



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
11.04.2007 Bulletin 2007/15

(51) Int Cl.:
F21S 8/00 ^(2006.01) **F21V 5/04** ^(2006.01)
F21W 131/202 ^(2006.01) **F21W 131/205** ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **06301007.8**

(22) Date de dépôt: **03.10.2006**

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Etats d'extension désignés:
AL BA HR MK YU

(72) Inventeurs:
• **Sabater, Jacques**
91190 Gif-Sur-Yvette (FR)
• **Kubler, Jean-Marc**
67000 Strasbourg (FR)

(30) Priorité: **05.10.2005 FR 0510189**

(74) Mandataire: **Nuss, Pierre et al**
Cabinet Nuss
10, rue Jacques Kablé
67080 Strasbourg Cédex (FR)

(71) Demandeur: **Optic K (Société à Responsabilité Limitée)**
75004 Paris (FR)

(54) **Dispositif d'éclairage à diode**

(57) La présente invention a pour objet un dispositif d'éclairage à diode, comprenant une diode électroluminescente ou DEL associé à un système optique apte à récupérer une part importante du flux lumineux émis par ladite DEL et à produire à distance une tache lumineuse sensiblement uniforme en termes d'éclairement.

Dispositif (1) caractérisé en ce que le système optique (3) comprend au moins deux lentilles, à savoir au moins, d'une part, une première lentille de type asphérique (5) et, d'autre part, une seconde lentille (6) disposée

entre la DEL (2) et ladite première lentille asphérique (5), ladite seconde lentille (6) présentant une face d'entrée (6') de forme courbe concave tournée vers la DEL (2) avec un rayon de courbure R1 et une face de sortie (6'') de forme courbe convexe avec un rayon de courbure R2, avec R2 > R1, la face d'entrée (6') étant située à proximité de la surface d'émission (2') de la DEL (2) et l'épaisseur maximale e du matériau transparent d'indice n formant cette seconde lentille (6), vue selon l'axe optique (X) ou le plan de symétrie de cette lentille (6), vérifiant sensiblement la relation $e = R2 \times (1 + 1/n) - R1$.

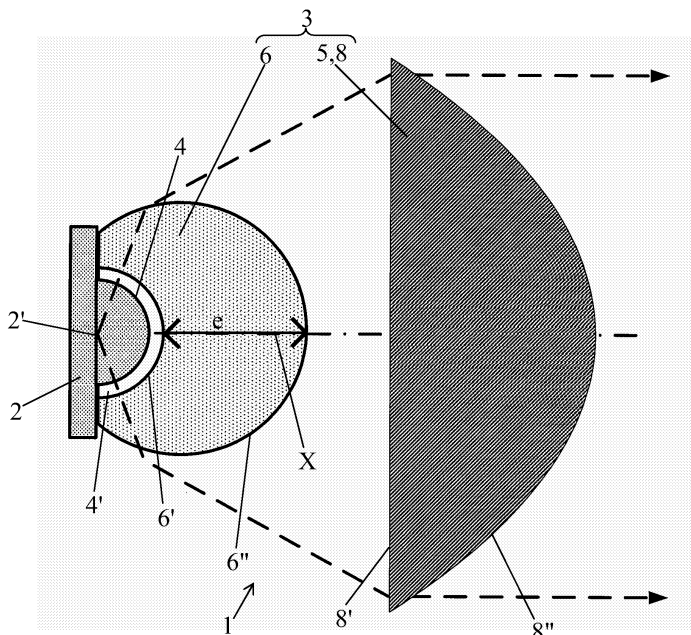


Fig. 1A

Description

[0001] La présente invention concerne de manière générale le domaine de l'éclairage, en particulier les éclairages devant répondre à des spécificités particulières, notamment aptes à produire un éclairage uniforme, et a pour objet un dispositif d'éclairage à diode, ainsi que des appareils d'éclairage comprenant au moins deux tels dispositifs.

[0002] Dans certains domaines ou certaines applications, il est nécessaire de disposer d'un éclairage répondant à certaines spécifications techniques, voire réglementaires, par exemple en termes d'intensité ou d'uniformité de l'éclairage au niveau de la zone à éclairer.

[0003] Tel est notamment le cas, à titre d'exemple illustratif, dans le domaine dentaire. En effet, les appareils d'éclairage opératoire mis en oeuvre dans ce domaine doivent remplir les critères et répondre aux exigences de la norme française, européenne et internationale NF EN ISO 9680.

[0004] Les appareils du type précité, également appelés lampes opératoires dentaires ou encore scialytiques (nom déposé), qui sont commercialisés actuellement comportent généralement comme source(s) lumineuse(s) des ampoules halogènes ou à incandescence, associées à une surface réfléchissante (réflecteur) et à une vitre de protection frontale, l'ensemble étant suspendu au bout d'un bras support articulé, avec blocage en position précis à l'arrêt.

[0005] Néanmoins, ces appareils existants sont relativement lourds, peu compacts (nécessité d'un bloc d'alimentation dans le socle ou l'embase du bras support) et ne fournissent pas un éclairage avec un bon degré d'uniformité dans la zone cible à éclairer.

[0006] De plus, du fait de la nature même des sources lumineuses utilisées, ces appareils d'éclairage connus émettent beaucoup de chaleur (gêne pour le patient et le praticien) et nécessitent des interventions fréquentes pour changer les ampoules (durée de vie limitée de 50 heures à 2 000 heures maximum).

[0007] On connaît d'autre part des dispositifs d'éclairage à diodes électroluminescentes (généralement désignées par DEL ou LED). De telles diodes présentent une grande durée de vie, présentent une faible consommation et ne produisent pas une chaleur excessive.

[0008] Il existe en particulier, depuis peu, des DEL blanches de plus en plus performantes et puissantes, en termes de luminosité, qui peuvent se substituer aux lampes à incandescence ou halogènes.

[0009] Il est toutefois nécessaire d'associer à ces DEL des dispositifs ou systèmes permettant de récupérer le flux lumineux émis par elles et de l'amener au niveau de la surface à éclairer.

[0010] Ces dispositifs sont d'autant plus intéressants que les trois critères suivants sont au mieux vérifiés :

- le flux récupéré est le plus grand possible (meilleur rendement)

- l'éclairage est uniforme
- la zone éclairée est adaptée à l'objet que l'on veut éclairer.

[0011] Les dispositifs existants permettant une collecte maximale de lumière du flux de la DEL sont des composants optiques que l'on dispose contre la DEL et dénommés collimateurs.

[0012] Toutefois, ils sont très mauvais en terme d'uniformité et ne permettent pas un éclairage correct sur une zone déterminée.

[0013] En effet, ils donnent un éclairage fort dans l'axe à $\pm 5^\circ$ et une décroissance régulière de lumière sans disparition jusqu'à $\pm 30^\circ$.

[0014] La présente invention s'intéresse plus particulièrement aux DEL ayant une indicatrice d'émission Lambertienne. Pour une émission parfaitement Lambertienne, l'indicatrice de rayonnement s'exprime par la variation $I(\theta)$ suivante :

[0015] $I = I_0 \cos(\theta)$, où I_0 est l'intensité lumineuse en candelas ou en watts par stéradian dans la direction de l'axe d'émission du faisceau optique de la DEL et I est l'intensité lumineuse dans une direction faisant un angle θ avec l'axe.

[0016] Certaines DEL disponibles dans le commerce, comme par exemple celle connues sous la désignation Luxeon III, ont, par construction, une indicatrice dont les variations sont très semblables à la formule ci-dessus.

[0017] Ce rayonnement couvre tout le demi-espace en avant de la LED soit un angle solide total $\Omega = 2\pi$ stéradians (environ 6,28 stéradians).

[0018] Pour projeter ce rayonnement sur l'objet que l'on veut éclairer sur un écran éloigné (de 20 cm à plusieurs mètres), il est nécessaire de prévoir un dispositif optique composé d'une ou plusieurs lentilles et/ou un miroir ou plusieurs miroirs ou dispositifs réfléchissants.

[0019] Les dispositifs à lentilles ont l'avantage de former une image très nette de la surface émissive de la DEL ce qui est très intéressant pour obtenir un éclairage uniforme, délimité et localisé sur la zone utile.

[0020] Toutefois, la mise en oeuvre d'une pluralité de lentilles peut s'avérer délicate et aboutir à une construction complexe et coûteuse.

[0021] Les dispositifs utilisant des réflexions ou une combinaison de réfractions et de réflexions comme le collimateur de la société Luxeon ("Luxeon collimator") ne produisent pas d'éclairage uniforme.

[0022] Une solution simple connue est d'utiliser une DEL et une seule lentille. Pour obtenir une image nette de la zone d'émission sur un écran et récupérer le maximum de flux, il est souhaitable que la lentille ait au moins une face asphérique.

[0023] De manière préférentielle, une telle lentille a une première face plane en regard avec la DEL et une deuxième face asphérique avec une méridienne conique, par exemple, de rayon de courbure $R = 9$ mm et de paramètre de conicité $k = -0,6$.

[0024] L'équation de la méridienne s'écrit de manière

connue :

$$Z = \frac{X^2}{R + \sqrt{R^2 - (1+k)X^2}}$$

[0025] Pour une DEL du type Luxeon III blanche de 60 lumens, le flux total collecté sur un écran à 700 mm de la lentille asphérique telle que définie précédemment est de 20 lumens, d'où un rendement énergétique (rapport F_L/F_O entre le flux total F_L collecté et réfracté par la lentille et le flux total F_O émis par la DEL) de 33 %.

[0026] Ce rendement faible est dû au fait qu'une partie seulement des rayons issus de la DEL est collectée par la lentille. En terme d'angle solide, pour les meilleures lentilles existant sur le marché, l'angle solide collecté n'est que le quart de l'angle solide de la DEL.

[0027] Ainsi, le problème principal posé à l'invention consiste à fournir une solution simple permettant d'améliorer notablement le rendement de la solution connue précitée (DEL + lentille asphérique), et de fournir un dispositif d'éclairage à diode répondant mieux aux trois critères évoqués précédemment.

[0028] A cet effet, la présente invention a pour objet un dispositif d'éclairage à diode, comprenant une diode électroluminescente ou DEL associé à un système optique apte à récupérer une part importante du flux lumineux émis par ladite DEL et à produire à distance une tache lumineuse sensiblement uniforme en termes d'éclairement, dispositif caractérisé en ce que le système optique comprend, d'une part, des moyens optiques de projection de lumière et, d'autre part, une lentille disposée entre la DEL et lesdits moyens optiques de projection de lumière, ladite lentille présentant une face d'entrée de forme sphérique concave tournée vers la DEL avec un rayon de courbure R_1 et une face de sortie de forme sphérique convexe avec un rayon de courbure R_2 , avec $R_2 > R_1$, la face d'entrée ayant un centre de courbure situé à proximité de la zone ou région d'émission de la DEL et l'épaisseur maximale e du matériau transparent d'indice n formant ladite lentille, vue selon l'axe de symétrie de cette lentille, vérifiant sensiblement la relation $e = R_2 \times (1 + 1/n) - R_1$.

[0029] En accord avec des variantes de réalisation préférées de l'invention et/ou des caractéristiques avantageuses supplémentaires de cette dernière, il peut en outre être prévu, de manière séparée ou cumulative, que :

- les moyens optiques de projection de lumière comprennent au moins une lentille asphérique ;
- la surface de la face d'entrée de la lentille a un rayon de courbure R_1 égal ou légèrement supérieur à celui de la surface extérieure, de forme sensiblement sphérique, de la face de sortie de la DEL ;
- la lentille est rapportée par sa face d'entrée sur la

surface extérieure de la face de sortie de la DEL par l'intermédiaire d'une couche de colle transparente ;

- la surface de la face de sortie de la lentille correspond à une portion de surface sphérique supérieure en taille à une surface hémisphérique ;
- la lentille asphérique présente au moins une face à méridienne conique ;
- la lentille asphérique présente, d'une part, une face d'entrée, tournée vers la DEL, dont la surface est plane ou portée par une surface sphérique de très grand rayon de courbure, en particulier très grand par rapport à R_2 , et, d'autre part, une face de sortie, opposée à la face d'entrée, dont la surface est asphérique ;
- la lentille asphérique est symétrique de révolution autour de son axe optique ;
- la lentille asphérique présente une face d'entrée ou de sortie à surface biconique ;
- la lentille asphérique présente une face d'entrée ou de sortie dont la surface correspond à une partie de surface torique ou cylindrique circulaire ;
- les moyens optiques de projection de lumière comprennent un sous-système optique réglable à effet de zoom ;
- les moyens optiques de projection de lumière comprennent des moyens optiques de refocalisation dans un guide de lumière du flux lumineux récupéré ;
- les moyens optiques de refocalisation comprennent deux lentilles asphériques disposées symétriquement par rapport à un plan perpendiculaire à l'axe optique ou de symétrie de la lentille.

[0030] L'invention concerne également un appareil d'éclairage opératoire dentaire fournissant un éclairage sans ombres portées, caractérisé en ce qu'il comprend deux dispositifs d'éclairage comme décrits ci-dessus, montés côte à côte et dont les faisceaux respectifs sont dirigés de manière à être confondus au niveau de la zone à éclairer.

[0031] L'invention concerne en outre un appareil d'éclairage opératoire chirurgical fournissant un éclairage sans ombres portées, caractérisé en ce qu'il comprend au moins deux dispositifs d'éclairage comme décrits ci-dessus, montés côte à côte et dont les faisceaux respectifs sont dirigés de manière à être confondus au niveau de la zone à éclairer.

[0032] Préférentiellement, les dispositifs d'éclairage formant respectivement l'un des appareils précités sont montés ensemble dans un unique carter ou boîtier de protection, par exemple fixé sur l'extrémité d'un bras support articulé.

[0033] L'invention sera mieux comprise grâce à la description ci-après, qui se rapporte à des modes de réalisation préférés, donnés à titre d'exemples non limitatifs, et expliqués avec référence aux dessins schématiques annexés, dans lesquels :

les figures 1A et 1B sont des représentations sché-

matiques d'un dispositif d'éclairage selon deux variantes de réalisation de l'invention ;
la figure 2 est une vue en coupe, à une échelle différente, de la lentille avec faces d'entrée et de sortie sphériques faisant partie du dispositif de la figure 1 ;
les figures 3 et 4 sont des représentations d'images d'écrans de projection (graduées en lux), illustrant la distribution de l'intensité de l'éclairement fourni par une DEL associée à une lentille asphérique seule (Fig. 3) ou à un système optique selon l'invention (Fig. 4) ;
la figure 5 est une représentation similaire à celles des figures 3 et 4, montrant l'éclairement fourni par un dispositif selon l'invention avec une lentille asphérique biconvexe ;
les figures 6A et 6B sont des représentations schématiques d'un dispositif d'éclairage selon deux autres variantes de réalisation de l'invention, intégrant des moyens de refocalisation (la figure 6B présentant des moyens 5 différents de ceux représentés sur la figure 1B), et
la figure 7 est une représentation schématique d'un appareil d'éclairage comprenant deux dispositifs d'éclairage selon l'invention, montés dans un boîtier porté par un bras support articulé.

[0034] Comme le montrent les figures 1 et 6 des dessins annexés, le dispositif d'éclairage 1 comprend une diode DEL 2 associée à un système optique 3 apte à récupérer une part importante du flux lumineux émis par ladite DEL et à produire à distance une tache lumineuse 7 sensiblement uniforme en termes d'éclairement.

[0035] Selon l'invention, le système optique 3 comprend, d'une part, des moyens optiques de projection de lumière 5 et, d'autre part, une lentille 6 disposée entre la DEL 2 et lesdits moyens optiques de projection de lumière 5, ladite lentille 6 présentant une face d'entrée 6' de forme sphérique concave tournée vers la DEL 2 avec un rayon de courbure R1 et une face de sortie 6'' de forme sphérique convexe avec un rayon de courbure R2, avec $R2 > R1$, la face d'entrée 6' ayant un centre de courbure situé à proximité de la zone ou région d'émission 2' de la DEL 2 et l'épaisseur maximale e du matériau transparent d'indice n formant ladite lentille 6, vue selon l'axe de symétrie X de cette lentille 6, vérifiant sensiblement la relation $e = R2 \times (1 + 1/n) - R1$.

[0036] Ainsi, le principe de base de l'invention consiste à interposer, entre la DEL 2 et les moyens de projection 5, un composant optique 6 en verre ou en matériau plastique transparent (tel que polycarbonate ou acrylique) qui permette une amélioration du rendement.

[0037] Les moyens de projection 5 consistent en ou comprennent avantageusement au moins une lentille 8 asphérique (Fig. 1A) ou une lentille biconvexe (Fig. 1B).

[0038] Le composant optique 6 est préférentiellement une lentille dont la face d'entrée 6' est sphérique concave. Elle a un rayon de courbure R1 proche de celui de la face de sortie 4 de la DEL. Elle est préférentiellement

placée intimement contre la surface de la DEL 2. Cette face 6' est, dans une réalisation préférentielle, quasiment une demi-sphère pour être placée au contact de la DEL 2.

[0039] La face de sortie 6'' de cette lentille 6 est préférentiellement également sphérique, sa surface étant préférentiellement supérieure à une demi-sphère (on pourra l'appeler super-hémisphérique).

[0040] Cette lentille 6 a pour but de collecter un plus grand angle solide issu de la DEL. En pratique, on choisira cette lentille pour que l'angle solide soit multiplié par un facteur compris entre 2,5 et 3 et le flux lumineux collecté multiplié par 2 environ.

[0041] Les DEL qui ont une indicatrice non Lambertienne subissent, en relation avec l'invention, aussi une amélioration globale du rendement de collimation puisque le dispositif 1 récupère de la DEL un plus grand angle solide.

[0042] La lentille 6 possède une face d'entrée 6' sphérique de rayon R1 et une face de sortie sphérique de rayon R2. Les sommets des deux faces sont distants de e qui est l'épaisseur sur l'axe optique ou de symétrie de la lentille 6.

[0043] Cette lentille 6 est réalisée dans un matériau d'indice n et avantageusement la première face 6' de rayon de courbure R1 a son centre de courbure très proche de la surface, région ou zone d'émission 2' de la DEL 2.

[0044] Dans une réalisation préférentielle, le rayon R1 est très peu différent du rayon de courbure de la face de sortie 2' de la DEL et ces deux faces 2' et 6' peuvent être collées ensemble avec une colle transparente 4'. L'avantage en est une fixation de la lentille 6 sur la DEL qui permet un positionnement parfait et inamovible, et, une amélioration en terme de rendement lumineux car ce collage élimine une très grande partie de la lumière perdue par reflet sur les faces 4 et 6' en regard de la DEL et de la lentille 6.

[0045] La colle, préférentiellement du type résine transparente, présente avantageusement un indice compris entre les indices de la DEL et de la lentille 6.

[0046] A titre d'exemple, on pourra utiliser une colle résine transparente d'indice 1,53 connu sous la désignation E501 par la société EPOTECNY.

[0047] La deuxième face 6'' a un rayon de courbure R2 formant un dioptré sphérique qui opère une réfraction en utilisant la conjugaison aplanétique des points d'Young.

[0048] Cette conjugaison se produit pour la relation suivante entre R1, R2, e et n :

$$e + R1 = R2 * (1 + 1/n) \text{ ou encore}$$

$$e = R2 * (1 + 1/n) - R1$$

[0049] Le rayon de courbure R2 est indéterminé et il sera choisi en fonction de considérations d'encombrement, de réalisations mécanique et optique et de coût.

[0050] On choisira préférentiellement, un rayon R1 égal à celui de la face de sortie 4 de la DEL, la face d'entrée 6' de la lentille 6 étant collée contre la DEL, et un rayon R2 permettant de disposer ladite lentille super-hémisphérique 6 compte tenu de l'encombrement disponible entre la DEL 2 et les moyens de projection 5, par exemple sous la forme d'une lentille asphérique 8.

Exemple de réalisation :

[0051]

- la lentille 8 asphérique a une distance focale de 28 mm, et elle est réalisée dans un matériau transparent d'indice proche de 1,5 (verres BK7 ou B270, acrylique...)
- la lentille 6 super-hémisphérique est en polycarbonate avec $n = 1,585$, avec $R1 = 3$ mm, $R2 = 6$ mm et $e = 6,8$ mm
- la distance focale de l'ensemble des deux lentilles 6 et 8 est de 18 mm.

[0052] Une comparaison objective des résultats de mesures photométriques obtenus par projection sur l'écran, avec la lentille 6 et la lentille asphérique 8 de 28 mm de distance focale par rapport à une lentille asphérique seule de 18 mm de distance focale, est possible car l'image obtenue est de même dimension.

[0053] Les résultats de simulation montrent que l'interposition de la lentille super-hémisphérique 6 donne un doublement du rendement photométrique pour un résultat similaire en terme de dimension d'image sur un écran disposé à une certaine distance du dispositif d'éclairage (comparaison des figures 3 et 4).

Pour la figure 3 :

[0054]

- moyenne au centre sur $10 \text{ cm}^2 = 6\,200$ lux
- flux total intégré sur l'image = 20 lumens.

Pour la figure 4 :

[0055]

- moyenne au centre sur $10 \text{ cm}^2 = 12\,000$ lux
- flux total intégré sur l'image = 40 lumens.

[0056] Dans certains cas, il est nécessaire d'avoir un éclairage allongé dans une certaine direction. A titre d'exemple, ceci est le cas pour les scialytiques dans le domaine de la dentisterie.

[0057] En choisissant une forme adaptée spécifique pour la lentille asphérique 8, il est possible d'obtenir un tel résultat sans modifier la lentille 6 super-hémisphérique. La lentille asphérique n'a alors plus la symétrie de révolution.

[0058] Plusieurs formes de lentille 8 permettent de réaliser ce type d'éclairage et elle peut ainsi avoir une face torique ou biconique, par exemple.

[0059] Préférentiellement, la face d'entrée 8' est plane ou légèrement sphérique et la face de sortie 8'' est asphérique avec deux méridiennes asphériques différentes dans les deux plans perpendiculaires correspondant aux deux directions d'allongement de l'éclairage sur l'écran.

[0060] Un exemple de réalisation d'une telle surface peut être une surface biconique dont deux méridiennes perpendiculaires sont paramétrées chacune par un rayon de courbure R et une conicité k.

[0061] Dans une réalisation préférentielle, la lentille 8 est réalisée en verre ou plastique de matériau d'indice proche de 1,5.

[0062] La face 8', en regard avec la DEL est plane.

[0063] La face 8'' est caractérisée par deux méridiennes coniques :

Suivant Y : $R_y = 13$ mm et $k_y = -0,6$

Suivant X : $R_x = 15,5$ mm et $k_x = -0,4$

[0064] Le résultat donne un éclairage allongé et un très bon rendement de l'ordre de 70 % (voir figure 5).

[0065] Dans une application à un scialytique pour la dentisterie ou la chirurgie au moins deux dispositifs 1 [DEL 2, lentille super-hémisphérique 6 et moyens de projection 5, par exemple sous forme de lentille asphérique 8] sont utilisés pour obtenir un éclairage sans ombre comme prévu par la norme en vigueur.

[0066] Dans un autre mode d'utilisation, l'unique lentille asphérique 8 peut être remplacée par un ensemble d'au moins deux lentilles 8 et 9 dont une au moins est asphérique. Ce dispositif permet de modifier en continu la distance focale et d'obtenir un effet de type zoom pour obtenir une zone éclairée plus ou moins grande.

[0067] Un autre type d'application est l'éclairage direct des tableaux dans les musées, le dispositif 1 selon l'invention est parfaitement adapté à cette application car il permet de s'adapter à la zone éclairée en allongeant dans une direction l'éclairement pour obtenir un éclairage rectangulaire (figure 5).

[0068] Un autre type d'application est la focalisation du flux lumineux de la DEL 2 dans un guide de lumière 10. Il est alors important de refocaliser la plus grande partie du flux lumineux à l'intérieur du guide 10 qui peut être une pièce transparente d'un seul tenant ou un ensemble de fibres optiques. Le dispositif 1 selon l'invention permet de collecter ce flux qui est focalisé par des moyens optiques de projection 5 sous forme de moyens de refocalisation dans le guide de lumière 10. Une deuxième lentille asphérique 9 identique disposée symétriquement à la première lentille asphérique 8 permet ce type de refocalisation, de même qu'une lentille biconvexe (figures 6A et 6B).

[0069] Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits et représentés aux dessins annexés. Des modifications restent possibles, notam-

ment du point de vue de la constitution des divers éléments ou par substitution d'équivalents techniques, sans sortir pour autant du domaine de protection de l'invention.

Revendications

1. Dispositif d'éclairage à diode, comprenant une diode électroluminescente ou DEL associé à un système optique apte à récupérer une part importante du flux lumineux émis par ladite DEL et à produire à distance une tache lumineuse sensiblement uniforme en termes d'éclairement, dispositif (1) **caractérisé en ce que** le système optique (3) comprend, d'une part, des moyens optiques de projection de lumière (5) et, d'autre part, une lentille (6) disposée entre la DEL (2) et lesdits moyens optiques de projection de lumière (5), ladite lentille (6) présentant une face d'entrée (6') de forme sphérique concave tournée vers la DEL (2) avec un rayon de courbure R1 et une face de sortie (6'') de forme sphérique convexe avec un rayon de courbure R2, avec $R2 > R1$, la face d'entrée (6') ayant un centre de courbure situé à proximité de la zone ou région d'émission (2') de la DEL (2) et l'épaisseur maximale e du matériau transparent d'indice n formant ladite lentille (6), vue selon l'axe de symétrie (X) de cette lentille (6), vérifiant sensiblement la relation $e = R2 \times (1 + 1/n) - R1$. 10
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les moyens optiques de projection de lumière (5) comprennent au moins une lentille asphérique (8). 15
3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la surface de la face d'entrée (6') de la lentille (6) a un rayon de courbure R1 égal ou légèrement supérieur à celui de la surface extérieure, de forme sensiblement sphérique, de la face de sortie (4) de la DEL (2). 20
4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la lentille (6) est rapportée par sa face d'entrée (6') sur la surface extérieure de la face de sortie (4) de la DEL (2) par l'intermédiaire d'une couche de colle transparente (4'). 25
5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la surface de la face de sortie (6'') de la lentille (6) correspond à une portion de surface sphérique supérieure en taille à une surface hémisphérique. 30
6. Dispositif selon la revendication 2, ou l'une quelconque des revendications 3 à 5 pour autant qu'elle se rattache à la revendication 2, **caractérisé en ce que** la lentille asphérique (8) présente au moins une face (8' ou 8'') à méridienne conique. 35
7. Dispositif selon la revendication 2, ou l'une quelconque des revendications 3 à 6 pour autant qu'elle se rattache à la revendication 2, **caractérisé en ce que** la lentille asphérique (8) présente, d'une part, une face d'entrée (8'), tournée vers la DEL (2), dont la surface est plane ou portée par une surface sphérique de très grand rayon de courbure, en particulier très grand par rapport à R2, et, d'autre part, une face de sortie (8''), opposée à la face d'entrée (8'), dont la surface est asphérique. 40
8. Dispositif selon la revendication 2, ou l'une quelconque des revendications 3 à 7 pour autant qu'elle se rattache à la revendication 2, **caractérisé en ce que** la lentille asphérique (8) est symétrique de révolution autour de son axe optique. 45
9. Dispositif selon la revendication 2, ou l'une quelconque des revendications 3 à 7 pour autant qu'elle se rattache à la revendication 2, **caractérisé en ce que** la lentille asphérique (8) présente une face d'entrée (8') ou de sortie (8'') à surface biconique. 50
10. Dispositif selon la revendication 2, ou l'une quelconque des revendications 3 à 7 pour autant qu'elle se rattache à la revendication 2, **caractérisé en ce que** la lentille asphérique (8) présente une face d'entrée (8') ou de sortie (8'') dont la surface correspond à une partie de surface torique ou cylindrique circulaire. 55
11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** les moyens optiques de projection de lumière (5) comprennent un sous-système optique réglable à effet de zoom.
12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** les moyens optiques de projection de lumière (5) comprennent des moyens optiques (8, 9) de refocalisation dans un guide de lumière (10) du flux lumineux récupéré.
13. Dispositif selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** les moyens optiques de refocalisation comprennent deux lentilles asphériques (8 et 9) disposées symétriquement par rapport à un plan perpendiculaire à l'axe optique ou de symétrie (X) de la lentille (6).
14. Appareil d'éclairage opératoire dentaire fournissant un éclairage sans ombres portées, **caractérisé en ce qu'il** comprend deux dispositifs d'éclairage (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, montés côte à côte et dont les faisceaux respectifs sont dirigés de manière à être confondus au niveau de la zone à éclairer.
15. Appareil d'éclairage opératoire chirurgical fournis-

sant un éclairage sans ombres portées, **caractérisé en ce qu'il** comprend au moins deux dispositifs d'éclairage (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, montés côte à côte et dont les faisceaux respectifs sont dirigés de manière à être confondus au niveau de la zone à éclairer. 5

- 16.** Appareil d'éclairage selon l'une quelconque des revendications 14 et 15, **caractérisé en ce que** les dispositifs d'éclairage (1) sont montés ensemble dans un unique boîtier de protection (11). 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

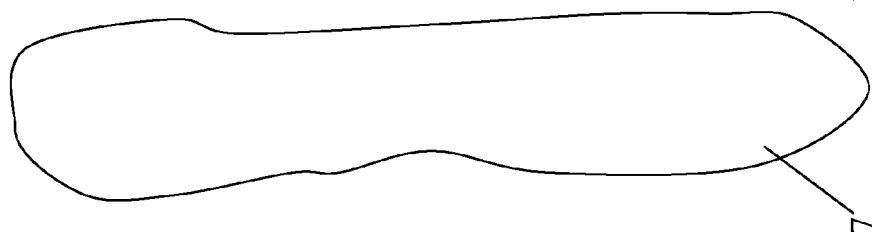
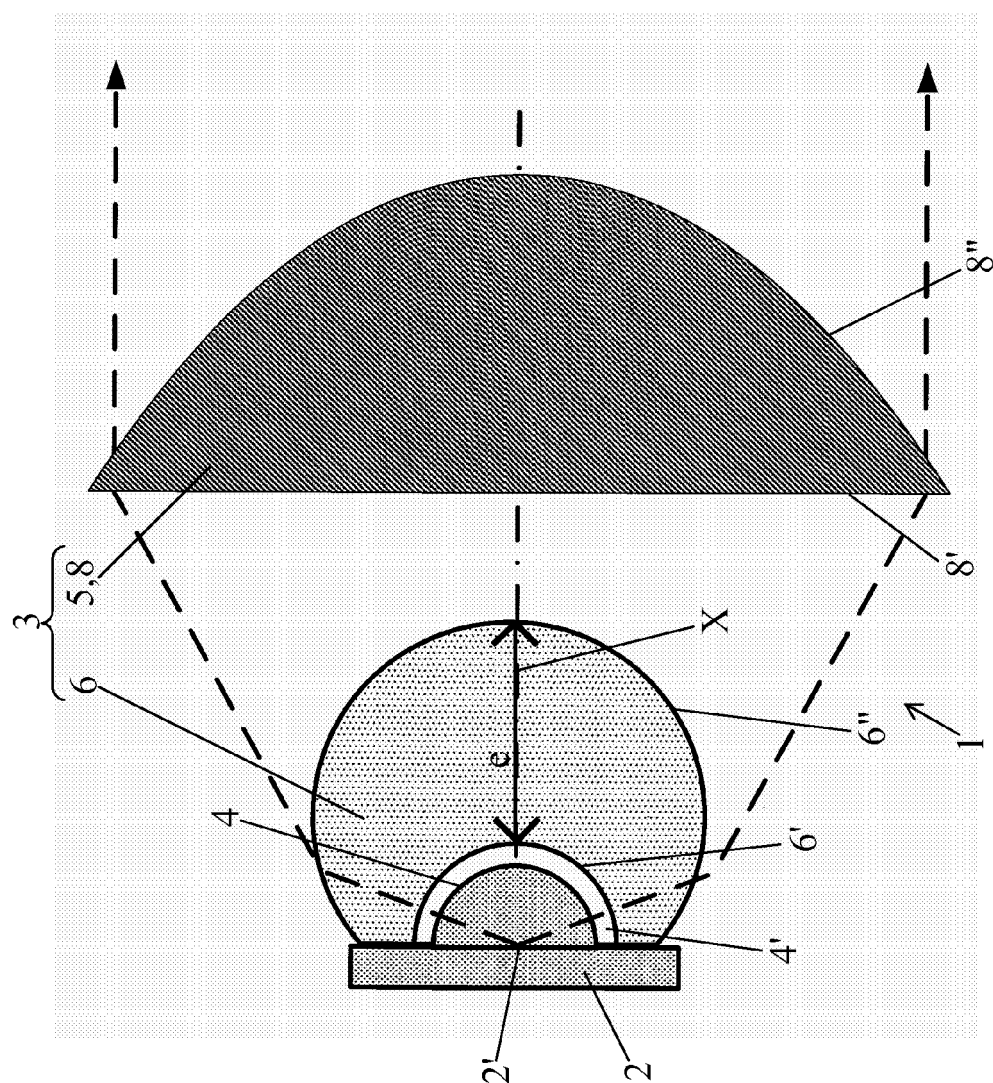


Fig. 1A

Fig. 1



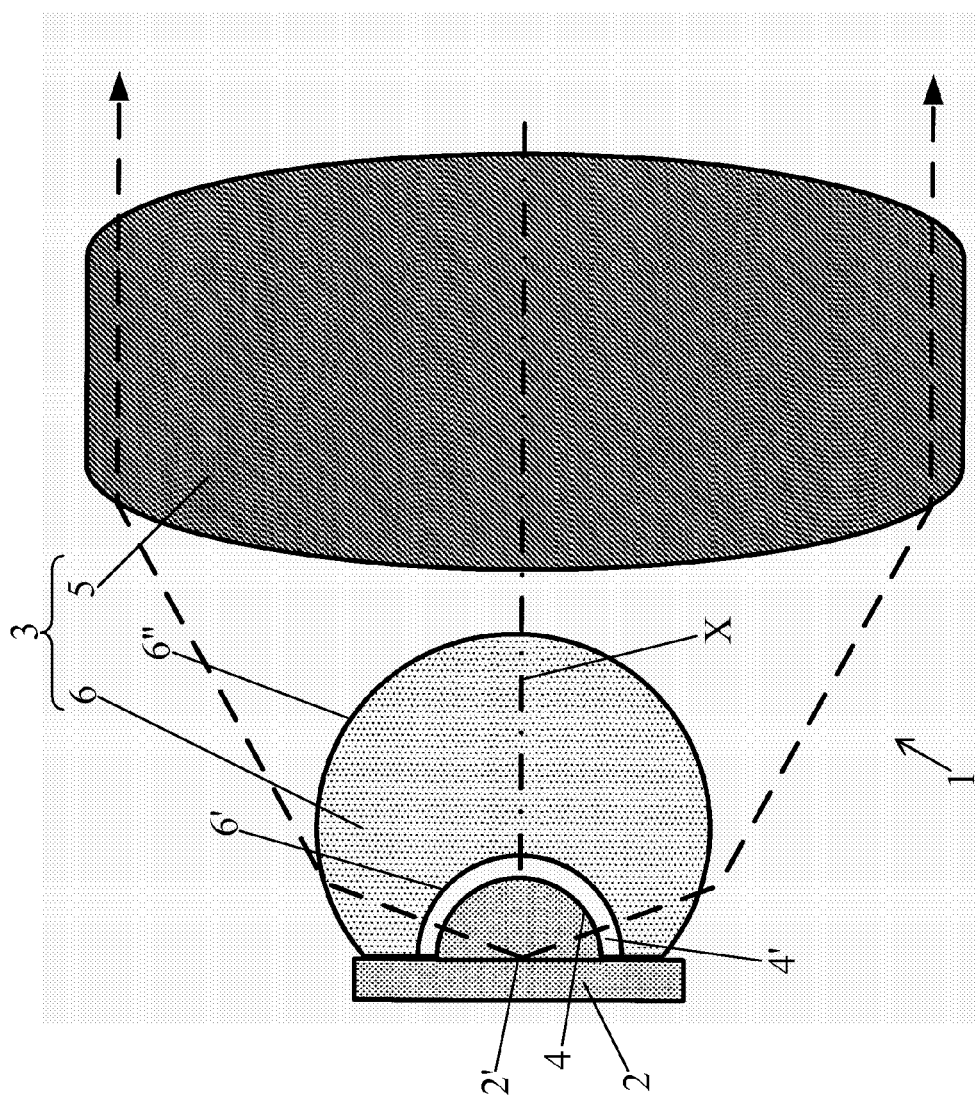


Fig. 1B

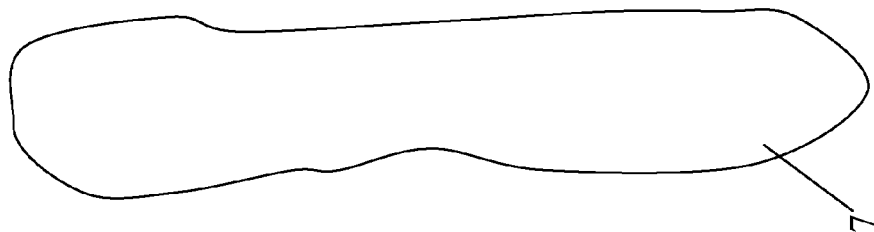


Fig. 1

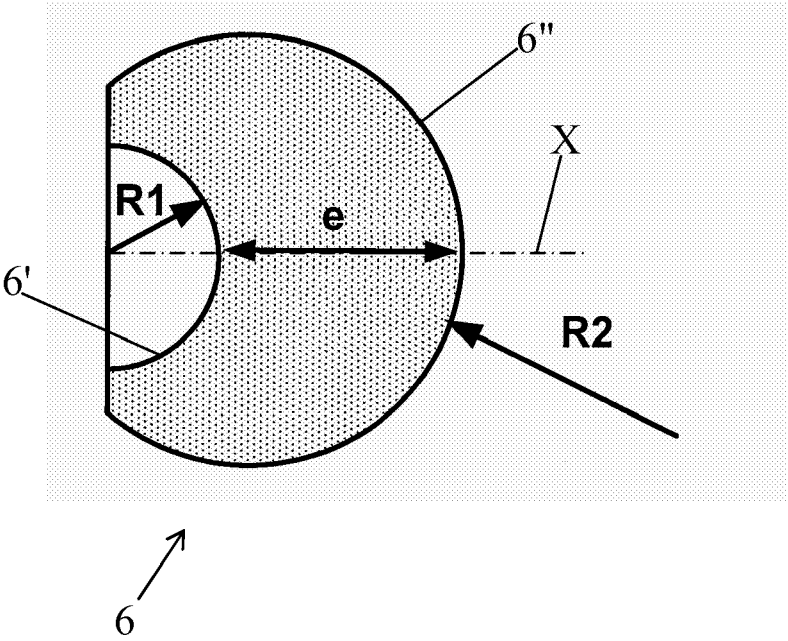


Fig. 2

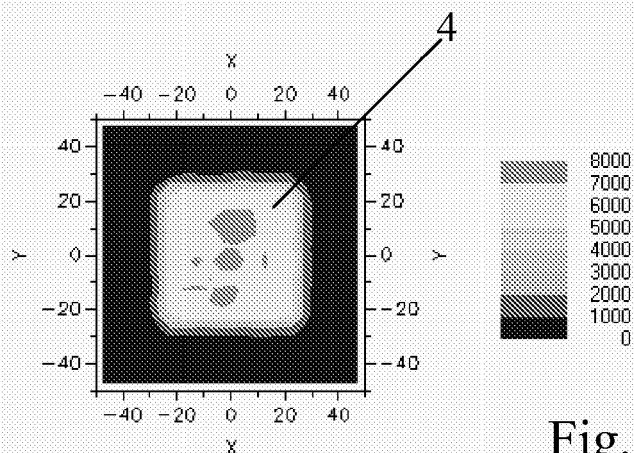


Fig. 3

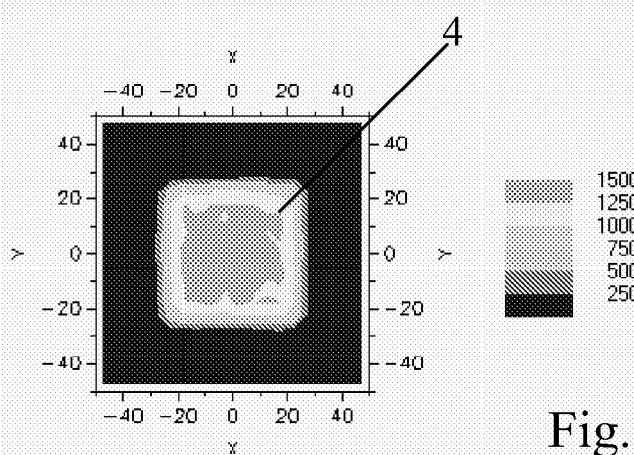


Fig. 4

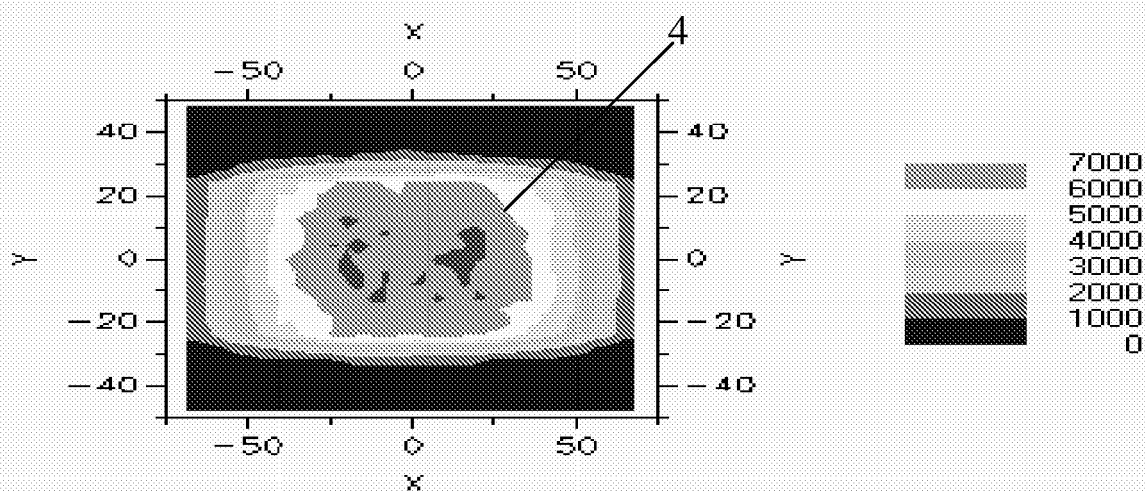


Fig. 5

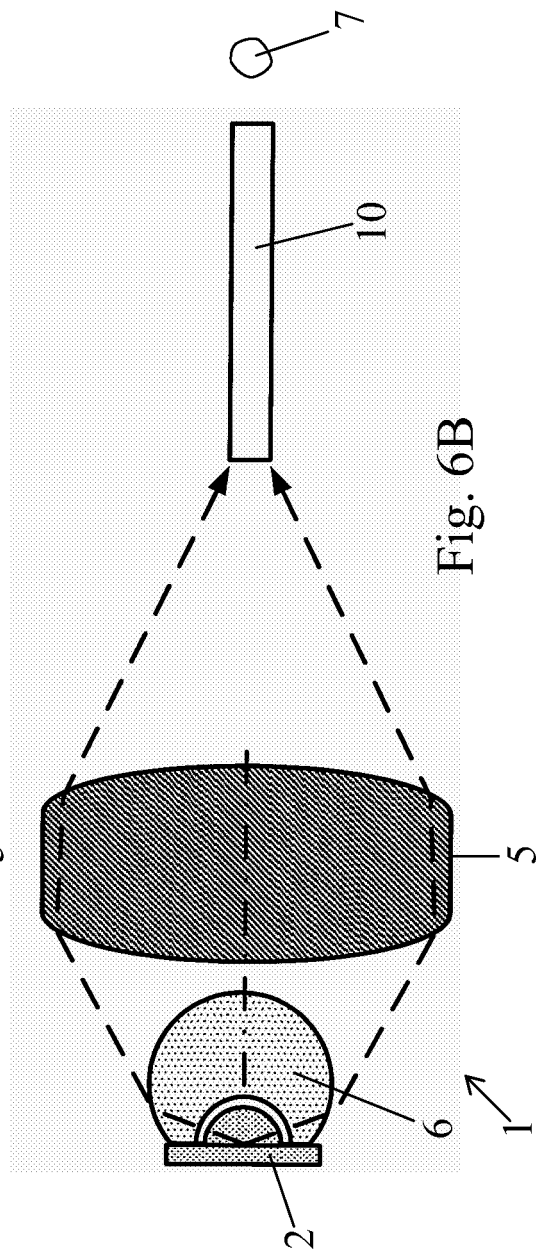
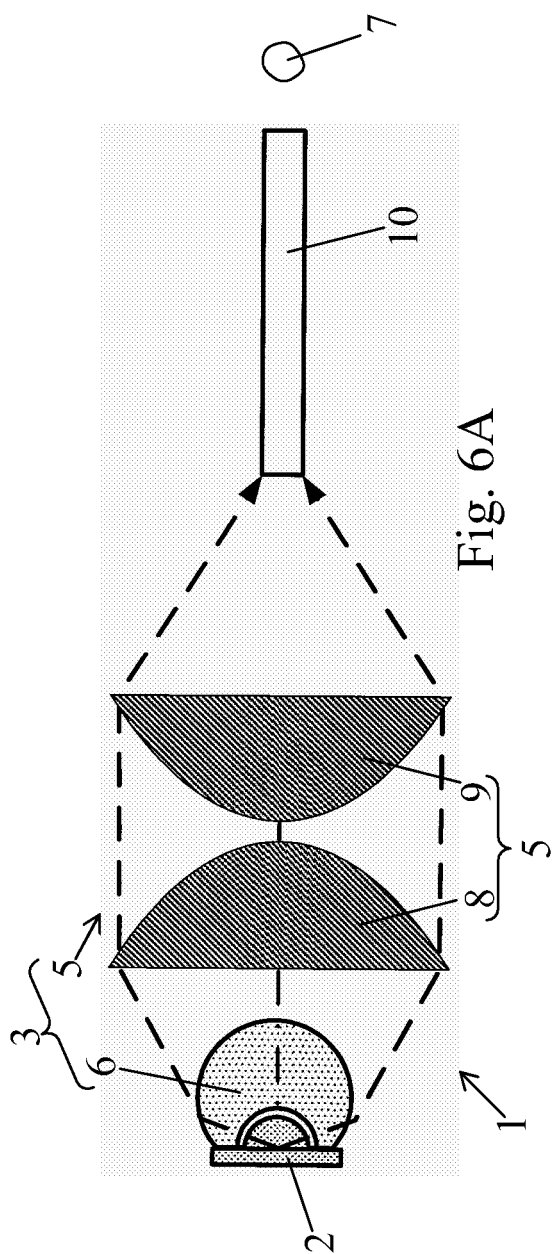


Fig. 6

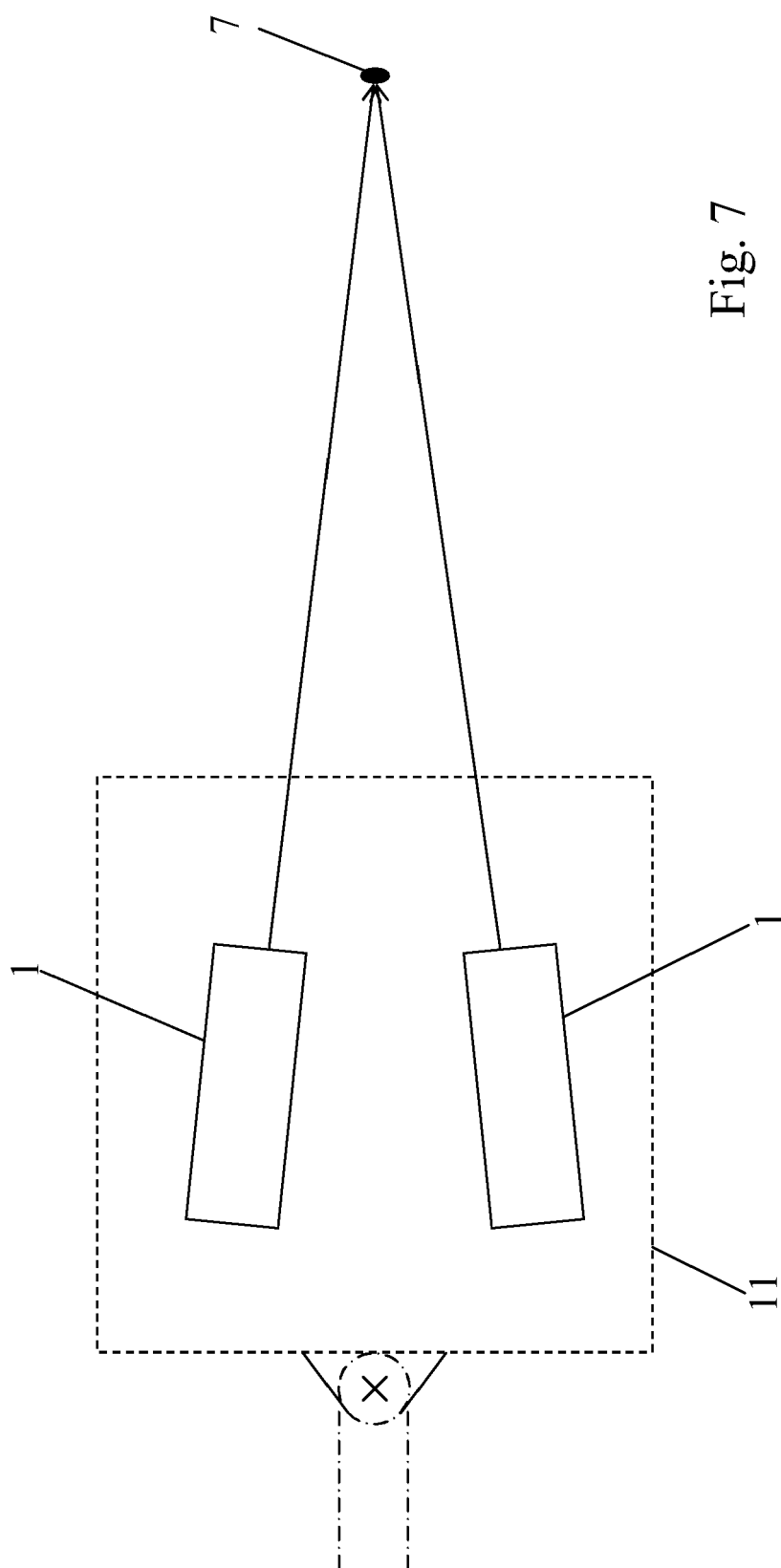


Fig. 7



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 06 30 1007

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	FR 2 853 393 A (KOITO MANUFACTURING CO LTD) 8 octobre 2004 (2004-10-08) * page 5, ligne 6 - ligne 14 * * page 12, ligne 17 - page 14, ligne 2 * * figures 2,8,9 * -----	1	INV. F21S8/00 F21V5/04 ADD. F21W131/202 F21W131/205
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2003, no. 12, 5 décembre 2003 (2003-12-05) -& JP 2005 208571 A (SEIKO EPSON CORP), 4 août 2005 (2005-08-04) * abrégé *	1	
A	WO 03/085318 A (DECAUDIN, JEAN-MICHEL; DURET, FRANCOIS; LEQUIME, MICHEL) 16 octobre 2003 (2003-10-16) * abrégé * * page 11, ligne 10 - page 12, ligne 17 * * figures *	1	
A	EP 1 213 773 A (LABOSPHERE INSTITUTE) 12 juin 2002 (2002-06-12) * figure 1 *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) F21V H01L G02B F21S F21K
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 19, 5 juin 2001 (2001-06-05) -& JP 2001 044515 A (RABO SUFIA KK), 16 février 2001 (2001-02-16) * abrégé; figure 2 *	1	
A	DE 11 65 514 B (DEUTSCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN ZU BERLIN) 19 mars 1964 (1964-03-19) * figure 2 *	1	
7 Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 8 janvier 2007	Examineur Prévoit, Eric
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 06 30 1007

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

08-01-2007

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2853393	A	08-10-2004	DE 102004005932 A1	26-08-2004
			JP 2004241262 A	26-08-2004
			US 2004184280 A1	23-09-2004

JP 2005208571	A	04-08-2005	AUCUN	

WO 03085318	A	16-10-2003	AU 2002253227 A1	20-10-2003

EP 1213773	A	12-06-2002	CA 2380356 A1	01-02-2001
			CN 1376314 A	23-10-2002
			WO 0108228 A1	01-02-2001
			NO 20020396 A	06-03-2002
			US 6961190 B1	01-11-2005

JP 2001044515	A	16-02-2001	JP 3421698 B2	30-06-2003
			TW 504554 B	01-10-2002

DE 1165514	B	19-03-1964	AUCUN	

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82