

(19)



(11)

EP 3 087 308 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
21.03.2018 Bulletin 2018/12

(51) Int Cl.:
F21V 5/04 ^(2006.01) **F21Y 115/10** ^(2016.01)
F21V 7/22 ^(2018.01) **F21V 3/04** ^(2018.01)

(21) Numéro de dépôt: **14815768.8**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/EP2014/078964

(22) Date de dépôt: **22.12.2014**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2015/097136 (02.07.2015 Gazette 2015/26)

(54) DISPOSITIF D'ECLAIRAGE DE FORME SPHERIQUE

SPHÄRISCHE BELEUCHTUNGSVORRICHTUNG

SPHERICAL LIGHTING DEVICE

(84) Etats contractants désignés:
**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**

(30) Priorité: **26.12.2013 FR 1363593**

(43) Date de publication de la demande:
02.11.2016 Bulletin 2016/44

(73) Titulaire: **Commissariat à l'Énergie Atomique
et aux Énergies Alternatives
75015 Paris (FR)**

(72) Inventeur: **GOUJON, Charles-Elie
38400 St Martin D'Hères (FR)**

(74) Mandataire: **Brevalex
95, rue d'Amsterdam
75378 Paris Cedex 8 (FR)**

(56) Documents cités:
WO-A2-2013/009728 DE-A1-102010 014 520
JP-A- 2009 295 299 US-A1- 2012 293 062
US-A1- 2013 119 866 US-B2- 8 322 896
US-B2- 8 395 310 US-B2- 8 506 103

EP 3 087 308 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

DOMAINE TECHNIQUE

[0001] La présente invention concerne un dispositif d'éclairage comportant un objet de forme sphérique, appelé sphère ou globe, à l'intérieur duquel est disposée une source de lumière.

ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE

[0002] Afin d'obtenir un éclairage homogène d'un globe, une solution consiste à disposer plusieurs sources lumineuses à l'intérieur du globe.

[0003] Une difficulté réside alors dans le fait qu'il convient de s'assurer que chaque source lumineuse présente les mêmes caractéristiques en termes d'éclairage. Il convient notamment de contrôler avec précision la température de couleur de chaque source lumineuse.

[0004] Une autre difficulté est liée au positionnement précis requis des sources lumineuses les unes par rapport aux autres. Il convient que les cônes d'émission des différentes sources lumineuses soient juxtaposés avec une précision élevée de façon à ne pas créer de zone d'ombre ou de zone plus lumineuse du globe. Le document US2013/0119866 présente un dispositif d'éclairage avec une source lumineuse, une enceinte en forme de globe et un diffuseur à l'intérieur de l'enceinte. Par ailleurs, on a récemment assisté au développement de structures dites structures kinétiques lumineuses, comportant un grand nombre de sphères lumineuses, typiquement quelques dizaines à quelques centaines, mobiles les unes par rapport aux autres, et dont l'animation permet de constituer des motifs décoratifs animés. Cela requiert de disposer de sphères lumineuses compactes, dont le diamètre n'excède pas 10 voire 15 cm.

[0005] Afin de limiter les connexions filaires, chaque sphère comporte un boîtier électronique, permettant de commander (notamment de moduler) l'éclairage. Mais ce boîtier est encombrant, et, sans précaution particulière, sa présence génère des ombres indésirables. De ce fait, l'éclairement à la surface de la sphère n'est plus homogène.

[0006] Il se pose donc le problème de réaliser un dispositif d'éclairage compact comportant un globe éclairé par une source lumineuse disposée à l'intérieur du globe, le globe présentant un éclairage homogène.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

[0007] La présente invention vise notamment à résoudre ces problèmes.

[0008] La présente invention concerne un dispositif d'éclairage comprenant une source lumineuse à l'intérieur d'un globe.

[0009] Un objet de la présente invention est d'obtenir un éclairage homogène du globe afin de pouvoir apparaître le globe ou la sphère lumineuse à un point lumi-

neux élémentaire ou « pixel ».

[0010] Par éclairage homogène du globe, on entend notamment un éclairage homogène en termes d'intensité lumineuse et de couleur.

[0011] L'inventeur propose, pour obtenir un globe présentant un éclairage homogène, d'utiliser un diffuseur disposé à l'intérieur du globe au moins autour de la source lumineuse et d'utiliser un globe en un matériau permettant de diffuser la lumière sur la surface et l'épaisseur de celui-ci.

[0012] La présente invention concerne un dispositif d'éclairage comprenant au moins :

- une source lumineuse, apte à émettre de la lumière selon un cône de lumière ;
- un circuit de commande, pour commander la source lumineuse,
- une paroi dont la forme définit une enceinte, enveloppant la source lumineuse et le circuit de commande, ladite paroi comprenant une première zone de paroi, correspondant à l'intersection de la paroi avec le cône de lumière, et une deuxième zone de paroi, complémentaire de ladite première zone de paroi;
- le circuit de commande étant disposé dans une 1^{ère} partie de l'enceinte, le cône de lumière étant émis par la source lumineuse vers une 2^{ème} partie de l'enceinte,
- un diffuseur, comportant un matériau diffusant la lumière, disposé à l'intérieur de l'enceinte, entre la source lumineuse et ladite première zone, le diffuseur étant apte à diriger une partie de la lumière, par rétrodiffusion, vers ladite deuxième zone de la surface de l'enceinte.

[0013] La 1^{ère} partie est par exemple une partie dite supérieure de l'enceinte.

[0014] La 2^{ème} partie est différente de la 1^{ère} partie. La 2^{ème} partie est par exemple une partie dite inférieure de l'enceinte.

[0015] Le diffuseur peut comporter matériau présentant un coefficient de diffusion compris entre 10 et 100 cm⁻¹, et de préférence compris entre 40 et 90 cm⁻¹.

[0016] L'enceinte peut comporter un matériau transparent ou translucide. En particulier, le matériau composant l'enceinte peut être diffusant, son coefficient de diffusion étant compris entre 0.1 et 100 cm⁻¹, de préférence entre 0.1 et 10 cm⁻¹.

[0017] Selon un mode particulier de réalisation, l'enceinte peut avoir la forme d'un globe, ou d'une portion de globe.

[0018] Un avantage d'un dispositif d'éclairage du type de celui décrit ci-dessus réside dans le fait qu'il permet d'obtenir un éclairage homogène de l'enceinte avec une seule source lumineuse, malgré la présence du circuit de commande qui, disposé dans la première partie de l'enceinte, produit une zone d'ombre. Cet éclairage homogène est obtenu grâce à la rétrodiffusion, par le diffuseur, d'une partie de la lumière émise par la source lu-

mineuse.

[0019] Selon un mode de réalisation de la présente invention, le diffuseur comprend :

- une première partie orientée perpendiculairement à l'axe de révolution du cône de lumière ; cette première partie peut former une 1^{ère} lentille divergente ;
- une deuxième partie, optionnelle, présentant la forme d'un cône tronqué évasé dont l'axe de révolution est parallèle à l'axe de révolution du cône de lumière, dont l'extrémité de plus grand diamètre est la plus proche de la source lumineuse et dont l'extrémité de plus petit diamètre est adjacente à la première partie et entoure la première partie. Cette deuxième partie peut former une 2^{ème} lentille divergente.

[0020] Ainsi, il est proposé un dispositif d'éclairage comprenant :

- une source lumineuse, apte à émettre de la lumière selon un cône de lumière ;
- un circuit électronique, pour commander la source lumineuse ;
- une paroi dont la forme définit une enceinte, enveloppant ladite source lumineuse et le circuit électronique, ladite paroi comportant au moins une première zone, correspondant à l'intersection avec le cône de lumière, et une deuxième zone, complémentaire de la première zone ;
- un diffuseur, comportant un matériau diffusant la lumière, disposé à l'intérieur de l'enceinte, entre la source lumineuse et ladite première zone, le diffuseur étant apte à diriger une partie de la lumière, par réflexion, vers ladite deuxième zone ;

dans lequel le circuit électronique est disposé dans une première partie, dite supérieure, de l'enceinte, le cône de lumière étant émis depuis la source lumineuse vers une deuxième partie, dite inférieure, de l'enceinte ; et dans lequel le diffuseur comprend une première partie orientée perpendiculairement à l'axe de révolution du cône de lumière et formant une première lentille divergente, et une deuxième partie formant une deuxième lentille divergente, la deuxième partie présentant la forme d'un cône tronqué évasé dont l'axe de révolution est parallèle à l'axe de révolution du cône de lumière, et dont l'extrémité de plus grand diamètre est la plus proche de la source lumineuse et dont l'extrémité de plus petit diamètre est adjacente à la première partie et entoure la première partie.

[0021] Le rayon de courbure de la deuxième lentille divergente peut être inférieur au rayon de courbure de la première lentille divergente.

[0022] Selon un mode de réalisation de la présente invention, le diffuseur comprend en outre une troisième partie formant une troisième lentille convergente, la troisième partie présentant la forme d'un cône tronqué évasé dont l'axe de révolution est parallèle à l'axe de révo-

lution du cône de lumière et dont l'extrémité de plus grand diamètre est adjacente à la deuxième partie.

[0023] Selon un mode de réalisation de la présente invention, le diffuseur est disposé de sorte que le cône de lumière de la source lumineuse soit dirigé vers les première et deuxième parties du diffuseur.

[0024] Le circuit de commande est par exemple destiné à piloter à distance l'intensité lumineuse ainsi que la température de couleur. Avantageusement, le circuit de commande intégré à l'intérieur du globe comporte au moins une batterie. Un objet de la présente invention est d'intégrer une grande partie des éléments électroniques requis pour le fonctionnement du dispositif à l'intérieur du globe lui-même, sans que ces éléments ne se perçoivent de l'extérieur. Le circuit de commande est disposé en dehors du cône de lumière.

[0025] Selon un mode de réalisation de la présente invention, le diffuseur comprend en outre une quatrième partie entourant le circuit de commande et assurant le maintien mécanique du circuit de commande dans le globe.

[0026] Selon un mode de réalisation de la présente invention, le circuit de commande comprend au moins une carte électronique servant de support pour la source lumineuse.

[0027] Selon un mode de réalisation de la présente invention, le circuit de commande comprend au moins une batterie et un circuit d'alimentation de l'au moins une batterie par couplage inductif.

[0028] Un avantage d'un dispositif d'éclairage du type de celui décrit ci-dessus réside dans la possibilité d'intégrer une grande partie des éléments électroniques requis pour le fonctionnement du dispositif à l'intérieur du globe lui-même, sans que ces éléments ne se perçoivent de l'extérieur.

[0029] Il en résulte un encombrement réduit du dispositif d'éclairage et un aspect visuel amélioré. Ceci permet en outre la mise en place dans le globe d'éléments électroniques encombrants, tels que des batteries permettant de réaliser un dispositif d'éclairage autonome en énergie.

[0030] En outre, en disposant à l'intérieur du globe une batterie et un circuit d'alimentation de la batterie par couplage inductif, on peut recharger la batterie du dispositif d'éclairage sans liaison filaire, en disposant le dispositif d'éclairage à proximité ou contre un support dédié. On obtient ainsi un dispositif d'éclairage sans fil.

[0031] Selon un mode de réalisation de la présente invention, la source lumineuse est disposée à une hauteur inférieure à un plan médian du globe.

[0032] Le globe peut être en polyéthylène basse densité. Selon une alternative, le globe peut être en verre.

[0033] Le globe peut présenter une épaisseur comprise entre 100 μm et 1 cm.

[0034] Le diffuseur peut être en polychlorure de vinyle.

[0035] La source lumineuse peut être une diode électroluminescente.

[0036] La présente invention concerne en outre un sys-

tème d'éclairage comprenant un ensemble de dispositifs d'éclairage du type de celui décrit ci-dessus.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0037]

La figure 1 est une vue en coupe et en perspective représentant de façon schématique un dispositif d'éclairage.

La figure 2 est une vue en coupe correspondant à la figure 1, illustrant de façon schématique le cône de lumière émis par la source lumineuse et les zones critiques du globe à éclairer.

La figure 3 est une vue en perspective représentant de façon schématique un diffuseur destiné à être utilisé dans le dispositif d'éclairage de la figure 1.

La figure 4 représente un diagramme d'émission d'une diode électroluminescente.

La figure 5 illustre le rôle des différentes parties du diffuseur de la figure 3.

La figure 6 illustre des résultats de modélisation de la distribution de l'énergie lumineuse dans le dispositif d'éclairage de la figure 1.

Les figures 7A et 7B sont des photographies illustrant les performances du dispositif d'éclairage de la figure 1, respectivement sans et avec le diffuseur de la figure 3.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS

[0038] La figure 1 est une vue en coupe et en perspective représentant de façon schématique un dispositif d'éclairage.

[0039] Le dispositif d'éclairage comprend une paroi 1 formant une enceinte enveloppant la source de lumière et le circuit électronique de commande.

[0040] La forme de l'enceinte peut être sphérique, et former un globe à l'intérieur duquel se trouve la source de lumière. L'invention ne se limite pas à une enceinte en forme de globe, la forme de cette dernière pouvant être cubique, ovoïde, en forme de goutte. Une forme sensiblement sphérique est préférée.

[0041] La source de lumière délimite une 1^{ère} partie, dite ici partie supérieure, de l'enceinte, comprenant le circuit électronique, et une 2^{ème} partie, dite ici partie inférieure, de l'enceinte, comprenant le cône d'émission. En particulier, le circuit électronique est disposé entre la source de lumière et la paroi de l'enceinte, à l'opposé du cône d'émission de lumière.

[0042] Une source lumineuse 3, destinée à émettre de la lumière selon un cône de lumière, est disposée à l'intérieur de l'enceinte, en forme de globe 1 dans l'exemple illustré. La source lumineuse 3 est par exemple une diode électroluminescente (LED, « light-emitting diode »), par exemple une LED de puissance de type RVBB (rouge, vert, bleu, blanc) ou RGBW en anglais (« red, green,

blue, white »).

[0043] Un circuit de commande 5 de la source lumineuse 3 est également disposé à l'intérieur du globe 1.

[0044] Le circuit de commande 5 comporte par exemple des cartes électroniques. Dans l'exemple illustré en figure 1, une carte électronique, désignée par la référence 6, sert de support pour la source lumineuse 3. La carte électronique 6 comprend en outre des composants destinés à mettre en oeuvre les fonctions principales du circuit de commande. La carte électronique 6 comporte par exemple un module radiofréquence et/ou un driver de LED et/ou un accéléromètre et/ou un microcontrôleur. Une autre carte électronique, désignée par la référence 7, intègre par exemple une antenne en céramique.

[0045] Le circuit de commande 5 permet de commander à distance l'intensité lumineuse et la couleur de la lumière émise par la source lumineuse 3. Le circuit de commande 5 peut notamment comporter un microprocesseur, mémorisant une séquence d'éclairage de la source lumineuse. Le terme séquence d'éclairage désigne une période temporelle, au cours de laquelle l'intensité de la source est modulée automatiquement.

[0046] Avantageusement, le circuit de commande 5 comprend en outre au moins une batterie 8, destinée à assurer le fonctionnement des cartes électroniques et à stocker de l'énergie afin d'obtenir un dispositif d'éclairage sans fil et autonome en énergie. Comme cela est représenté en figure 1, les batteries 8 présentent un encombrement élevé par rapport aux autres éléments du circuit de commande 5 dans le globe 1.

[0047] A titre d'exemple d'ordre de grandeur de dimensions, le globe 1 peut présenter un diamètre de l'ordre 80 mm. Le circuit de commande 5 peut être de forme cylindrique, et présenter par exemple un diamètre de l'ordre de 36 mm et une hauteur de l'ordre de 40 mm. Ceci représente un volume de l'ordre de 41 cm³ pour le circuit de commande 5 et un volume de l'ordre de 260 cm³ pour le volume délimité par l'enceinte 1. Ainsi, d'une façon générale, le circuit électronique peut occuper au moins un dixième du volume interne de l'enceinte. L'enceinte est alors divisée entre une partie supérieure, comprenant le circuit électronique, et une partie inférieure, comportant le cône d'émission émis par la source lumineuse 3.

[0048] La source lumineuse 3 est par exemple centrée par rapport au globe 1.

[0049] Dans l'exemple illustré en figure 1, la carte électronique 6 servant de support pour la source lumineuse 3 est par exemple disposée perpendiculairement à l'axe z. L'axe z correspond par exemple à un axe vertical.

[0050] Dans cette description, les termes « supérieur / inférieur », « haut / bas », et « au-dessus / en-dessous » seront compris par rapport à l'orientation et au sens de l'axe z et par rapport à un plan de symétrie du globe perpendiculaire à l'axe z (ou plan médian).

[0051] Eventuellement, la source lumineuse 3 peut être positionnée à une hauteur inférieure au plan de symétrie du globe perpendiculaire à l'axe z.

[0052] Dans l'exemple illustré en figure 1, la carte élec-

tronique 6 est positionnée dans le globe 1 de sorte que la source lumineuse 3 émette de la lumière vers le bas. La lumière émise par la source lumineuse 3 est dirigée vers la partie inférieure du globe 1. Le circuit de commande 5 est disposé au-dessus de la source lumineuse 3, en dehors du cône de lumière émis par la source lumineuse.

[0053] Pour obtenir un globe présentant un éclairage homogène lorsque la source lumineuse émet de la lumière, l'inventeur propose de disposer un diffuseur à l'intérieur du globe, notamment dans le cône d'émission de la source lumineuse. La fonction de ce diffuseur, en un matériau diffusant, est de rétrodiffuser une partie de la lumière émise par la source, dans le cône d'émission, vers les parties de l'enceinte non directement éclairées par la source.

[0054] Le terme rétrodiffuser désigne le fait qu'au moins 20 % de la lumière émise par la source dans le cône de lumière est réfléchi.

[0055] Par ailleurs, le terme cône de lumière désigne le volume dans lequel, à une distance donnée de la source, l'intensité lumineuse émise par la source est supérieure à 20 % de l'intensité maximale.

[0056] Par éclairage homogène du globe, on entend notamment un éclairage homogène en termes d'intensité lumineuse.

[0057] Par « matériau diffusant » la lumière, on entend un matériau présentant un coefficient de diffusion réduit, par exemple compris entre 10 et 100 cm⁻¹, de préférence entre 40 et 90 cm⁻¹. Lorsque ce coefficient de diffusion est trop faible, en particulier plus faible que les bornes inférieures précisées ci-dessus, le diffuseur ne permet pas une rétrodiffusion suffisante. Lorsque le coefficient de diffusion est trop élevé, en particulier supérieur aux bornes supérieures indiquées ci-dessus, la rétrodiffusion est trop importante.

[0058] Comme matériau pour le globe 1, diffusant la lumière, on peut choisir un matériau diffusant la lumière, par exemple un polymère thermoplastique, par exemple du polyéthylène basse densité (LDPE, « Low-density polyethylene »), Un tel matériau permet en outre d'obtenir un globe qui soit suffisamment opaque tout en étant partiellement transparent à la lumière émise par la source lumineuse 3.

[0059] Selon une alternative, le globe 1 peut être translucide ou transparent, par exemple en verre.

[0060] Le globe 1 se présente sous la forme d'une paroi sphérique de faible épaisseur, par exemple d'épaisseur comprise entre environ 100 µm et environ 1 cm

[0061] Lorsque le globe est translucide, il comprend de préférence un matériau dont le coefficient de diffusion est inférieur à 10 cm⁻¹.

[0062] Un diffuseur 9 est disposé à l'intérieur du globe 1, au moins autour de la source lumineuse 3. Le diffuseur 9 est destiné à rétrodiffuser une partie de lumière émise par la source lumineuse 3.

[0063] Dans l'exemple illustré en figure 1, le diffuseur 9 entoure la source lumineuse 3 et le circuit de commande

de 5, comportant les cartes électroniques 6 et 7 et les batteries 8.

[0064] La figure 2 est une vue en coupe correspondant à la figure 1.

[0065] Une partie principale du cône de lumière 11 émis par la source lumineuse 3 est représentée de façon schématique par un triangle 11. Les zones du globe 1 entourées et désignées par la référence 13 correspondent à des zones critiques du globe 1 à éclairer pour obtenir un éclairage homogène du globe. En effet, du fait de la présence du circuit de commande 5 disposé dans la partie supérieure du globe, ces zones critiques peuvent présenter des zones d'ombre.

[0066] Le diffuseur 9 est destiné à dévier, par rétrodiffusion, une partie des rayons lumineux du cône de lumière émis par la source lumineuse 3 vers le haut, au-dessus de la source lumineuse 3, de façon à éclairer la partie supérieure du globe 1, notamment les zones critiques 13.

[0067] La figure 3 est une vue en perspective représentant de façon schématique un exemple de diffuseur 9 pouvant être utilisé dans un dispositif d'éclairage du type de celui décrit en relation avec la figure 1.

[0068] Le diffuseur 9 comprend au moins une partie, désignée par les références 9a, ainsi que des parties optionnelles 9b, 9c et 9d. La première partie 9a et l'éventuelle deuxième partie 9b intersectent le cône de lumière, entre la source et l'enveloppe 1.

[0069] Le diffuseur 9 est destiné à entourer au moins la source lumineuse 3 et éventuellement le circuit de commande 5.

[0070] Le diffuseur 9 est en un matériau au moins en partie transparent au rayonnement lumineux émis par la source lumineuse 3. Le diffuseur 9 est par exemple en un polymère thermoplastique, par exemple en polychlorure de vinyle (PVC, « Polyvinyl chloride »).

[0071] Une première partie du diffuseur 9, désignée par la référence 9a, est destinée à faire face à la source lumineuse 3. La partie 9a s'étend selon surface orientée sensiblement perpendiculairement à l'axe de révolution du cône de lumière émis par la source lumineuse 3 (ou direction principale de l'émission lumineuse). La partie 9a est, de préférence, de forme convexe vu de l'intérieur du diffuseur 9. La partie 9a forme alors une lentille divergente. Alternativement, la partie 9a est plane, par exemple la forme d'un disque plat, la forme convexe étant toutefois préférée.

[0072] Une deuxième partie du diffuseur 9, optionnelle, est désignée par la référence 9b, s'étend selon un cône tronqué dit « évasé », de préférence de forme convexe vu de l'intérieur du diffuseur 9, dont l'axe de révolution est sensiblement parallèle à la direction principale de l'émission lumineuse. Le cône tronqué est dit évasé car sa surface n'est pas plane. L'extrémité de plus grand diamètre du cône tronqué évasé est la plus proche de la source lumineuse 3 et l'extrémité de plus petit diamètre est adjacente à la première partie 9a et entoure la première partie 9a. La partie 9b forme une lentille divergente,

comme la partie 9a, mais de forme annulaire. Alternativement, la partie 9b peut être conique, le flanc du cône n'étant pas évasé.

[0073] Une troisième partie du diffuseur 9, optionnelle, désignée par la référence 9c, est également destinée à entourer latéralement la source lumineuse 3. La partie 9c présente la forme d'un cône tronqué, de préférence évasé, de forme concave vu de l'intérieur du diffuseur 9, dont l'axe de révolution est sensiblement parallèle à la direction principale de l'émission lumineuse. L'extrémité de plus grand diamètre du cône tronqué évasé est adjacente à la partie 9b. La troisième partie 9c n'intersecte pas le cône d'émission de la source. La partie 9c forme une lentille convergente de forme annulaire.

[0074] De préférence, le diffuseur 9 est positionné dans le globe 1 de sorte qu'une partie de la lumière émise par la source lumineuse 3 soit dirigée vers les première et deuxième parties 9a, 9b du diffuseur 9. Autrement dit, le cône de lumière croise lesdites parties 9a et 9b.

[0075] Dans l'exemple illustré en figure 1, le diffuseur 9 est positionné de sorte que l'extrémité de plus petit diamètre de la partie 9c entoure le support de la source lumineuse 3.

[0076] Une quatrième partie du diffuseur 9, optionnelle, désignée par la référence 9d, est destinée à entourer le circuit de commande 5. La quatrième partie 9d du diffuseur 9 peut permettre d'assurer le maintien mécanique du circuit de commande 5 dans le globe 1.

[0077] Dans l'exemple illustré en figures 1 et 3, la partie 9d a la forme d'un cylindre de révolution dont l'axe de révolution est orienté sensiblement parallèlement à la direction principale de l'émission lumineuse.

[0078] L'exemple de diffuseur illustré en figure 3 présente une forme et des dimensions qui ont été choisies pour un dispositif d'éclairage comportant une source lumineuse 3 présentant un diagramme d'émission du type de celui illustré en figure 4.

[0079] La figure 4 illustre un diagramme d'émission d'une LED, représentant l'intensité lumineuse relative en fonction de l'angle d'un rayon lumineux dans le cône de lumière émis par la LED (ou cône d'émission). La valeur de l'angle est calculée par rapport à l'axe de révolution du cône de lumière ou direction principale de l'émission lumineuse. Dans le cas du dispositif d'éclairage illustré en figure 1, l'axe de révolution du cône de lumière émis par la LED correspond à l'axe z. Ce diagramme représente la répartition angulaire de l'énergie lumineuse fournie par la LED.

[0080] Le diagramme d'émission de la figure 4 correspond à une LED RGBW de référence Xlamp mc-e color commercialisée par CREE.

[0081] L'intensité lumineuse est maximale pour un rayon orienté selon l'axe de révolution du cône d'émission et diminue lorsque l'angle d'inclinaison des rayons augmente par rapport à l'axe de révolution du cône d'émission.

[0082] Une portion centrale du cône d'émission, correspondant aux rayons d'angle compris entre 0 ° et 60 °

environ (en valeur absolue), correspond à une intensité lumineuse relative comprise entre environ 100 % et 60 %.

[0083] Une portion périphérique du cône d'émission, correspondant aux rayons d'angle compris entre 60 ° et 80 ° environ (en valeur absolue), correspond à une intensité lumineuse relative comprise entre environ 60 % et 20 %.

[0084] Quant aux rayons d'angle compris entre 80 ° et 85 ° environ (en valeur absolue), ils correspondent à une intensité lumineuse relative comprise entre environ 20 % et 5 % et ne sont pas considérés comme faisant partie du cône de lumière au sens de l'invention.

[0085] Un diffuseur du type de celui illustré en figure 3 permet d'utiliser une partie de l'énergie du cône d'émission pour éclairer la zone supérieure du globe.

[0086] La figure 5 illustre le rôle des différentes parties du diffuseur de la figure 3 pour une LED présentant un diagramme d'émission du type de celui illustré en figure 4.

[0087] La partie 9a du diffuseur 9 est destinée à intercepter une majeure partie des rayons de la portion centrale du cône d'émission (angles compris entre 0 ° et 60 ° environ). Le diffuseur 9 étant en un matériau au moins en partie transparent au rayonnement lumineux émis par la source lumineuse 3, une partie de l'énergie lumineuse est diffusée par la partie 9a vers une portion inférieure du globe.

[0088] La partie 9a du diffuseur 9 permet de réduire la puissance lumineuse reçue directement par le globe, dans une première zone de la surface du globe correspondant à l'intersection du cône de lumière et du globe, tout en rétrodiffusant une partie de la puissance lumineuse vers une deuxième zone de la surface du globe complémentaire de la première zone.

[0089] La partie 9b du diffuseur 9 est destinée à intercepter des rayons de la portion périphérique du cône d'émission (angles compris entre 60 ° et 80 ° environ). Une portion supérieure de la partie 9b intercepte en outre une partie des rayons de la bordure du cône d'émission (angles compris entre 80 ° et 85 ° environ). La forme de cône tronqué de la partie 9b permet d'intercepter une portion périphérique du cône d'émission tout en conservant une puissance lumineuse élevée dans la direction principale de l'émission lumineuse. La partie 9b, formant comme la partie 9a une lentille divergente, permet d'élargir le cône d'émission en interceptant une partie des rayons lumineux et en les déviant vers ladite deuxième zone de la surface du globe.

[0090] La partie 9b du diffuseur 9 reçoit en outre une énergie lumineuse additionnelle issue de la rétrodiffusion, sur les surfaces internes du diffuseur 9, de rayons lumineux déviés par la partie 9a. Ceci permet de rediriger les rayons réfléchis vers la partie supérieure du globe, au-dessus de la source lumineuse.

[0091] La partie 9b reçoit une énergie lumineuse plus faible que la partie 9a. Pour cette raison, le rayon de courbure de la partie 9b est de préférence inférieur à celui de la partie 9a.

[0092] Contrairement aux parties 9a et 9b du diffuseur 9, qui sont destinées à rétrodiffuser la lumière émise par la source lumineuse, la partie 9c du diffuseur 9, formant une lentille convergente, est destinée à capter et concentrer les rayons lumineux. La partie 9c permet de faire converger une partie des rayons lumineux vers la zone supérieure du globe afin d'éclairer cette zone du globe.

[0093] La portion inférieure de la partie 9c du diffuseur intercepte une partie négligeable du cône d'émission. Cette partie 9c collecte essentiellement le rayonnement rétrodiffusé par les parties 9a et 9b du diffuseur, pour uniformiser leur répartition dans la partie supérieure du globe.

[0094] Le diffuseur 9 permet de diriger une partie de la lumière du cône de lumière émis par la source lumineuse vers la deuxième zone de la surface du globe (complémentaire de la première zone d'intersection du cône de lumière et du globe). Le matériau du globe 1 lui-même permet d'homogénéiser l'éclairage du globe sur toute sa surface, dans les première et deuxième zones.

[0095] Avantageusement, le support de la source de lumière peut être recouvert au moins en partie d'un revêtement blanc, par exemple un vernis blanc. Ceci permet de maximiser la réflexion interne des rayons lumineux dans le diffuseur 9, et donc de maximiser l'énergie lumineuse émise par le dispositif d'éclairage.

[0096] A titre d'exemple d'ordre de grandeur de dimensions pour les différentes parties du diffuseur 9, pour une LED de puissance de type RGBW présentant un diagramme d'émission du type de celui illustré en figure 4, et pour un globe 1 de diamètre de l'ordre 80 mm :

- la partie 9a, correspondant à une lentille divergente, présente par exemple un rayon de courbure de l'ordre de 55 mm ;
- la partie 9b, correspondant à une lentille divergente, présente par exemple un rayon de courbure de l'ordre de 13 mm ; et
- la partie 9c, correspondant à une lentille convergente, présente par exemple un rayon de courbure de l'ordre de 4 mm.

[0097] L'homme du métier saura modifier la forme et les dimensions du diffuseur 9 en fonction de la source lumineuse choisie, par exemple un autre type de diode électroluminescente. Pour cela, l'homme du métier utilisera notamment le diagramme d'émission de la source lumineuse choisie.

[0098] Selon une variante du diffuseur illustré en figure 3, le diffuseur 9 peut comprendre les parties 9a et 9b, mais pas les parties 9c et 9d.

[0099] Selon une autre variante, les différentes parties du diffuseur 9 peuvent être munies de facettes afin de mieux redistribuer les rayons lumineux vers les différentes zones du globe.

[0100] L'inventeur a réalisé des modélisations qui permettent d'illustrer le rôle du diffuseur 9 dans un dispositif d'éclairage du type de celui décrit en relation avec la

figure 1.

[0101] La figure 6 représente une distribution de l'énergie lumineuse calculée, dans un plan de symétrie du globe parallèle à l'axe z (correspondant au plan de coupe de la figure 2).

[0102] Les calculs ont été réalisés pour un dispositif d'éclairage comprenant un globe 101, une carte électronique disposée à l'intérieur du globe, servant de support pour une LED, et un diffuseur 109 du type de celui illustré en figure 3, entourant la LED et la carte électronique. La direction principale de l'émission lumineuse de la LED correspond à l'axe z. La LED émet de la lumière vers le bas.

[0103] Ces résultats montrent qu'une énergie lumineuse élevée, située dans la portion centrale du cône d'émission de la LED, est dirigée vers une portion inférieure du globe. Cette énergie lumineuse est diffractée par la partie 9a du diffuseur 109.

[0104] Ces résultats montrent également que le diffuseur 109 permet d'élargir le cône d'émission et de diriger des rayons lumineux vers la partie supérieure du globe 101, au-dessus de la source lumineuse. Ces résultats montrent notamment que le diffuseur 109 permet d'éclairer les zones critiques 13 du globe mises en évidence sur la figure 2.

[0105] Le globe lui-même, grâce au choix d'un matériau diffusant la lumière, permet d'homogénéiser l'éclairage du globe (le matériau spécifiquement choisi pour le globe n'a pas été pris en compte dans la modélisation).

[0106] Les figures 7A et 7B sont des photographies illustrant les performances d'un dispositif d'éclairage du type de celui illustré en figure 1, respectivement sans diffuseur et avec un diffuseur du type de celui illustré en figure 3.

[0107] Sur la figure 7A (sans diffuseur), on voit clairement qu'une partie inférieure du globe est fortement éclairée, alors le reste du globe est peu éclairé. De plus, on remarque que les halos lumineux générés par le globe sont en forme de cône dirigé vers le bas.

[0108] Sur la figure 7B (avec diffuseur et dans les mêmes conditions), on voit que le globe est quasiment entièrement éclairé. En outre, l'éclairage du globe est homogène. De plus, on remarque que les halos lumineux générés par le globe sont de forme sensiblement sphérique et entourent le globe.

[0109] Un avantage d'un dispositif d'éclairage du type de celui décrit en relation avec la figure 1 réside dans le fait qu'il permet d'obtenir un éclairage homogène du globe.

[0110] Un autre avantage d'un tel dispositif d'éclairage est lié au fait que le diffuseur constitue une cage de résonance pour les rayons lumineux. Ceci permet de maximiser l'énergie lumineuse émise par le dispositif d'éclairage.

[0111] Un autre avantage d'un tel dispositif d'éclairage est lié au fait que le diffuseur permet de positionner et de maintenir en place les éléments constitutifs du circuit de commande dans le globe.

[0112] Un autre avantage d'un tel dispositif d'éclairage réside dans la possibilité d'intégrer une grande partie des éléments électroniques requis pour le fonctionnement du dispositif à l'intérieur du globe lui-même, sans que ces éléments ne se perçoivent de l'extérieur.

[0113] Il en résulte un encombrement réduit du dispositif d'éclairage et un aspect visuel amélioré. Ceci permet en outre la mise en place dans le globe d'éléments électroniques tels que des batteries permettant de réaliser un dispositif d'éclairage autonome en énergie.

[0114] En outre, en disposant à l'intérieur du globe une batterie et un circuit d'alimentation de la batterie par couplage inductif, on peut recharger la batterie du dispositif d'éclairage sans liaison filaire, en disposant le dispositif d'éclairage à proximité ou contre un support dédié. On obtient ainsi un dispositif d'éclairage sans fil.

[0115] Un autre avantage d'un dispositif d'éclairage du type de celui décrit en relation avec la figure 1 réside dans le fait que l'utilisation d'un diffuseur à l'intérieur du globe permet de n'utiliser qu'une seule source de lumière. Ceci permet de faciliter le contrôle de l'intensité lumineuse et de la couleur de l'éclairage du globe.

[0116] L'inventeur propose en outre de réaliser un système d'éclairage comprenant un ensemble de dispositifs d'éclairage (ou globes ou sphères lumineuses) tel que celui décrit en relation avec la figure 1.

[0117] Un tel système d'éclairage comprend par exemple au moins 1000 globes ou sphères lumineuses, par exemple disposées selon une matrice de 32 lignes et de 32 colonnes. Les sphères lumineuses peuvent être reliées par des fils à un plafonnier.

[0118] Un tel système d'éclairage permet de contrôler le mouvement (par exemple vertical), l'intensité lumineuse et/ou la couleur de chaque sphère lumineuse (ou « pixel ») indépendamment des autres sphères lumineuses.

Revendications

1. Dispositif d'éclairage comprenant :

- une source lumineuse (3), apte à émettre de la lumière selon un cône de lumière ;
- un circuit électronique (5), pour commander la source lumineuse (3) ;
- une paroi dont la forme définit une enceinte (1), enveloppant ladite source lumineuse (3) et le circuit électronique (5), ladite paroi comportant au moins une première zone, correspondant à l'intersection avec le cône de lumière, et une deuxième zone, complémentaire de la première zone ;
- un diffuseur (9), comportant un matériau diffusant la lumière, disposé à l'intérieur de l'enceinte (1), entre la source lumineuse (3) et ladite première zone, le diffuseur (9) étant apte à diriger une partie de la lumière, par rétrodiffusion, vers

ladite deuxième zone ;

dans lequel le circuit électronique (5) est disposé dans une première partie, dite supérieure, de l'enceinte (1), le cône de lumière étant émis depuis la source lumineuse (3) vers une deuxième partie, dite inférieure, de l'enceinte (1) ; **caractérisé en ce que** le diffuseur (9) comprend une première partie (9a) orientée perpendiculairement à l'axe de révolution du cône de lumière et formant une première lentille divergente, et une deuxième partie (9b) formant une deuxième lentille divergente, la deuxième partie (9b) présentant la forme d'un cône tronqué évasé dont l'axe de révolution est parallèle à l'axe de révolution du cône de lumière, et dont l'extrémité de plus grand diamètre est la plus proche de la source lumineuse (3) et dont l'extrémité de plus petit diamètre est adjacente à la première partie (9a) et entoure la première partie (9a).

2. Dispositif d'éclairage selon la revendication 1, dans lequel le diffuseur (9) est en un matériau transparent ou translucide vis-à-vis de la lumière émise par la source lumineuse (3).
3. Dispositif d'éclairage selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le diffuseur (9) est réalisé dans un matériau présentant un coefficient de diffusion réduit compris entre 10 cm^{-1} et 100 cm^{-1} , de préférence entre 40 cm^{-1} et 90 cm^{-1} .
4. Dispositif d'éclairage selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le rayon de courbure de la deuxième lentille divergente (9b) est inférieur au rayon de courbure de la première lentille divergente (9a).
5. Dispositif d'éclairage selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le diffuseur (9) comprend en outre une troisième partie (9c) formant une troisième lentille convergente, la troisième partie (9c) présentant la forme d'un cône tronqué évasé dont l'axe de révolution est parallèle à l'axe de révolution du cône de lumière et dont l'extrémité de plus grand diamètre est adjacente à la deuxième partie (9b).
6. Dispositif d'éclairage selon la revendication 5, dans lequel le diffuseur (9) comprend en outre une quatrième partie (9d) entourant le circuit de commande (5) et assurant le maintien mécanique du circuit de commande dans le globe (1).
7. Dispositif d'éclairage selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le diffuseur (9) est disposé de sorte que la lumière émise par la source lumineuse (3) soit dirigée vers les première (9a) et deuxième (9b) parties du diffuseur.

8. Dispositif d'éclairage selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le circuit de commande (5) est solidaire de la source lumineuse (3).
9. Dispositif d'éclairage selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le circuit de commande (5) comprend au moins une batterie (8) et un circuit d'alimentation de l'au moins une batterie par couplage inductif.
10. Dispositif d'éclairage selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la source lumineuse (3) est disposée à une hauteur inférieure à un plan médian du globe (1).
11. Dispositif d'éclairage selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la paroi constituant l'enceinte (1) est réalisée dans un matériau transparent ou translucide.
12. Dispositif d'éclairage selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la paroi constituant l'enceinte (1) est en polyéthylène basse densité ou en verre.
13. Dispositif d'éclairage selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la paroi constituant l'enceinte (1) présente une épaisseur comprise entre 100 μm et 1 cm.
14. Dispositif d'éclairage selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le diffuseur (9) est en polychlorure de vinyle.
15. Système d'éclairage comprenant un ensemble de dispositifs d'éclairage selon l'une des revendications précédentes.

Patentansprüche

1. Beleuchtungsvorrichtung, aufweisend:

eine Lichtquelle (3), die ausgebildet ist, Licht gemäß einem Lichtkegel abzustrahlen;
 einen elektronischen Schaltkreis (5) zur Steuerung der Lichtquelle (3);
 eine Wand, deren Form eine Umhüllung (1) definiert, welche die Lichtquelle (3) und den elektronischen Schaltkreis (5) umgibt, wobei die Wand mindestens eine erste Zone, die der Schnittlinie zum Lichtkegel entspricht, und eine zweite Zone aufweist, die zur ersten Zone komplementär ist;
 einen Diffusor (9), der ein lichtstreuendes Material aufweist und im Inneren der Umhüllung (1) angeordnet ist, und zwar zwischen der Lichtquelle (3) und der ersten Zone, wobei der Diffu-

sor (9) ausgebildet ist, einen Teil des Lichtes durch Rückstreuung hin zu der zweiten Zone zu lenken;

wobei der elektronische Schaltkreis (5) in einem ersten Teil angeordnet ist, der als oberer Teil der Umhüllung (1) bezeichnet wird, wobei der Lichtkegel von der Lichtquelle (3) hin zu einem zweiten Teil ausgesendet wird, der als unterer Teil der Umhüllung (1) bezeichnet wird;

dadurch gekennzeichnet, dass

der Diffusor (9) einen ersten Teil (9a), der senkrecht zur Rotationsachse des Lichtkegels ausgerichtet ist und eine erste Zerstreuungslinse bildet, und einen zweiten Teil (9b) aufweist, der eine zweite Zerstreuungslinse bildet, wobei der zweite Teil (9b) die Form eines sich erweiternden Kegelstumpfes aufweist, dessen Rotationsachse zur Rotationsachse des Lichtkegels parallel ist und bei dem das Ende von größerem Durchmesser näher an der Lichtquelle (3) ist und das Ende von kleinerem Durchmesser benachbart zum ersten Teil (9a) ist und den ersten Teil (9a) umgibt.

2. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Diffusor (9) aus einem Material besteht, das gegenüber dem von der Lichtquelle (3) abgestrahlten Licht durchsichtig oder durchscheinend ist.
3. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Diffusor (9) aus einem Material ausgebildet ist, das einen verminderten Streukoeffizienten aufweist, der zwischen 10 cm^{-1} und 100 cm^{-1} , und vorzugsweise zwischen 40 cm^{-1} und 90 cm^{-1} beträgt
4. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Krümmungsradius der zweiten Zerstreuungslinse (9b) geringer als der Krümmungsradius der ersten Zerstreuungslinse (9a) ist.
5. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Diffusor (9) weiter einen dritten Teil (9c) aufweist, der eine dritte Zerstreuungslinse bildet, wobei der dritte Teil (9c) die Form eines sich erweiternden Kegelstumpfes aufweist, dessen Rotationsachse zur Rotationsachse des Lichtkegels parallel ist und bei dem das Ende von größerem Durchmesser benachbart zum zweiten Teil (9b) ist.
6. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 5, wobei der Diffusor (9) weiter einen vierten Teil (9d) aufweist, der die Steuerschaltung (5) umgibt und das mechanische Haltern der Steuerschaltung in der Kugel (1) gewährleistet.

7. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Diffusor (9) so angeordnet ist, dass das von der Lichtquelle (3) abgestrahlte Licht zu dem ersten (9a) und dem zweiten (9b) Teil des Diffusors gelenkt wird. 5
8. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuerschaltung (5) einstückig mit der Lichtquelle (3) ist. 10
9. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuerschaltung (5) mindestens eine Batterie (8) und einen Stromkreis zur Versorgung der mindestens einen Batterie mittels induktiver Kopplung aufweist. 15
10. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Lichtquelle (3) auf einer Höhe unterhalb einer Mittelebene der Kugel (1) angeordnet ist. 20
11. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Wand, welche die Umhüllung (1) bildet, aus einem transparenten oder durchscheinenden Material ausgebildet ist. 25
12. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Wand, welche die Umhüllung (1) bildet, aus Polyethylen niedriger Dichte oder aus Glas besteht. 30
13. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Wand, welche die Umhüllung (1) bildet, eine Dicke zwischen 100 μm und 1 cm aufweist. 35
14. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Diffusor (9) aus Polyvinylchlorid besteht. 40
15. System zur Beleuchtung, aufweisend eine Gruppierung von Beleuchtungsvorrichtungen nach einem der vorhergehenden Ansprüche. 45

Claims

1. Lighting device comprising:

- a light source (3), capable of emitting light as a light cone; 50
- an electronic circuit (5) to control the light source (3),
- a wall with a shape that defines an enclosure (1) surrounding said light source (3) and the electronic circuit (5), said wall including at least a first area corresponding to the intersection with the light cone, and a second area complemen-

tary to said first area;

- a diffuser (9) comprising a material diffusing light arranged inside the enclosure (1) between the light source (3) and said first area, the diffuser (9) being able to direct part of the light by backscattering towards said second area;

in which the electronic circuit (5) is placed in a first part of the enclosure (1) called the upper part, the light cone being emitted from the light source (3) to a second part of the enclosure (1) called the lower part;

characterized in that the diffuser (9) comprises a first part (9a) oriented perpendicular to the axis of revolution of the light cone and forming a first divergent lens, and a second part (9b) forming a second divergent lens, the second part (9b) having the shape of a flared truncated cone with its axis of revolution parallel to the axis of revolution of the light cone, in which the larger diameter end is closest to the light source (3) and the smaller diameter end is adjacent to the first part (9a) and surrounds the first part (9a).

2. Lighting device according to claim 1, in which the diffuser (9) comprises a material that is transparent or translucent to light emitted by the light source (3).

3. Lighting device according to one of the previous claims, in which the diffuser (9) comprises a material with a reduced diffusion coefficient between 10 and 100 cm^{-1} , and preferably between 40 cm^{-1} and 90 cm^{-1} .

4. Lighting device according to one of the previous claims, in which the radius of curvature of the second divergent lens (9b) is less than the radius of curvature of the first divergent lens (9a).

5. Lighting device according to one of the previous claims, in which the diffuser (9) also comprises a third part (9c) forming a third convergent lens, the third part (9c) being in the form of a flared truncated cone of which the axis of revolution is parallel to the axis of revolution of the light cone and the larger diameter end is adjacent to the second part (9b).

6. Lighting device according to claim 5, in which the diffuser (9) also comprise a fourth part (9d) surrounding the control circuit (5) and providing mechanical support for the control circuit in the globe (1).

7. Lighting device according to one of the previous claims, in which the diffuser (9) is arranged such that light emitted by the light source (3) is directed toward the first part (9a) and the second part (9b) of the diffuser.

8. Lighting device according to one of the previous

claims, in which the control circuit (5) is fixed to the light source (3).

9. Lighting device according to one of the previous claims, in which the control circuit (5) comprises at least one battery (8) and an inductively coupled charging system for the at least one battery. 5
10. Lighting device according to one of the previous claims, in which the light source (3) is located at a height lower than the median plane of the globe (1). 10
11. Lighting device according to one of the previous claims, in which the wall forming the enclosure (1) comprises a transparent or translucent material. 15
12. Lighting device according to one of the previous claims, in which the wall forming the enclosure (1) comprises low density polyethylene or glass. 20
13. Lighting device according to one of the previous claims, in which the wall forming the enclosure (1) is between 100 μm and 1 cm thick.
14. Lighting device according to one of the previous claims, in which the diffuser (9) comprises polyvinyl chloride. 25
15. Lighting system comprising a set of lighting devices according to one of the previous claims. 30

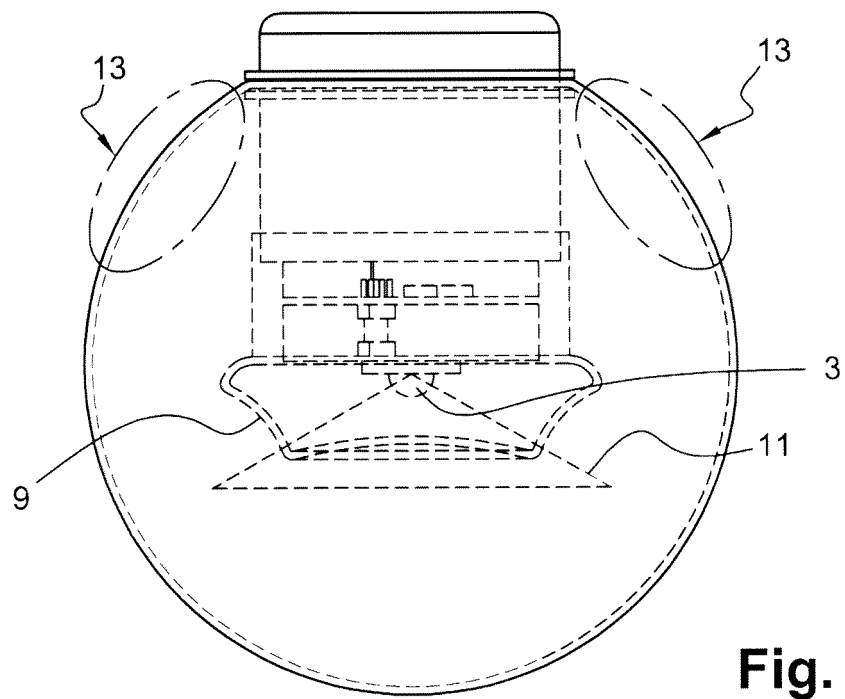
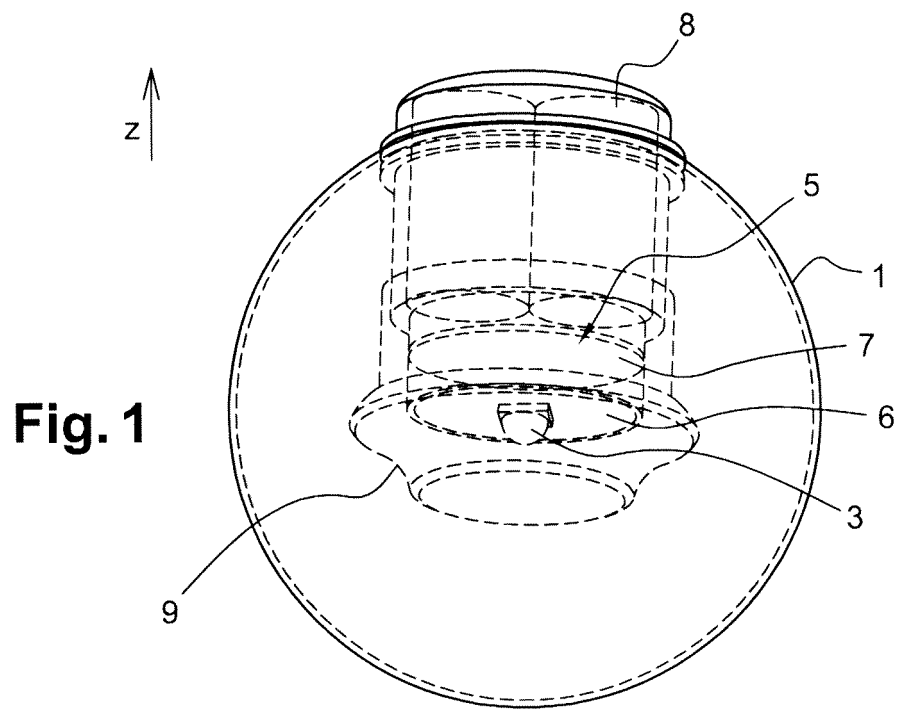
35

40

45

50

55



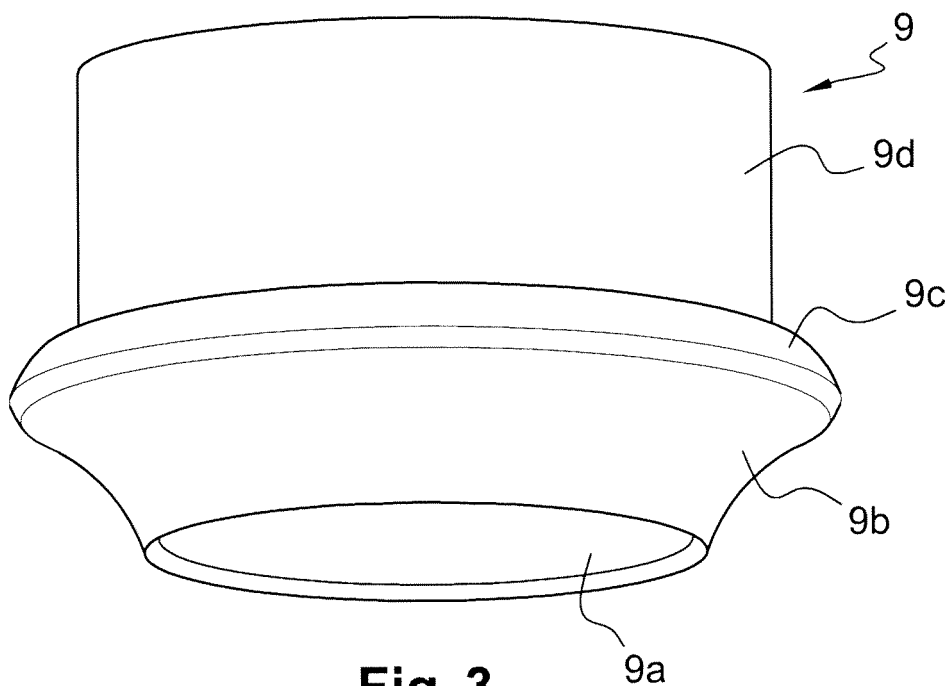


Fig. 3

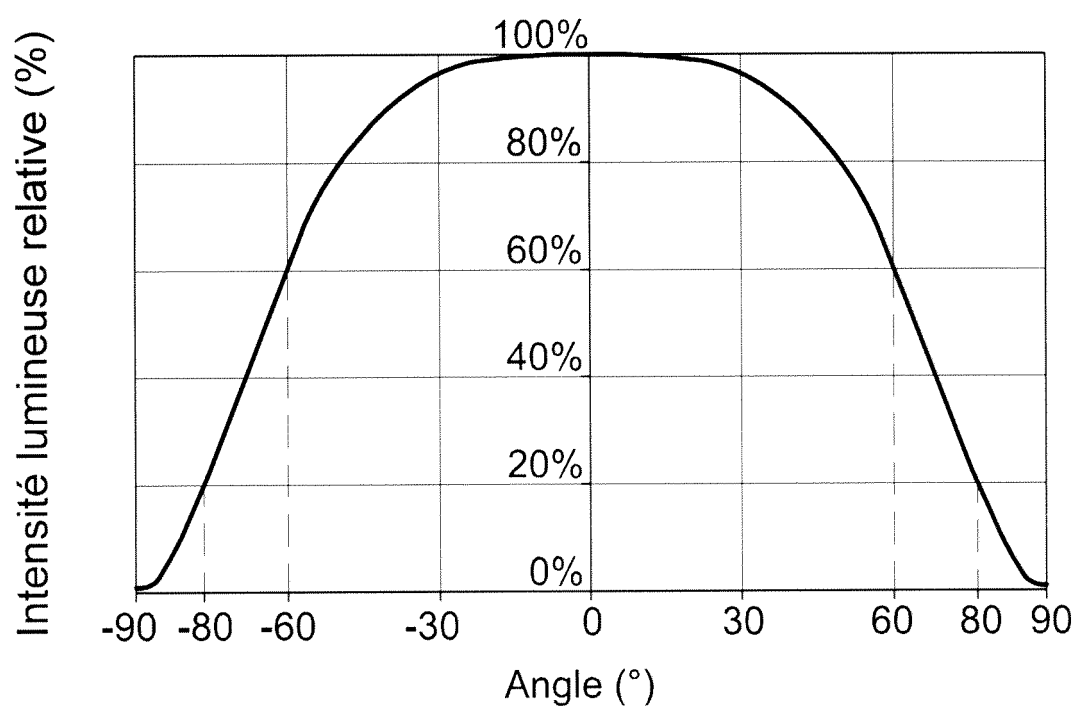


Fig. 4

Fig. 5

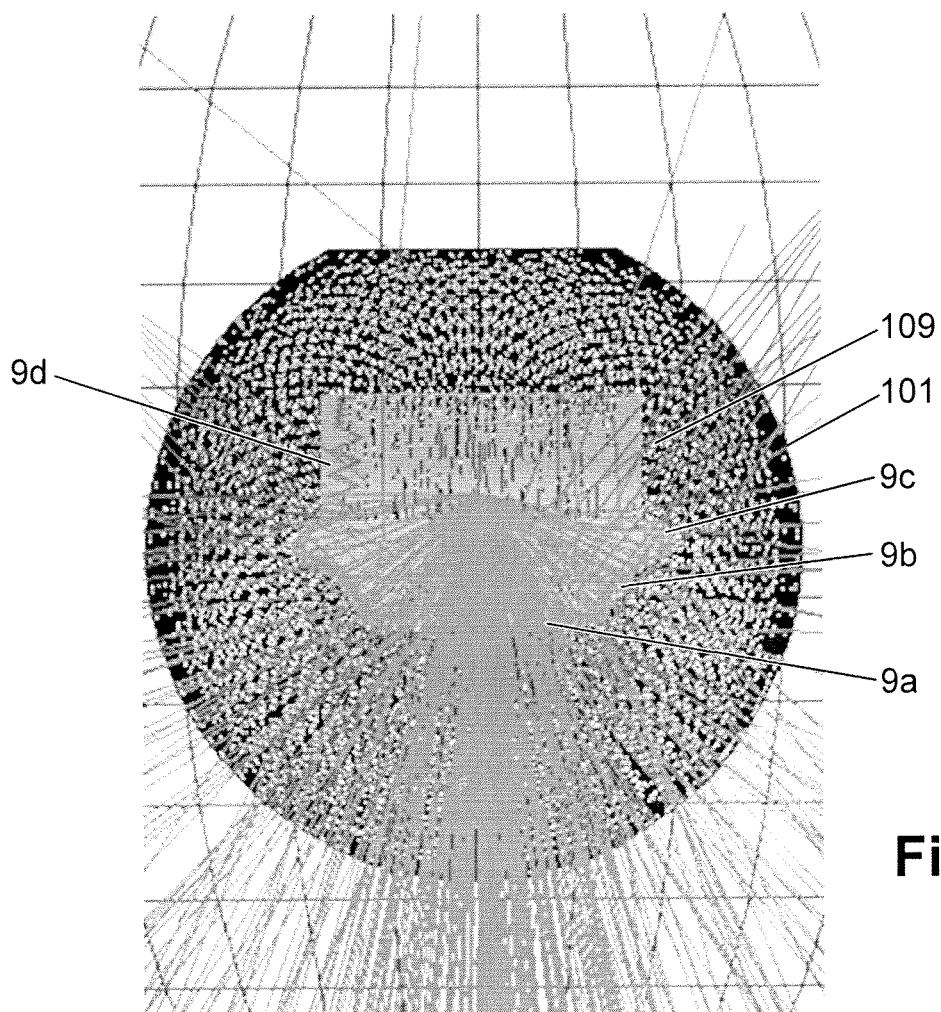
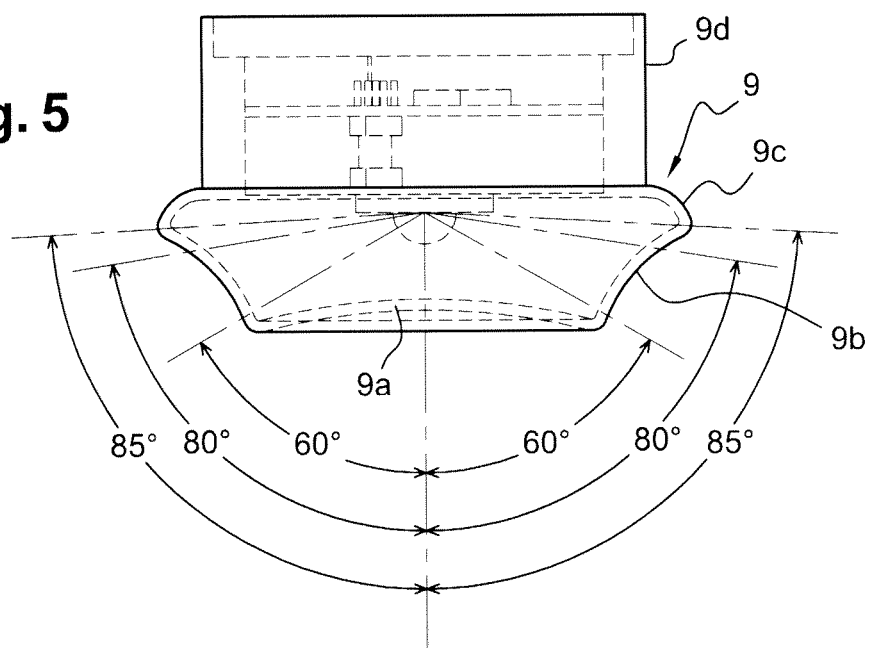


Fig. 6

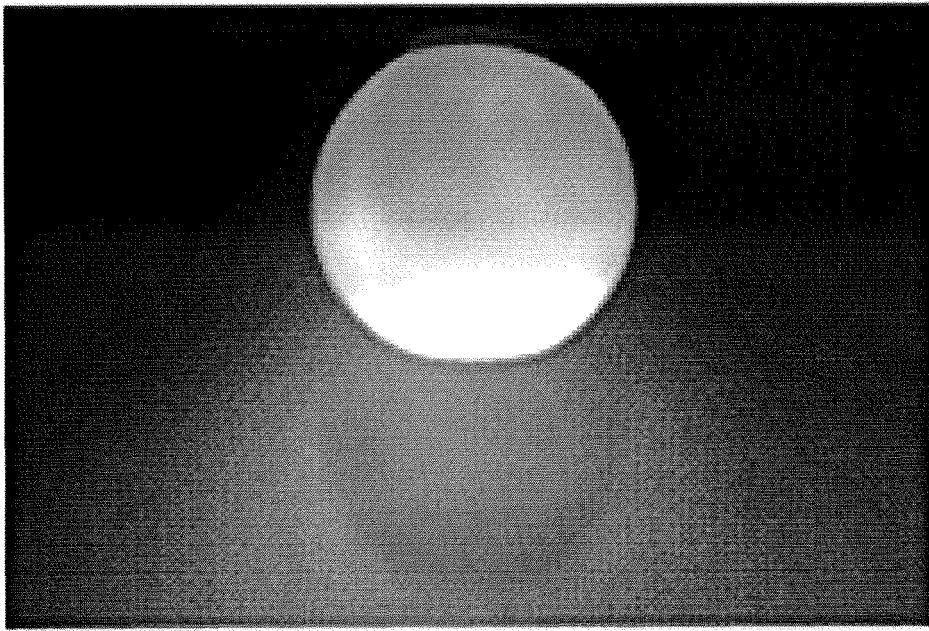


Fig. 7A

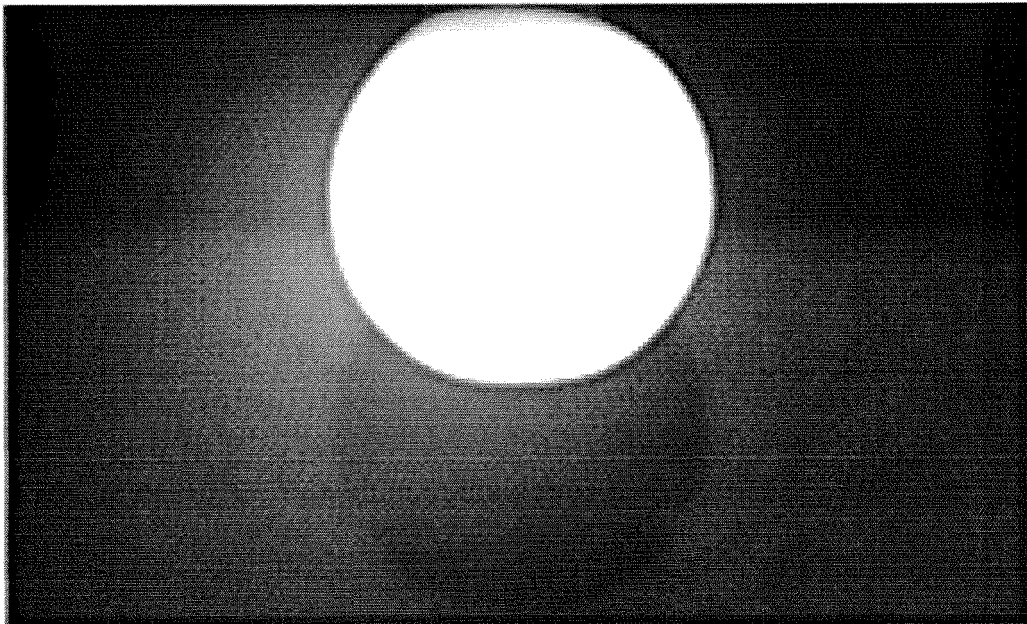


Fig. 7B

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 20130119866 A [0004]