LEDs verwendet, wodurch im Vergleich zu nicht punktförmigen Lichtquellen wie beispielsweise Leuchtrohren eine deutlich höhere Brillanz oder überhaupt erst Brillanz des von den Kristallen abgegebenen Lichts erzielt werden kann. Die genannten punktförmigen Lichtquellen können hierbei in einer oder mehreren Reihen, die im Wesentlichen parallel zur Fläche der Trägerstruktur verläuft/verlaufen, nebeneinander angeordnet sein, wobei die punktförmigen Lichtquellen entlang der Reihe gleichmäßig verteilt oder auch in Wolken bzw. gruppenförmigen Zusammenrottungen, die dann zusammen eine Reihe bilden, angeordnet sein können. Ist die Kristalltapete auf einer Wand angebracht, können die punktförmigen Lichtquellen in einer Reihe oder in mehreren Reihen parallel zu der Wand an der Decke oder am Boden oder einer benachbarten Wand, oder an entsprechenden Haltevorrichtungen, die wandparallel verlaufen, angeordnet sein. Insbesondere kann zumindest eine Reihe von punktförmigen Lichtquellen an der Decke angeordnet sein, wenn das Kristallfeld als Wandbeschichtung oder-abdeckung angebracht ist.

[0023] Die die Kristalle tragende Trägerstruktur kann hierbei grundsätzlich verschieden ausgebildet sein. Nach einer vorteilhaften Ausbildung der Erfindung kann die Trägerstruktur mit den daran befestigten Kristallen als Tapete ausgebildet sein, beispielsweise nach Art eine Raufasertapete. Ein flächiger Trägerstoff, beispielsweise aus einem Textilstoff oder aus Papier, kann die daran befestigten Kristalle tragen. Alternativ oder zusätzlich kann die Trägerstruktur von einem lichtundurchlässigen Paneel oder Matrixmaterial gebildet sein, auf dem oder in dem die Kristalle angeordnet sind. Alternativ oder zusätzlich kann die Trägerstruktur jedoch auch von einem Seilsystem gebildet sein, das mehrere, vorzugsweise parallel zueinander verlaufende Seilstücke umfasst. Weitere Ausbildungen der Trägerstruktur sind im Rahmen der Erfindung möglich, wobei auch vorgesehen sein kann, die Kristalle unmittelbar an einer Wand zu befestigen.

[0024] Vorteilhafterweise sind die Lichtquellen hierbei relativ zum Kristallfeld derart angeordnet, dass die Bestrahlung des Kristallfelds unter einem sehr flachen Winkel erfolgt, der vorzugsweise weniger als 30° zu der Fläche, in der die Kristalle angeordnet sind, beträgt. Durch eine solchermaßen flache Bestrahlung der Kristallwand können stärkere Streuungs- und Dispersionseffekte vermieden werden und die Kristalle brillant zum Leuchten gebracht werden. Das Kristallfeld bildet eine Leuchte, die mit einer großen Vielzahl von punktförmigen Abstrahlquellen brillantes Licht abgibt und in dem zu beleuchtenden Raum eine Vertikalbeleuchtung mit hoher Beleuchtungsstärke schafft und viele Glitzerpunkte ohne Blendung bildet.

[0025] Insbesondere kann die zumindest eine Lichtquelle außerhalb des Kristallfelds bzw. außerhalb der von den Kristallen eingenommenen Fläche, insbesondere außerhalb des Wandabschnitts, in dem die Kristalle vorgesehen sind, angeordnet sein. Bei Blickrichtung näherungsweise senkrecht auf die von den Kristallen eingenommene Fläche kann die zumindest eine Lichtquelle neben bzw. außerhalb der von den Kristallen eingenommenen Fläche positioniert sein, wobei zumindest eine Lichtquelle oberhalb und/oder zumindest eine Lichtquelle unterhalb und/oder zumindest eine Lichtquelle seitlich, d.h. rechts und/oder links, neben der von den Kristallen eingenommenen Fläche vorgesehen sein kann. In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung kann insbesondere oberhalb der von den Kristallen eingenommenen Fläche eine Lichtquelle angeordnet sein, wobei die genannte Lichtquelle vorteilhafterweise in der vorgenannten Art aus einer Vielzahl von punktförmigen Lichtquellen bestehen kann, die vorteilhafterweise in einer oder mehreren Reihen angeordnet sein können.

[0026] In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung ist die zumindest eine Lichtquelle dabei derart ausgebildet, dass das von der Lichtquelle erzeugte Licht gezielt in eine Richtung im Wesentlichen nur auf die Kristalle geworfen wird und hierbei nur eine begrenzte Lichtaufweitung erfährt. Der von der zumindest einen Lichtquelle abgegebene Lichtkegel, der ein gleichmäßiger Kreiskegel sein kann, jedoch auch ein unregelmäßiger, keulenförmiger oder pyramidenstumpfförmiger Lichttrichter sein kann, kann insbesondere einen Aufweitungswinkel von weniger als 25° besitzen.

[0027] In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung kann die mit den Kristallen versehene Fläche nur von einer Seite her, insbesondere von einer Oberseite her, beleuchtet werden.

[0028] Die Kristalle können vorteilhafterweise relativ klein ausgebildet sein, vorzugsweise einen maximalen Durchmesser von weniger als 20 mm, weiter vorzugsweise weniger als 10 mm besitzen. Die Anordnungsdichte der Kristalle und deren Positionierung relativ zueinander kann hierbei unterschiedlich gewählt sein, ist vorteilhafterweise jedoch relativ hoch bzw. derart gewählt, daß an dem nicht transparenten Matrixmaterial der Trägerstruktur keine größeren Streueffekte verursacht wird. In Weiterbildung der Erfindung kann - bei Betrachtung der Kristallanordnung von der Lichtquelle her bzw. Blickrichtung von der Lichtquelle her - mehr als 2/3, weiter vorzugsweise mehr als 3/4 der sichtbaren, d.h. in der genannten Richtung projizierten Fläche mit Kristallen bedeckt sein. Die Kristalle können hierbei in einem gleichmäßigen Raster oder auch in einer unregelmäßigen, wolkenartigen Verteilung auf der Trägerstruktur angeordnet sein, wobei vorteilhafterweise die Kristalle derart zueinander versetzt sind, dass sie nicht im Schatten anderer Kristalle liegen, wenn die Bestrahlung in der genannten Weise unter flachen Einstrahlwinkeln vorgenommen wird. Insbesondere können die Kristalle in - von der Lichtquelle aus betrachtet - hintereinander liegenden Reihen so versetzt angeordnet sein, dass ein Kristall in der von der Lichtquelle weiter beabstandeten Reihe zwischen zwei Kristallen der benachbarten, näher zur Lichtquelle liegenden Reihe angeordnet ist.

[0029] In Weiterbildung der Erfindung bilden die Kristalle Mittel zur Lichtpunktzerlegung. An jedem Aufpunkt der zu beleuchtenden Fläche trifft Licht auf, das von Leuchtflächen der Kristallanordnung stammt, die einzeln und getrennt wahrnehmbar sind und eine gewisse Größe nicht überschreiten. Durch eine derartige Lichtpunktzerlegung wird erreicht, dass die Blendwirkung der Leuchte in alle Richtungen, vor allem aber im Strahlungsbereich und bei Blickrichtungen entgegen der Strahlungshauptachse, stark reduziert wird.

[0030] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass jeder Aufpunkt der zu beleuchtenden Fläche von zumindest 25, vorzugsweise mindestens 50 und vorteilhafterweise mehr als 100 separat wahrnehmbaren Lichtpunkten her beleuchtet ist.

[0031] Dabei können die genannten Kristalle vorteilhafterweise derart ausgebildet sein, dass die in Blickrichtung projizierte Größtabmessung D jeder separat wahrnehmbaren Leuchtfläche an der Leuchte durch folgende Beziehung definiert ist:

$$D \leq 2 \cdot a \cdot \tan(x/2),$$

wobei a der Betrachtungsabstand, also der Abstand des Aufpunktes von den jeweiligen Leuchtflächen in Metern gemessen ist und für den am Aufpunkt durch die Teillichtbündel der Leuchtfläche gebildeten Öffnungswinkel x gilt:

$$x = (-1/g \cdot \ln [(K-B)/(K-1)]) - s$$

5
 wobei der Öffnungswinkel x in Winkelminuten (mit 1 Winkelminute = 1/60 Grad mit 360 Grad = Kreis) angegeben ist
 und für die Parameter g, K, B und s die Ungleichungen
 10

$$0,5 \leq g \leq 0,9$$

$$6 \leq K \leq 9$$

$$1 \leq B < 5,8$$

$$0 \leq s \leq 0,3$$

gelten und ferner der in Blickrichtung projizierte Mindestabstand benachbarter Leuchtflächen durch die Beziehung de-
 finiert ist:
 30

$$b = 2 \cdot a \cdot \tan (y/2),$$

wobei a der Betrachtungsabstand in Metern gemessen ist und $y \geq 10$ Winkelminuten ist, wobei y der durch die benach-
 barten Teillichtbündel zweier Leuchtflächen gebildete Öffnungswinkel ist.
 40

[0032] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels und zugehöriger Zeichnungen
 näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1: eine schematische, perspektivische Ansicht der Beleuchtungsvorrichtung nach einer vorteilhaften Ausführung
 der Erfindung, die die Anordnung der Kristalltapete an einer vertikalen Wand und die dieser zugeordnete
 Anordnung von LED-Strahlern an der Decke zeigt,
 45

Fig. 2: eine schematische Seitenansicht der Beleuchtungsvorrichtung aus Fig. 1 parallel zu der Wand, an der das
 Kristallfeld angeordnet ist, so dass die Ansicht die geometrische Anordnung der Lichtquellen relativ zur Posi-
 tionierung des Kristallfelds zeigt,
 50

Fig. 3: eine ausschnittsweise, vergrößerte Darstellung der Anordnung der Lichtquellen in einem Deckenkanal,

Fig. 4: eine vergrößerte, ausschnittsweise Seitenansicht der Trägerstruktur und der darauf angeordneten Kristalle,
 die die Ausrichtung der Kristalle mit ihren Hauptachsen senkrecht zur Fläche der Trägerstruktur zeigt,
 55

Fig. 5: eine perspektivische Ansicht eines Kristalls, die schräg von oben dessen Vorderseite zeigt, die zum zu be-
 leuchtenden Raum hin ausgeleuchtet ist und unterschiedlich geneigte Facettenflächen besitzt und eine unreg-
 elmäßige Pyramide bildet,

Fig. 6: eine schematische Darstellung der Geometrie der Facetten des Kristalls aus Fig. 5,

Fig. 7: eine Seitenansicht des Kristalls aus den Figuren 5 und 6 in einer Blickrichtung parallel zur Fläche der Trägerstruktur, und

Fig. 8: eine schematische Darstellung der Lichtpunktzerlegung der Kristalltapete.

[0033] Die in Fig. 1 dargestellte Beleuchtungsvorrichtung 1 umfasst eine als Leuchte dienende Kristalltapete 13, die in der gezeichneten Ausführung an einer vertikalen Wand eines Raumes angebracht ist. Die genannte Kristalltapete 13 umfasst ein Kristallfeld umfassend eine Vielzahl von Kristallen 3, die auf einer Trägerstruktur 2 aufgebracht und daran befestigt sind, vgl. Fig.4. Die genannte Trägerstruktur 2 kann hierbei ein festes Paneel bilden, kann jedoch auch wie bei einer echten Tapete aus einem biegsamen Folien- bzw. Papierträger bestehen. Gegebenenfalls können auch weiche Matrixstoffe wie beispielsweise eine dünne Gummimatte Verwendung finden, auf der die Kristalle 3 aufgebracht und/oder in leichte Vertiefungen eingebettet sein können. Alternativ können die Kristalle auch auf Schnüren, Drähten oder Bändern aufgereiht sein oder es können Gitterstrukturen als Trägerstruktur Verwendung finden. Die Trägerstruktur kann - muß es aber nicht - als durchgängige oder zusammenhängende Fläche ausgebildet sein, oder kann auch eine Vielzahl separater Halteelemente umfassen.

[0034] In der gezeichneten Ausführung ist die Trägerstruktur 2 und das darauf aufgebrachte Kristallfeld eben, d.h. die Kristalle 3 sind alle in einer Ebene angeordnet, wobei die von der der Trägerstruktur 3 definierte Fläche jedoch auch von der ebenen Form abweichen kann, beispielsweise um auf einer bogenförmig gekrümmten Wand oder auf einer Säule oder dergleichen aufgebracht zu werden. Die Trägerstruktur 2 kann auch ohne Anpassung an die dahinter liegende Gebäudewand, Decke oder dergleichen eine von der ebenen Form abweichende Konturierung besitzen, beispielsweise eine reliefartige Freiformfläche, um besondere Beleuchtungseffekte zu erzielen. Vorteilhafterweise sind die Kristalle 3 jedoch in einer kontinuierlichen, stetig geformten Fläche angeordnet, so dass es innerhalb des Kristallfelds keine Sprünge oder Verwerfungen gibt.

[0035] Die Kristalle 3 sind hierbei in einer gleichmäßigen oder wolkenförmigen Verteilung über die Fläche angeordnet, wie dies Fig. 1 zeigt. Die Besatzdichte und -verteilung ist hierbei in Weiterbildung der Erfindung vorteilhafterweise derart getroffen, dass bei Blickrichtung von den Lichtquellen 7 her mindestens 50 % der von dort zu sehenden, vom Kristallfeld bedeckten Wandfläche, d.h. bei einem in Projektion von der Lichtquelle her zu sehenden beispielsweise 1 m² großen Wandstück - das tatsächlich, d.h. bei Blickrichtung senkrecht darauf sehr viel größer ist - ist vorzugsweise mindestens 0,5 m² der in Projektion zu sehenden Fläche mit Kristallen bedeckt. Vorteilhafterweise kann ein deutlich höherer Besatzgrad gewählt werden.

[0036] Wie die Figuren 1 und 2 zeigen, wird die Kristalltapete 13 von punktförmigen Lichtquellen 7 bspw. in Form von LEDs bestrahlt, die an der bzw. in der Decke 6 relativ nahe an der Wand 5 angeordnet sind, auf der die Kristalltapete 13 aufgebracht ist. Die Lichtquellen 7 bilden dabei vorteilhafterweise kleine Lichtpunkte mit Leuchtdichten L sehr viel größer als 10⁶ cd/m². Insbesondere sind die genannten Lichtquellen 7 hierbei in der gezeichneten Ausführungsform in einer Reihe verteilt angeordnet, die sich im Wesentlichen parallel zu der genannten Wand 5 und damit parallel zu der von der Trägerstruktur 2 definierten Fläche erstreckt. Die Anordnung und Beabstandung der Lichtquellen 7 ist hierbei vorteilhafterweise derart getroffen, dass die Fläche des Kristallfelds unter einem Winkel von weniger als 30° bestrahlt wird, d.h. das von den Lichtquellen 7 kommende Licht fällt von oben her auf das Kristallfeld, wobei der Winkel zur Fläche des genannten Kristallfelds in der gezeichneten Ausführung zwischen 15° und 25° beträgt, vgl. Fig. 2. Die Aufweitung des von den Lichtquellen 7 her kommenden Lichtkegels ist so getroffen, dass das gesamte Kristallfeld bestrahlt wird, vgl. Fig. 2, wobei in der gezeichneten Ausführung und den dort vorgesehenen Wandhöhen und der Höhe des Kristallfelds eine Kegelaufweitung von 13° vorgesehen ist. Vorteilhafterweise wird die Anordnung der Lichtquellen 7 - beispielsweise durch Näher-Heranrücken an die zu bestrahlende Wand 5 - so getroffen, dass die Aufweitung des Lichtkegels weniger als 25°, vorzugsweise weniger als 20° beträgt.

[0037] Die auf der Trägerstruktur 2 angeordneten Kristalle sind in den Figuren 4-7 näher gezeigt. Die genannten Kristalle 3 sind hierbei jeweils mit einer flachgedrückten Formgebung versehen, wobei sie mit jeweils einer Flachseite auf der Trägerstruktur 2 aufliegen, vgl. Fig. 4. Wie Fig. 7 zeigt, sind die Kristalle 3 hierbei derart geformt, dass eine maximale Breite bzw. ein maximaler Durchmesser b der Kristalle 3 etwa 4/3 bis 8/3 der Höhe h der Kristalle beträgt. Die Anordnung der Kristalle 3 ist hierbei derart getroffen, dass sich das genannte Höhenmaß h im Wesentlichen senkrecht zur Fläche der Trägerstruktur 2 und das genannte Breiten- bzw. Durchmessermaß b in einer Ebene parallel zur Fläche der Trägerstruktur 2 erstreckt.

[0038] Die Kristalle 3 erstrecken sich also jeweils mit einer Hauptachse 11, die senkrecht auf die Ebene steht, in der die Kristalle 3 ihre maximale Ausdehnung b besitzen, im Wesentlichen senkrecht zur Fläche der Trägerstruktur 2, wobei vorteilhafterweise alle Kristalle 3 parallel zueinander ausgerichtet sind.

[0039] Vorteilhafterweise sind die Kristalle 3 jedoch gegeneinander verdreht. Die rotatorische Stellung der Kristalle 3 bezüglich der genannten Hauptachse 11 ist verschieden derart, dass die Facetten mehrere Kristalle 3 nicht dieselben

Orientierungen besitzen, sondern relativ zueinander jeweils einen Winkelversatz besitzen. Die Drehwinkel der Kristalle 3 um die genannte Hauptachse 11 variieren hierbei in großer Vielzahl, d.h. es sind vorteilhafterweise nicht nur zwei oder drei verschiedene Drehpositionen für die Vielzahl an Kristallen vorgesehen, sondern eine große Vielzahl, so dass eine große Varianz der Flächenausrichtungen erreicht wird.

5 **[0040]** Wie die Figuren 5-7 zeigen, sind die Rückseite 8 und auch die Vorderseite 9 der Kristalle 3 jeweils mit einer facettierten Konturierung versehen. Die Schrägflächen sind hierbei derart angeordnet, dass die Vorder- und Rückseiten 8 und 9 jeweils Pyramidenform besitzen, wobei die Rückseite 8 eine gleichmäßige Pyramide bildet, während die Vorderseite 9 eine ungleichmäßige Pyramide bildet. Die genannte ungleichmäßige Pyramide kommt hierbei dadurch zustande, dass die Schrägflächen auf der Vorderseite 9 der Kristalle 3 unterschiedliche Neigungswinkel besitzen. In der
10 gezeichneten Ausführung nach Fig. 6 variieren die Neigungsflächen der Facetten der Vorderseite 9 von 32° über 35°, 38° und 41° bis zu 44°.

[0041] Die Rückseite 8 ist mit Schrägflächen versehen, die alle dieselbe Neigung besitzen, wobei die genannte Neigung in der gezeichneten Ausführung 22° beträgt.

15 **[0042]** Die genannte Neigung der Schrägflächen wird hierbei gegenüber der Grundfläche der jeweiligen facettierten Konturierung gemessen, wobei die genannte Grundfläche die Fläche ist, in der die Kristalle 3 ihre maximale Ausdehnung besitzen und/oder die parallel zu der Fläche der Trägerstruktur 3 angeordnet ist.

[0043] Die genannte Rückseite 8 der Kristalle 3 ist mit einer reflektierenden Oberflächenbeschichtung 10 versehen, während die Vorderseite 9 ohne Oberflächenbeschichtung ausgebildet ist und mit klaren, brechenden Oberflächen versehen ist. Die genannte Oberflächenbeschichtung 10 auf der Rückseite 8 der Kristalle 3 kann eine Verspiegelung
20 beispielsweise durch eine geeignete Bedampfung, beispielsweise eine Aluminiumbedampfung, sein.

[0044] Die Anordnung der LEDs nebst den Kristallen bewirken dabei eine Lichtpunktzerlegung, die einerseits eine kontrastreiche Wahrnehmung der ausleuchteten Bereiche und andererseits eine weitgehende Blendungsfreiheit ermöglicht. Dabei wird jeder Aufpunkt im ausgeleuchteten Raum von mehreren separat wahrnehmbaren Lichtpunkten beleuchtet. Die Anordnung der LEDs und der Kristalle ist dabei derart getroffen, dass sie der in Fig. 8 dargestellten
25 Beziehung genügt, wonach die von den Ausgangsflächen der Kristalle 3 gebildeten Lichtpunkte hinsichtlich Größe und Anordnung den Anforderungen an eine sinnvolle Lichtpunktzerlegung genügen. Dies ist dadurch gekennzeichnet, dass die Größtabmessung D jedes Lichtpunkts durch folgende Beziehung definiert ist:

30

$$D \leq 2 \cdot a \cdot \tan(x/2),$$

35 wobei a der Betrachtungsabstand, also der Abstand des Aufpunktes von den jeweiligen Leuchtflächen in Metern gemessen ist und für den am Aufpunkt durch die Teillichtbündel der Leuchtfläche gebildeten Öffnungswinkel x gilt:

40

$$x = (-1/g \cdot \ln [(K-B)/(K-1)]) - s$$

wobei der Öffnungswinkel x in Winkelminuten (mit 1 Winkelminute = 1/60 Grad mit 360 Grad = Kreis) angegeben ist
45 und für die Parameter g, K, B und s die Ungleichungen

50

$$0,5 \leq g \leq 0,9$$

$$6 \leq K \leq 9$$

55

$$1 \leq B < 5,8$$

$$0 \leq s \leq 0,3$$

5

geten und ferner der Mindestabstand benachbarter Leuchtflächen durch die Beziehung definiert ist :

10

$$b = 2 \cdot a \cdot \tan (y/2),$$

15

wobei a der Betrachtungsabstand in Metern gemessen ist und $y \geq 10$ Winkelminuten ist, wobei y der durch die benachbarten Teillichtbündel zweier Leuchtflächen gebildete Öffnungswinkel ist.

[0045] Dabei sind die vorgenannten Parameter B und K ausreichend ungleich voneinander. Vorteilhafterweise wird der Parameter B in Abhängigkeit von der im Betrachtungsabstand a festzulegenden, dort die Blendwirkung beeinflussenden Beleuchtungsstärke gewählt, wobei vorzugsweise der Parameter $B \leq 5$, insbesondere $B \leq 4$ ist.

20

Patentansprüche

25

1. Beleuchtungsvorrichtung mit einer vorzugsweise eben ausgebildeten Trägerstruktur (2), an der eine Vielzahl von Kristallen (3) befestigt sind, die bei Bestrahlung durch zumindest eine Lichtquelle (7) Lichtstrahlen in den zu beleuchtenden Raum abstrahlen, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine Lichtquelle (7) zur Bestrahlung der Kristalle (3) von den Kristallen beabstandet angeordnet ist derart, dass die Kristalle (3) von jeweils einer Kristallaußenseite her unter einem spitzen Winkel zu der Fläche, in der die Kristalle angeordnet sind, bestrahlbar sind, wobei die Kristalle (3) auf ihrer von dem zu beleuchtenden Raum (4) abgewandten Rückseite (8) mit einer reflektierenden Oberflächenbeschichtung (10) versehen sind.

30

2. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Kristalle (3) jeweils eine Hauptachse (11) besitzen, die sich im Wesentlichen senkrecht zu der Ebene (12) erstreckt, in der der jeweilige Kristall (3) seinen maximalen Umfang und/oder seinen maximalen Durchmesser besitzt, und wobei die Kristalle (3) mit ihren Hauptachsen (11) im Wesentlichen parallel zueinander und/oder im Wesentlichen senkrecht zu der von der Trägerstruktur (2) definierten Fläche ausgerichtet sind.

35

3. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Kristalle (3) in unterschiedlichen Drehwinkeln angeordnet sind derart, dass Facettenflächen verschiedener Kristalle zu verschiedenen Richtungen hin ausgerichtet sind.

40

4. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Kristalle (3) einen jeweils flachgedrückten Korpus bilden, der mit einer Flachseite auf der von der Trägerstruktur (2) definierten Ebene liegend angeordnet ist, wobei vorzugsweise eine Breite (b) der Kristalle (3) etwa $4/3$ bis $8/3$ der Höhe (h) der Kristalle (3) beträgt.

45

5. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die von dem auszuleuchtenden Raum (4) abgewandte Rückseite (8) der Kristalle (3) gegenüber der dem auszuleuchtenden Raum (4) zugewandten Vorderseite (9) der Kristalle (3) eine unterschiedliche Konturierung besitzt.

50

6. Beleuchtungsvorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Rückseite (8) der Kristalle (3) eine facetierte Kontur besitzt, deren Facettenflächen unter einem flacheren Winkel geneigt sind als die Facettenflächen der ebenfalls facetierten Kontur der Vorderseite (9), wobei die Facettenflächen der Rückseite (8) vorzugsweise unter einem Winkel von 10° bis 35° , vorzugsweise 15° bis 30° , insbesondere etwa 20° bis 25° zur Grundfläche der facetierten Kontur geneigt und/oder die Facettenflächen der Vorderseite (9) vorzugsweise unter einem Winkel von 20° bis 60° , vorzugsweise 25° bis 50° , insbesondere 30° bis 45° zur Grundfläche der facetierten Kontur geneigt sind, und/oder auf der Rückseite (8) und der Vorderseite (9) der Kristalle (3) dieselbe Anzahl an Facettenflächen vorgesehen ist, wobei vorzugsweise jeweils 3-10, weiter vorzugsweise 4-6 und insbesondere 5 Facettenflächen auf jeder Seite vorgesehen sind.

55

EP 2 439 443 A2

- 5 7. Beleuchtungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die vom auszuleuchtenden Raum (4) abgewandte Rückseite (8) der Kristalle (3) die Form einer regelmäßigen Pyramide und/oder die dem auszuleuchtenden Raum (4) zugewandte Vorderseite (9) der Kristalle (3) die Form einer unregelmäßigen Pyramide besitzt, wobei die dem auszuleuchtenden Raum (4) zugewandte Vorderseite (9) der Kristalle (3) unterschiedlich geneigte Facettenflächen besitzt, deren Neigung gegenüber der Grundfläche der facettierten Kontur vorzugsweise im Bereich von 30° bis 50° variiert.
- 10 8. Beleuchtungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Kristalle (3) und/oder die Lichtquelle (7) derart angeordnet und ausgebildet sind, dass die von den Kristallen (3) abgestrahlten Lichtstrahlen einen Öffnungswinkel von weniger als $2 \times 5^\circ$, vorzugsweise kleiner als $2 \times 20^\circ$ besitzen.
- 15 9. Beleuchtungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Kristalle (3) einen maximalen Durchmesser von weniger als 20 mm, vorzugsweise weniger als 10 mm besitzen.
- 20 10. Beleuchtungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei als Lichtquelle (7) eine Mehrzahl von punktförmigen Lichtquellen, insbesondere in Form von LEDs, mit einer Leuchtdichte $L \gg 10^6 \text{ cd/m}^2$ vorgesehen sind, wobei die punktförmigen Lichtquellen vorzugsweise in einer oder mehreren Reihen, die im Wesentlichen parallel zur Fläche der Trägerstruktur (2) verläuft/verlaufen, nebeneinander angeordnet sind.
- 25 11. Beleuchtungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die zumindest eine Lichtquelle (7) zur Bestrahlung der Kristalle (3) derart angeordnet ist, dass die Kristalle (3) unter einem Winkel von weniger als 30°, vorzugsweise weniger als 20°, zu der Fläche, in der die Kristalle (3) angeordnet sind und/oder die von der Trägerstruktur (2) definiert wird, bestrahlbar sind.
- 30 12. Beleuchtungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die zumindest eine Lichtquelle (7) außerhalb des Flächenbereichs, in dem die Kristalle (3) angeordnet sind, angeordnet ist, insbesondere in einem an den Flächenbereich, in dem die Kristalle (3) angeordnet sind, angrenzenden Randbereich, wobei vorteilhafterweise eine Beabstandung der zumindest einen Lichtquelle (7) von dem genannten Flächenbereich vorgesehen ist und/oder die zumindest eine Lichtquelle (7) derart angeordnet ist, dass die Kristalle (7) auf ihrer dem auszuleuchtenden Raum zugewandten Seite bestrahlt werden, und/oder die zumindest eine Lichtquelle (7) von der Fläche, in der die Kristalle (7) angeordnet sind, in den zu beleuchtenden Raum hinein beabstandet angeordnet ist.
- 35 13. Beleuchtungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Flächenbereich, in dem die Kristalle (3) angeordnet sind, von nur einer Seite her, insbesondere einer Oberseite her, beleuchtbar ist.
- 40 14. Beleuchtungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die zumindest eine Lichtquelle (7) derart ausgebildet ist, dass der die Kristalle (3) bestrahlende Lichtkegel oder -trichter einen Aufweitwinkel von weniger als 25°, vorzugsweise weniger als 15° besitzt.
- 45 15. Beleuchtungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Kristalle (3) derart ausgebildet und angeordnet sind, daß sie eine Lichtpunktzerlegungsanordnung bilden, wobei jeder Aufpunkt der zu beleuchtenden Fläche von zumindest 25, vorzugsweise mindestens 50, insbesondere mehr als 100, separat wahrnehmbaren Lichtpunkten her beleuchtet ist, wobei insbesondere die Größtabmessung D eines jeden separat wahrnehmbaren Lichtpunkts der Leuchte folgender Beziehung genügt:

$$D \leq 2 \times a \times \tan(x/2),$$

50 wobei a der Betrachtungsabstand, also der Abstand des Aufpunktes von den jeweiligen Leuchtflächen in Metern gemessen ist und für den am Aufpunkt durch die Teillichtbündel der Leuchtfläche gebildeten Öffnungswinkel x gilt:

$$x = (-1/g \times \ln [(K-b)/(K-1)] - s$$

EP 2 439 443 A2

wobei der Öffnungswinkel x in Bogenminuten angegeben ist und für die Parameter g , K , B und s die Ungleichungen

5
$$0,5 \leq g \leq 0,9$$

10
$$6 \leq K \leq 9$$

15
$$1 \leq B \leq 5,8$$

20
$$0 \leq s \leq 0,3$$

25 gelten und ferner der Mindestabstand benachbarter Leuchtflächen durch die Beziehung definiert ist:

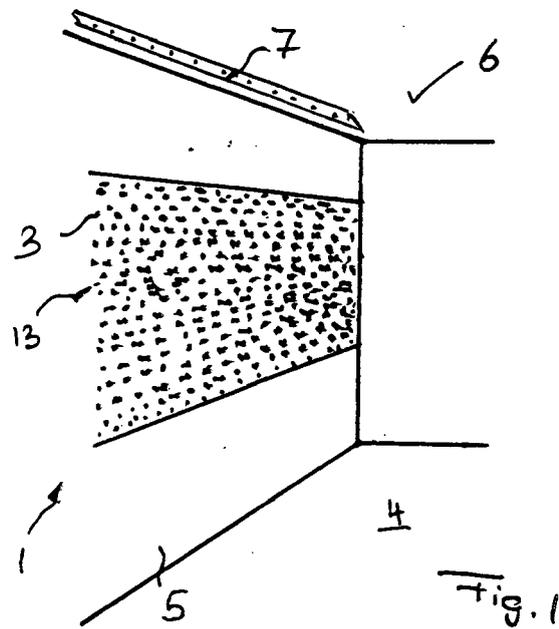
30
$$b = 2 \times a \times \tan (y/2),$$

35 wobei a der Betrachtungsabstand in Metern gemessen ist und $y \geq 10$ Winkelminuten ist, wobei y der durch die
40 benachbarten Teillichtbündel zweier Leuchtflächen gebildete Öffnungswinkel ist.

45

50

55



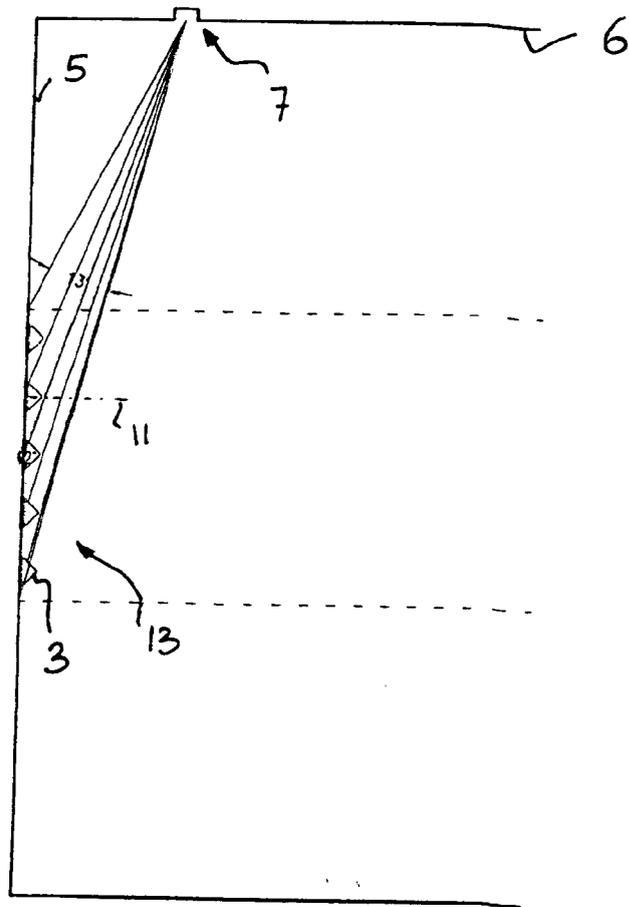


Fig. 2

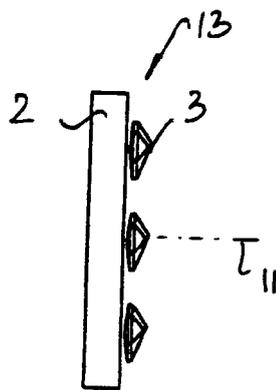


Fig. 4

Fig. 3

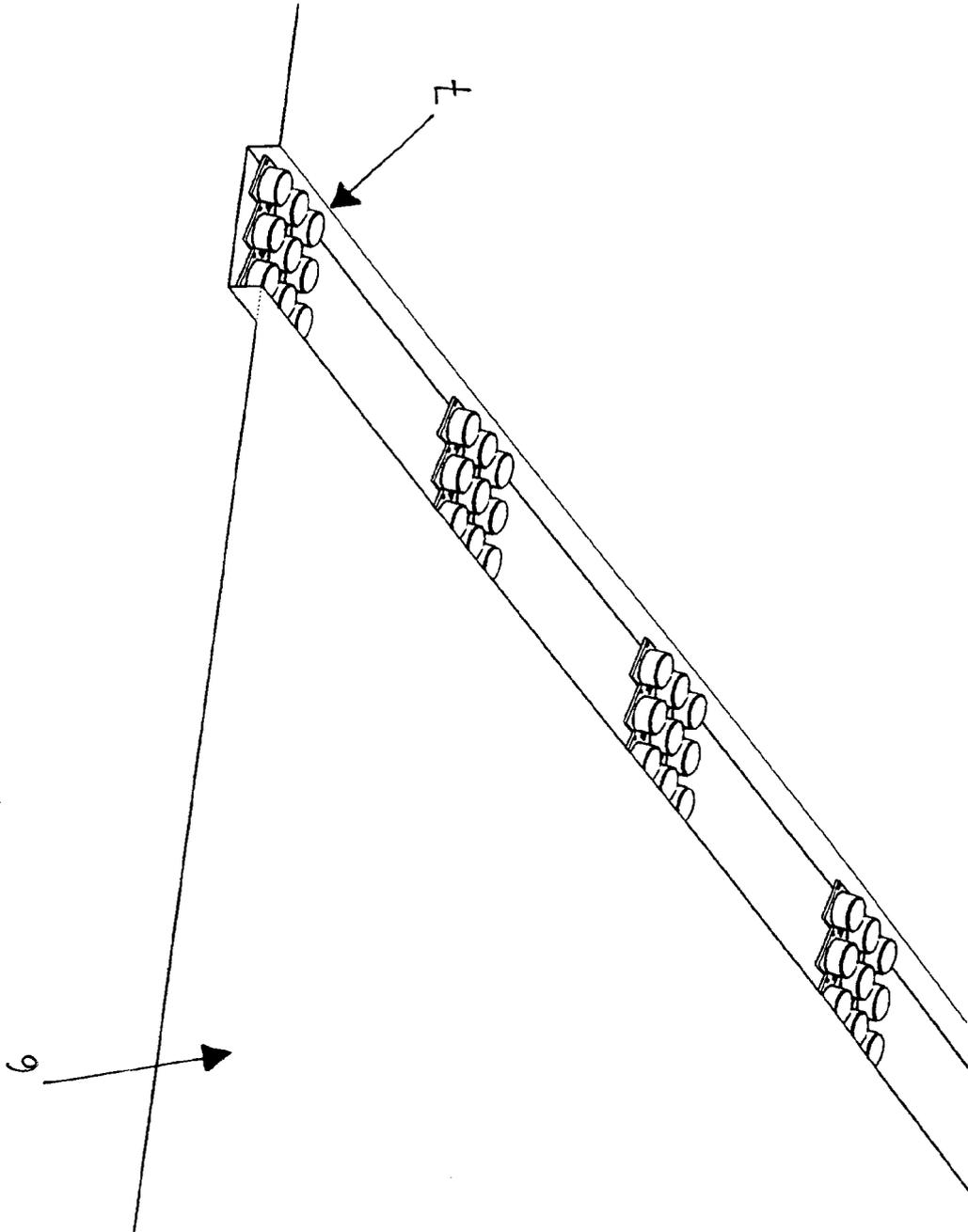
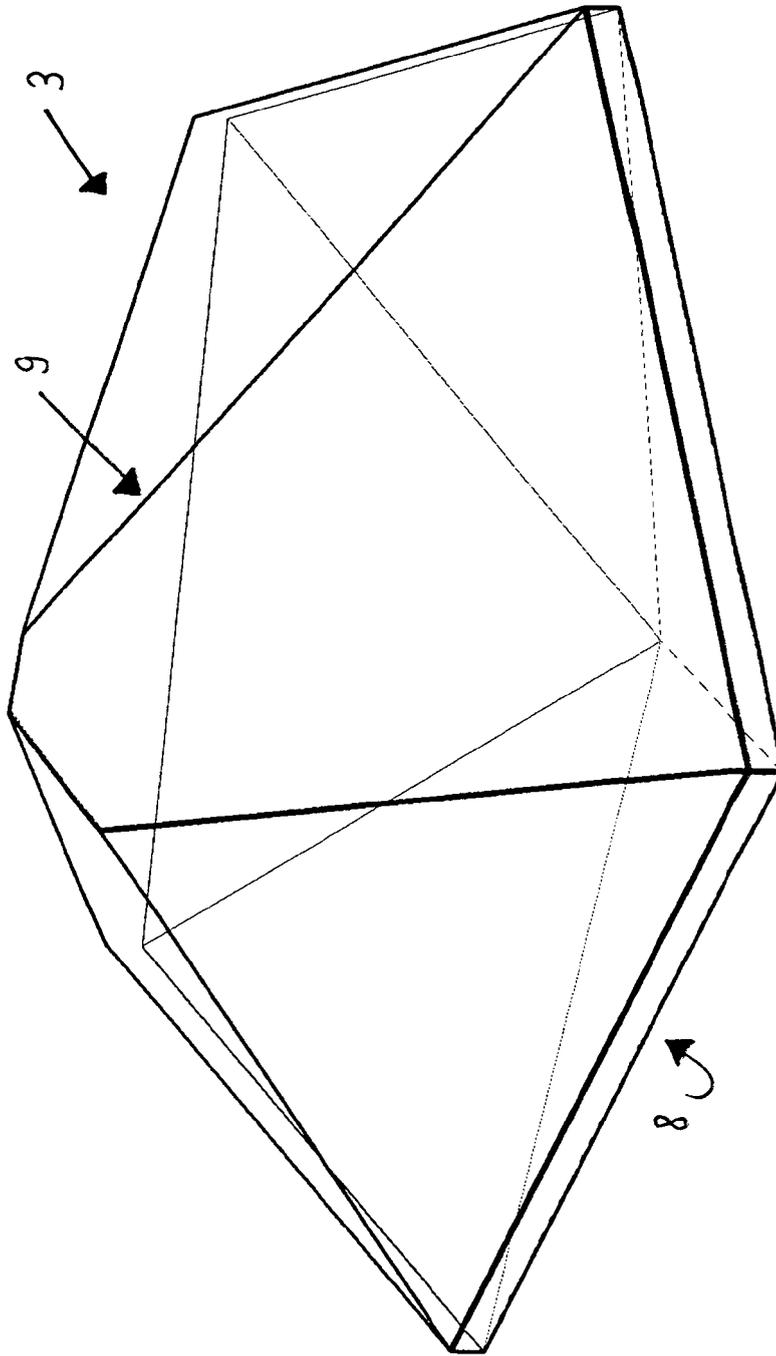


Fig. 5



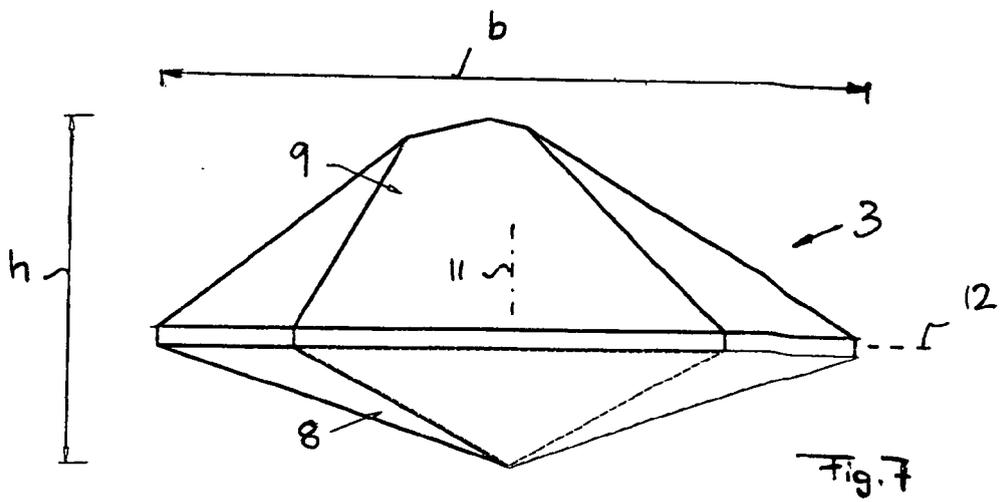
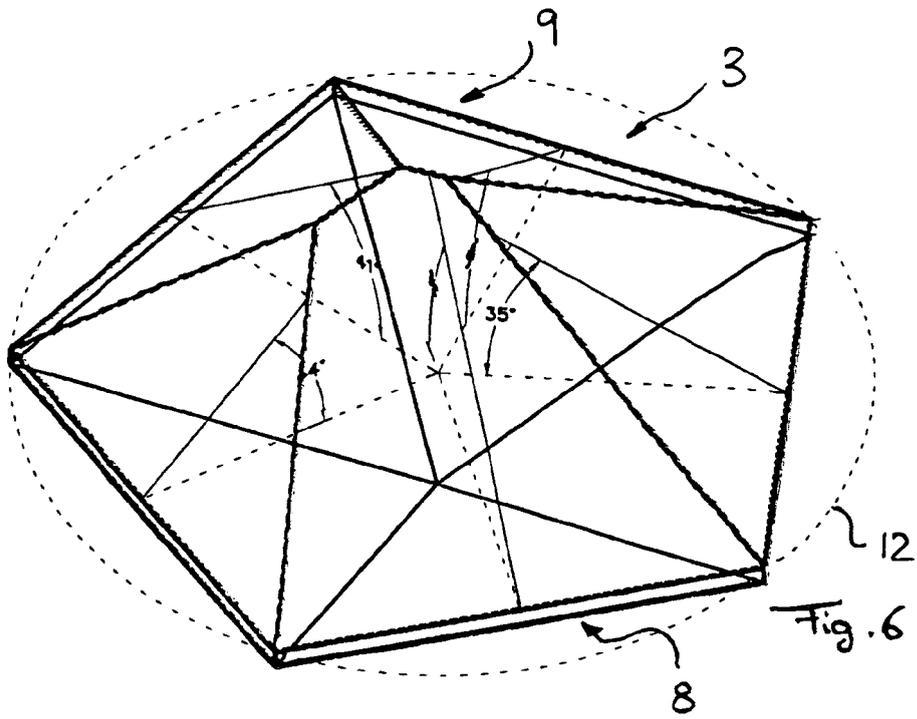
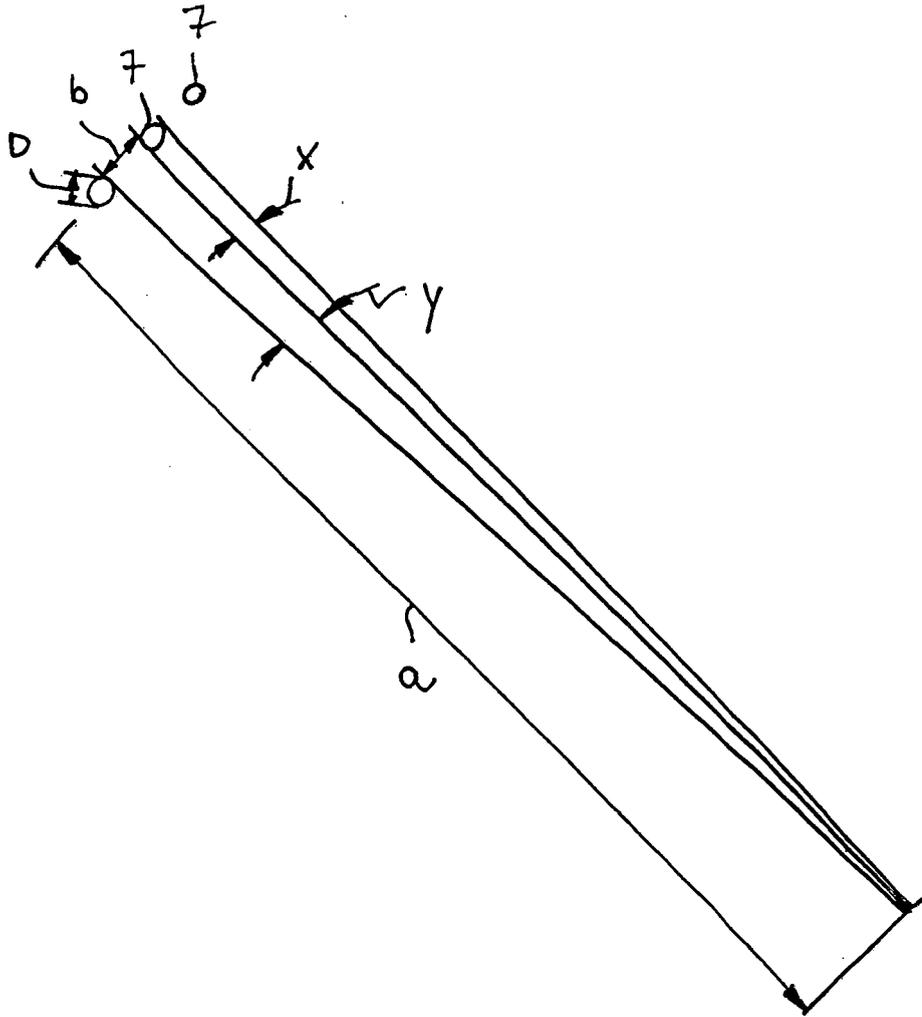


FIG. 8



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

- AT 11368 U1 [0006]
- DE 3027400 [0007]