

①② DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 07.12.12.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 13.06.14 Bulletin 14/24.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥③ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : MAQUET SAS Société par actions
simplifiée — FR.

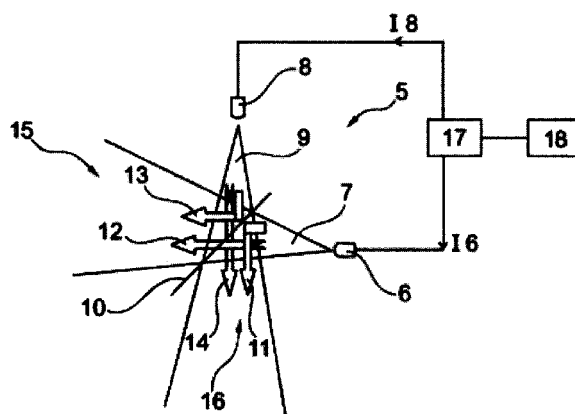
⑦② Inventeur(s) : VALTEAU CECILIA et VU THI MINH-
HONG.

⑦③ Titulaire(s) : MAQUET SAS Société par actions sim-
plifiée.

⑦④ Mandataire(s) : PRUGNEAU-SCHAUB.

⑤④ DISPOSITIF D'ECLAIRAGE A LEDS POUR CHAMPS OPERATOIRE COMPRENANT UN DIVISEUR DE
FAISCEAUX DE LUMIERE.

⑤⑦ Un dispositif d'éclairage (5) à LED comprend une pre-
mière et une seconde LEDs (6, 8) agencées pour émettre
respectivement un premier, second faisceau (7, 9) de lu-
mière ayant des première, seconde températures de cou-
leur respectives différentes, et un diviseur de faisceau (10)
agencé pour diviser respectivement les premier, second
faisceaux (7, 9) de lumière en une première partie de pre-
mier, second faisceau réfléchi (11, 13) et en une seconde
partie de premier, second faisceau transmise (12, 14). Les
LEDs (6, 8) et le diviseur de faisceau (10) sont agencés spa-
tialement de sorte que la partie transmise du premier fais-
ceau (12) et la partie réfléchi du second faisceau (13) se
superposent en un premier faisceau résultant (15) de tem-
pérature de couleur intermédiaire entre la première et la se-
conde température de couleur, et que la partie réfléchi du
premier faisceau (11) et la partie transmise du second fais-
ceau (14) se superposent en un second faisceau résultant
(16) de la même température de couleur intermédiaire.



Domaine technique

L'invention concerne un dispositif d'éclairage à LEDs notamment pour un appareil d'éclairage médical d'un champ opératoire.

5 Technique antérieure

En milieu médical, notamment en bloc opératoire, les conditions d'éclairage doivent être adaptées pour que l'utilisateur, par exemple un chirurgien ou un médecin, puisse travailler correctement. En particulier, l'éclairage doit être le plus homogène possible pour que l'utilisateur puisse
10 distinguer les différents types de tissus biologiques dans le champ d'éclairage.

En outre, l'éclairage, de lumière globalement blanche, doit se conformer à certaines normes et produire une lumière présentant un indice de rendu des couleurs (IRC) compris entre 85 et 100 ainsi qu'une
15 température de couleurs comprise entre 3000 degrés Kelvin (K) et 6700 K. On comprend ici par « température de couleur » de la lumière, la température de couleur équivalente évaluée de manière classique à partir des coordonnées chromatiques (x,y) de cette lumière dans un diagramme chromatique de la Commission Internationale de l'Eclairage.

Par ailleurs, il est souvent souhaitable que l'utilisateur puisse faire varier certaines caractéristiques spectrales de la lumière, dont la température de couleur, pour l'adapter à son besoin. Idéalement, une telle variation des caractéristiques spectrales ne doit pas être accompagnée de variation de l'éclairement visuel. On notera que l'on définit ici le flux lumineux d'une
25 source de lumière comme la puissance lumineuse émise exprimée en lumens (lm), et l'éclairement visuel d'un dispositif d'éclairage dans un champ d'éclairage comme la quantité de flux lumineux éclairant ce champ d'éclairage par unité de surface exprimée en lux, c'est-à-dire en lumen par mètre carré (lm/m^2).

30 Actuellement, il existe différents types de dispositifs d'éclairage répondant en partie à ces exigences qui mélangent la lumière issue de plusieurs sources de lumières pour obtenir une lumière d'éclairage blanche.

On connaît du document de brevet EP2299163 un dispositif d'éclairage tel que décrit plus haut, dans lequel des diodes électroluminescentes, ou LEDs pour Light Emitting Diode, blanches ayant deux températures de couleurs distinctes, l'une blanche chaude et l'autre blanche froide, sont réparties en alternance sur la périphérie d'un réflecteur central qui focalise la lumière émise par les LEDs dans le champ d'éclairage. La température de couleur résultante de ce dispositif d'éclairage peut être modifiée selon plusieurs températures de couleur prédéfinies. L'utilisateur a donc accès à une plage de température de couleur limitée. Toutefois, les faisceaux provenant des deux types de LEDs sont distincts et de ce fait, le volume de lumière résultant n'est pas homogène. Par ailleurs, ce dispositif d'éclairage présente l'inconvénient que, quand un utilisateur regarde le dispositif d'éclairage, il voit des alternances de lumière blanche chaude et de lumière blanche froide correspondant aux deux types de LED utilisées, ce qui n'est pas très confortable visuellement.

On connaît aussi du document de brevet US 7465065 un dispositif d'éclairage à LEDs blanches et colorées juxtaposées qui permettent globalement d'obtenir une lumière blanche. Toutefois, un tel dispositif produit une lumière non homogène et, avec ce type de dispositif d'éclairage, lorsqu'un obstacle masque une partie du flux lumineux, il rompt l'équilibre entre les contributions des différentes LEDs ce qui modifie la température de couleur de la lumière produite par le dispositif d'éclairage et produit un effet d'irisation, conduisant à la formation d'ombres colorées dans le champ opératoire, par exemple lorsque l'utilisateur se penche sous l'éclairage.

On connaît aussi du document de brevet DE 10 2006 040 393 un dispositif d'éclairage à LEDs dans lequel des LEDs blanches et colorées formant une « multichip » de LEDs sont couplées ensemble à une optique de focalisation unique, ce qui permet d'obtenir une lumière d'éclairage blanche de température de couleur ajustable. Un guide de lumière est interposé entre la multichip de LEDs et l'optique de focalisation pour améliorer le mélange des couleurs. Cependant, un tel guide de lumière présente l'inconvénient de réduire le rendement optique du dispositif d'éclairage en raison de la difficulté

technique d'injecter un flux lumineux émis par une source de lumière dans le guide de lumière. Ainsi, la puissance consommée d'un tel dispositif d'éclairage est élevée. De plus, il est difficile avec ce type de dispositif d'éclairage d'obtenir un éclairage homogène, et l'éclairage du champ opératoire varie en fonction de la température de couleur choisie par l'utilisateur. En outre, ce type de dispositif d'éclairage présente d'autres inconvénients, par exemple la production d'ombres colorées dans le champ d'éclairage lorsqu'un obstacle masque une partie du flux lumineux.

10 Exposé de l'invention

Le but de l'invention est de remédier à tous ces inconvénients en proposant un dispositif d'éclairage offrant un éclairage homogène et un rendement optique élevé, sans créer d'ombres colorées dans le champ d'éclairage et autorisant une variation de la température de couleur de l'éclairage.

A cet effet, l'invention a pour objet un dispositif d'éclairage à LEDs comprenant une première LED agencée pour émettre un premier faisceau de lumière ayant une première température de couleur et une seconde LED agencée pour émettre un second faisceau de lumière ayant une seconde température de couleur différente de ladite première température de couleur, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un diviseur de faisceau pour diviser ledit premier faisceau de lumière en une première partie de premier faisceau qui est réfléchiée par le diviseur et en une seconde partie de premier faisceau qui est transmise par le diviseur et pour diviser ledit second faisceau de lumière en une première partie de second faisceau qui est réfléchiée par le diviseur et une seconde partie de second faisceau qui est transmise par le diviseur, en ce que ladite première LED, ladite seconde LED et ledit diviseur de faisceau sont agencés spatialement les uns par rapport aux autres de telle sorte que ladite seconde partie du premier faisceau qui est transmise et ladite première partie du second faisceau qui est réfléchiée se superposent pour former un premier faisceau résultant ayant une température de couleur intermédiaire comprise entre la première température de couleur et la

seconde température de couleur, et que ladite première partie du premier faisceau qui est réfléchi et ladite seconde partie du second faisceau qui est transmise se superposent pour former un second faisceau résultant ayant ladite température de couleur intermédiaire.

5 Avec un tel agencement, le dispositif d'éclairage à LEDs peut donc générer deux faisceaux de lumière résultants sensiblement identiques et contenant chacun une partie du faisceau émis par la première LED et une partie du faisceau émis par la seconde LED, ces deux parties de faisceau étant superposées et les deux faisceaux résultants identiques pouvant être
10 focalisés vers un même point image dans le champ opératoire. La lumière issue des LEDs, en particulier une lumière blanche, est donc mélangée avec une efficacité théorique de 100%, en considérant un diviseur de faisceau ayant un pouvoir de transmission de 50% et un pouvoir de réflexion de 50%. On obtient donc une lumière blanche résultante ayant un éclairement
15 homogène et un rendement optique élevé.

En outre, en cas de présence d'obstacle dans le champ d'éclairage, il ne se forme pas d'ombre colorée dans le champ d'éclairage.

Le dispositif d'éclairage selon l'invention peut présenter avantageusement les particularités suivantes :

- 20 - le dispositif d'éclairage comprend en outre un moyen d'alimentation en courant électrique adapté pour alimenter lesdites première et seconde LEDs avec des intensités de courant respectives variables, et une unité de commande agencée pour commander ledit moyen d'alimentation de telle sorte que la somme des flux lumineux des première et seconde LEDs reste
25 constante lorsque lesdites intensités de courants respectives varient, ce qui permet, en modulant de manière appropriée l'intensité de courant dans chacune des LEDs, d'obtenir la température de couleur du flux lumineux résultant souhaitée par l'utilisateur. On peut obtenir ainsi un éclairement constant et un rendement optique élevé sur toute une gamme de
30 températures de couleur ;
- le premier faisceau de lumière émis par la première LED est sensiblement perpendiculaire au second faisceau de lumière émis par la seconde LED ;

- les première et seconde LEDs sont disposées à des distances respectives dudit diviseur de faisceau sensiblement égales ;
- le diviseur de faisceau peut être par exemple un miroir semi-réfléchissant ou dichroïque à une ou deux faces séparatrices pour séparer
5 un rayon incident en deux flux lumineux, l'un réfléchi, l'autre réfracté ;
- le miroir semi-réfléchissant peut être incliné d'un angle sensiblement égal à 45° par rapport aux premier et second faisceaux de lumière blanche pour une division de rayon incident à 50% ;
- les première et seconde LEDs sont sensiblement identiques d'un point de
10 vue géométrique, ce qui favorise l'obtention d'un éclairage homogène. En pratique, les LEDs auront ainsi un même boîtier, une même puce électronique, mais la composition des phosphores formant la diode sera différente d'une LED à l'autre ;
- le dispositif d'éclairage comprend en outre un premier élément optique
15 agencé pour focaliser ledit premier faisceau résultant vers une zone du champ d'éclairage et un second élément optique agencé pour focaliser ledit second faisceau résultant vers ladite zone, ce qui permet de rassembler les deux faisceaux résultants en sortie d'éclairage;
- le premier élément optique peut être un réflecteur elliptique et le second
20 élément optique peut être une lentille ;
- le réflecteur elliptique est agencé de telle sorte que la première LED est positionnée au foyer objet du réflecteur elliptique et la zone du champ d'éclairage est positionnée au foyer image du réflecteur elliptique. Grâce à cet agencement du dispositif selon l'invention, le premier faisceau transmis
25 issu de la première LED est focalisé au foyer image, ainsi que le second faisceau réfléchi issu de la seconde LED. En effet, étant donné la position du diviseur de faisceau entre les deux LEDs, le second faisceau réfléchi semble être issu de la première LED, donc issu du foyer objet et est par conséquent focalisé au foyer image du réflecteur elliptique;
- 30 - le dispositif d'éclairage peut comprendre en outre un troisième élément optique positionné entre chaque LED et le diviseur de faisceau ce qui permet de diminuer la divergence du faisceau résultant. Avantagusement, en

diminuant la divergence du faisceau résultant, on diminue aussi la surface d'éclairage sur le premier élément optique, ce qui permet de réduire l'épaisseur du dispositif d'éclairage ;

- le troisième élément optique peut être une lentille agencée de telle sorte que l'image virtuelle de la LED est positionnée au foyer objet du réflecteur elliptique ;
- chaque LED a une température de couleur comprise entre 3000 degrés Kelvin et 5000 degrés Kelvin.

L'invention s'étend à un appareil d'éclairage médical, notamment d'un champ d'éclairage opératoire, comprenant un tel dispositif d'éclairage.

Avantageusement, l'appareil d'éclairage peut en outre être de type à coupole d'éclairage dans laquelle est inclus un ou plusieurs de tels dispositifs d'éclairage, la coupole d'éclairage étant partiellement ouverte, ce qui apporte l'avantage de pouvoir laisser circuler de l'air dans la coupole, notamment autour des LEDs, des éléments optiques et du diviseur de faisceau.

On peut aussi avec une telle géométrie de coupole, utiliser d'un côté du séparateur de faisceaux une LED blanche et de l'autre côté une LED rouge pour améliorer le rendu de couleurs dans le rouge ce qui est important pour bien distinguer les nuances de rouge des tissus et du sang. La lumière résultante est alors une addition de la lumière blanche et de la lumière rouge. La température de couleur de la lumière résultante peut aussi être réglée comme indiqué plus haut.

Description sommaire des dessins

La présente invention sera mieux comprise et d'autres avantages apparaîtront à la lecture de la description détaillée d'un mode de réalisation pris à titre d'exemple nullement limitatif et illustré par les dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique en perspective d'un appareil d'éclairage d'un champ opératoire incorporant le dispositif d'éclairage selon l'invention ;
- la figure 2 est une vue très schématique de principe du dispositif d'éclairage selon l'invention ;

- la figure 3 est une vue schématique de principe plus détaillée du dispositif d'éclairage selon l'invention ;

- la figure 4 est un graphique qui montre la relation entre intensité de courant et température de couleur dans un dispositif selon l'invention.

5 - la figure 5 représente très schématiquement un appareil d'éclairage d'un champ opératoire de type à coupole incorporant plusieurs dispositifs d'éclairage selon l'invention.

- la figure 6 est une vue schématique d'un exemple de support pour les LEDs.

10

Description d'un exemple de réalisation

Sur la figure 1, on a illustré un système d'éclairage 1 pour éclairer un champ d'éclairage opératoire 2, ici un champ d'intervention d'un chirurgien sur un patient. Le système d'éclairage 1 est ici du type suspendu au plafond
15 de la salle opératoire de façon connue en soi, et comprend dans le cas d'exemple deux bras de suspension 3 articulés portant chacun une coupole 4 d'éclairage incorporant chacune plusieurs dispositifs d'éclairage 5 selon l'invention.

On a représenté sur la figure 2 une illustration de principe d'un
20 dispositif d'éclairage 5 selon l'invention qui comprenant ici une première diode électroluminescente ou LED 6 agencée pour émettre un premier faisceau de lumière blanche 7 ayant une première température de couleur Tk_1 et une seconde diode électroluminescente ou LED 8 agencée pour émettre un second faisceau de lumière blanche 9 ayant une seconde
25 température de couleur Tk_2 différente de ladite première température de couleur.

Le dispositif d'éclairage 5 comprend en outre un diviseur de faisceau
10 agencé pour diviser le premier faisceau de lumière blanche 7 en une première partie de premier faisceau 11 qui est réfléchi par le diviseur de
30 faisceau 10 et en une seconde partie de premier faisceau 12 qui est transmise ou réfractée par le diviseur de faisceau 10 et pour diviser le second faisceau de lumière blanche 9 en une première partie de second

faisceau 13 qui est réfléchi par le diviseur de faisceau 10 et une seconde partie de second faisceau 14 qui est transmise ou réfractée par le diviseur de faisceau 10.

Avantageusement, comme on peut le voir sur la figure 2, la première
5 LED 6, la seconde LED 8 et le diviseur de faisceau 10 sont agencés spatialement les uns par rapport aux autres de telle sorte que la seconde partie de premier faisceau 12 qui est transmise par le diviseur de faisceau 10 et la première partie de second faisceau 13 qui est réfléchi par le diviseur de faisceau 10 se superposent pour former un premier faisceau résultant de
10 lumière blanche 15 ayant une température de couleur intermédiaire T_{kr} comprise entre la première température de couleur T_{k1} et la seconde température de couleur T_{k2} , et que la première partie de premier faisceau 11 qui est réfléchi par le diviseur de faisceau 10 et la seconde partie de second faisceau 14 qui est transmise par le diviseur de faisceau 10 se superposent
15 pour former un second faisceau résultant de lumière blanche 16 identique au faisceau 15 et ayant la même température de couleur intermédiaire T_{kr} .

Selon l'invention, comme on le comprend à partir de la figure 2, le dispositif d'éclairage 5 permet donc de générer deux faisceaux de lumière résultants 15, 16 sensiblement identiques qui contiennent chacun du flux
20 lumineux issu de la première LED 6 et du flux lumineux issu de la seconde LED 8. Avantageusement, grâce à l'agencement relatif des LEDs 6, 8 et du diviseur de faisceau 10, on obtient une superposition des faisceaux de lumière issus des LED 6, 8 proche d'une addition.

On obtient ainsi un dispositif d'éclairage 5 produisant une lumière
25 blanche très homogène, ayant une température de couleur intermédiaire et un flux lumineux total égal à la somme des flux lumineux respectifs des première et seconde LEDs 6, 8. La lumière issue des première et seconde LEDs 6, 8 est parfaitement mélangée sans utilisation d'un guide de lumière ou autre dispositif optique limitant le rendement optique.

30 Le diviseur de faisceau 10 doit permettre de diviser sur deux faces opposées un faisceau avec un rendement théorique de 100%, c'est-à-dire sans perte, dont par exemple 50% en réflexion et 50% en transmission ou

encore par exemple 30% en réflexion et 70% en transmission. On peut utiliser par exemple comme diviseur de faisceau 10 un miroir dichroïque ou semi-réfléchissant à haute efficacité qui est neutre sur le plan spectral et qui comprend une lame support (en verre ou en matière synthétique) recouverte
5 d'une couche mince d'un composé métallique ou diélectrique apte à diviser sur deux faces opposées un faisceau lumineux incident en un flux réfléchi et un flux réfracté, la division se faisant sur un spectre d'intensités lumineuses ou encore sur un spectre de longueurs d'onde du flux incident.

Selon l'invention, comme illustré sur la figure 2, le dispositif
10 d'éclairage 5 peut comprendre en outre un moyen d'alimentation en courant électrique 17 adapté pour alimenter de façon séparée les première et seconde LEDs 6, 8 avec des courants I₆, I₈ d'intensités respectives variables et une unité de commande 18 agencée pour commander le moyen d'alimentation 17 de telle sorte que le flux lumineux total reste constant
15 lorsque les intensités respectives varient dans les première et seconde LEDs 6, 8. La température de couleur intermédiaire T_{kr} des premier, second faisceaux résultants 15, 16 peut donc varier en fonction des courants d'alimentation traversant chaque première, seconde LED 6, 8, comme cela sera décrit plus en détail plus bas.

20 Le moyen d'alimentation électrique 17 peut se présenter sous la forme d'une alimentation électrique unique ou alors sous la forme de deux alimentations électriques distinctes.

En amont du diviseur de faisceau 10, chaque LED 6, 8 pourra être reliée à un radiateur de refroidissement, par exemple avec de la graisse
25 thermique.

Dans le cas d'exemple représenté sur la figure 2, la seconde LED 8 est tournée de 90° par rapport à la première LED 6, c'est-à-dire que le premier faisceau de lumière blanche 7 émis par la première LED 6 est sensiblement perpendiculaire au second faisceau de lumière blanche 9 émis
30 par la seconde LED 8. Les première et seconde LEDs 6, 8 sont disposées à égales distances du diviseur de faisceau 10 pour obtenir deux faisceaux résultant 16,15 identiques en terme de géométrie, de flux lumineux et

d'homogénéité chromatique. Sur la figure 2, on a représenté la lame d'un miroir semi-réfléchissant qui est inclinée d'un angle sensiblement égal à 45° par rapport aux axes des premier et second faisceaux de lumière blanche 7, 9 afin d'obtenir une meilleur efficacité de division des faisceaux lumineux.

5 Comme on peut le voir maintenant sur la figure 3, le dispositif d'éclairage 5 peut comprendre en outre un élément optique 19 agencé pour focaliser le premier faisceau résultant 15 vers une certaine zone 20 du champ d'éclairage 2, ainsi qu'un second élément optique 21 agencé pour focaliser le second faisceau résultant 16 vers la même zone 20. Cette zone
10 20 est globalement un volume d'éclairage cylindrique dont le diamètre peut être d'environ 10 à 30 cm et la hauteur de 30 à 60 cm.

Avec cet agencement du dispositif d'éclairage 5, d'une part, le premier faisceau de lumière blanche 7 issu de la première LED 6 est pour moitié transmis vers le premier élément optique 19 (seconde partie de
15 premier faisceau 12) et pour moitié réfléchi vers le second élément optique 21 (première partie de premier faisceau 11) ; et d'autre part, le second faisceau de lumière blanche 9 issu de la seconde LED 8 est pour moitié réfléchi vers le premier élément optique 19 (première partie de second faisceau 13) et pour moitié transmis vers le second élément optique 21
20 (seconde partie de second faisceau 14).

De manière avantageuse, comme représenté sur la figure 3, le premier élément optique 19 est un réflecteur elliptique agencé de telle sorte que la première LED 6 est positionnée au foyer objet F_o du réflecteur elliptique 19 et la zone 20 est positionnée au foyer image F_i du réflecteur
25 elliptique 19. Avantageusement, grâce à l'agencement des première, seconde LEDs 6, 8, du diviseur de faisceau 10 et du réflecteur elliptique 19, tous les rayons du premier faisceau résultant 15 se retrouvent focalisés au foyer image F_i , dans la zone 20, c'est-à-dire la seconde partie de premier faisceau 12 issue de la première LED 6 et la première partie de second
30 faisceau 13 issu de la seconde LED 8. En effet, la première partie de second faisceau 13 issu de la seconde LED 8 est réfléchié par le diviseur de

faisceau 10 et semble provenir de la première LED 6, donc du foyer objet F_o , et par conséquent est focalisée aussi dans le foyer image F_i dans la zone 20.

Comme on peut le voir encore sur la figure 3, le second élément optique 21 est ici une lentille qui est placée dans le second faisceau résultant 5 16 à distance du diviseur de faisceaux 10 de sorte à focaliser les rayons du second faisceau résultant 16 vers la zone 20. Étant donnée la disposition géométrique des première, seconde LED 6, 8, du diviseur de faisceau 10 et du second élément optique 21, la seconde partie de second faisceau 14 issue de la seconde LED 8 se retrouve focalisée au foyer image F_i dans la 10 zone 20, ainsi que la première partie de premier faisceau 11 issue de la première LED 6 réfléchi par le diviseur de faisceau 10 qui semble provenir de la seconde LED 8. On comprendra que le second faisceau résultant 16 peut aussi être dévié, par exemple en mettant un tilt sur la face de sortie de la lentille 21 ou encore en désaxant la lentille 21 par rapport à la LED. On a 15 donc ici les deux faisceaux 15 et 16 qui convergent au point F_i dans la zone 20 du champ opératoire.

Sur la figure 3, on a représenté un troisième élément optique 22 positionné entre la LED 6 et le diviseur de faisceau 10 et aussi entre la LED 8 et le diviseur de faisceau 10 qui a pour fonction de diminuer la divergence 20 des faisceaux de lumière blanche 7 et 9. Ainsi, cet élément optique 22 permet de diminuer globalement la divergence des faisceaux résultants 15 et 16, donc la surface d'éclairage sur le premier élément optique 19, ce qui permet de réduire l'épaisseur de la coupole 4. Cet élément optique 22 peut être une lentille qui sera agencée de telle sorte que l'image virtuelle de la 25 première LED 6 par exemple créée par cette lentille soit positionnée au foyer objet F_o du premier élément optique 19. De cette manière, le faisceau de lumière sortant de cette lentille semble provenir du foyer objet F_o du premier élément optique 19 et est par conséquent focalisé vers le foyer image F_i du réflecteur elliptique 19 dans la zone 20. Il en est de même pour la LED 8 30 avec la lentille 22.

Pour obtenir un éclairage adapté au milieu médical, on choisira des LEDs blanches ayant un indice de rendu des couleurs élevé, compris entre

85 et 100, de préférence compris entre 90 et 100, voire compris entre 95 et 100 et une température de couleur comprise entre 3000K et 5000K. Dans le cas d'exemple, on peut utiliser une LED 6 ayant une température de couleur T_{k1} de 3000K et une LED 8 ayant une température de couleur T_{k2} de 5000K. On obtient alors un éclairage en lumière blanche avec une température de couleur intermédiaire T_{kr} d'environ 4000K lorsque les première et seconde LED 6, 8 sont traversées par des courants respectivement I_6, I_8 d'intensité sensiblement identique, comme cela sera décrit plus en détail ci-après.

De préférence, on choisira des première et seconde LEDs 6, 8 géométriquement identiques hormis leur température de couleur, afin de s'affranchir de toute différence de flux lumineux entre les première, seconde LEDs 6, 8 et d'obtenir un éclairage homogène. La différence entre les première et seconde LEDs pourra se situer par exemple au niveau de la composition des mélanges de poudre de phosphore qui forment les LEDs. En particulier, on choisira de préférence des LEDs provenant du même fournisseur, ayant par exemple un même boîtier, des mêmes puces électroniques et nécessitant un même type d'alimentation.

On comprend donc qu'avec un dispositif d'éclairage 5 selon l'invention qui ne comprend que des LEDs blanches, la présence d'un obstacle dans le flux lumineux du dispositif d'éclairage 5 ne crée pas d'ombre colorée dans le champ opératoire 2.

Par ailleurs, il est connu que le flux lumineux d'une LED dépend de l'intensité du courant qui la traverse. Selon l'invention, l'unité de commande 18 est agencée pour faire varier l'intensité des courants électriques I_6, I_8 traversant respectivement les première et seconde LEDs 6, 8 selon un principe de vases communicants afin de maintenir constant le flux lumineux total, de sorte que l'éclairement dans le champ opératoire 2 reste constant lors du changement de la température de couleur intermédiaire. On entend ici par « constant » que le flux lumineux est identique à 5% près.

Ainsi, le dispositif d'éclairage 5 selon l'invention produit une lumière blanche ayant une température de couleur intermédiaire T_{kr} qui est

modulable entre la première température de couleur T_{k1} de la LED 6 et la seconde température de couleur T_{k2} de la LED 8, à éclairage constant grâce à une simple variation appropriée de l'intensité des courants respectifs alimentant les première, seconde LEDs 6, 8.

5 La figure 4 est un graphique qui illustre différentes températures T_{kr} de la lumière d'éclairage du dispositif d'éclairage 5 obtenues à partir de différentes intensités de courant I_6, I_8 alimentant les première et seconde LEDs 6, 8 qui permettent de conserver un flux lumineux total constant. On voit sur ce graphique que les intensités de courant appropriées des première
10 et seconde LEDs 6, 8 varient selon un principe des vases communicants, c'est-à-dire de façon sensiblement complémentaire et opposée, en tenant compte de petites corrections. En particulier, si les courants d'alimentation des première, seconde LEDs 6, 8 sont tels que les flux lumineux respectifs des première, seconde LEDs 6, 8 sont égaux, alors la température de
15 couleur intermédiaire T_{kr} est la demie somme des première, seconde températures de couleur T_{k1}, T_{k2} . Si le courant dans la seconde LED 8 est nul, alors la température de couleur intermédiaire est égale à la première température de couleur de la première LED 6. A l'inverse, si le courant dans la première LED 6 est nul, alors la température de couleur intermédiaire est
20 égale à la seconde température de couleur de la seconde LED 8. Plus le courant traversant la seconde LED 8 sera élevé par rapport à celui traversant la première LED 6, plus la température de couleur intermédiaire tendra vers la seconde température de couleur de la seconde LED 8, et inversement.

Le graphique de la figure 4 a été obtenu en mesurant un spectre de
25 la lumière produite par le dispositif d'éclairage 5 avec un capteur adapté, par exemple un spectromètre, et en évaluant, à partir de ce spectre, de manière classique, la température de couleur de la lumière produite par le dispositif d'éclairage 5. On construit ainsi un calibrage du dispositif d'éclairage 5 qui indique les intensités de courant d'alimentation des LEDs 6, 8 à fournir pour
30 obtenir une certaine température de couleur intermédiaire du dispositif d'éclairage 5.

Un tel capteur comme un spectromètre peut donc être incorporé dans un dispositif d'éclairage 5 selon l'invention pour mesurer la température de couleur intermédiaire T_{kr} en temps réel de sorte à ajuster les valeurs d'intensité I_6 , I_8 respectivement des première et seconde LEDs 6, 8.

5 On voit bien sur la figure 4 qu'avec des première et seconde LEDs 6, 8 ayant des températures de couleur respectives de 3000K et 5000K, on peut faire varier la température de couleur intermédiaire du dispositif d'éclairage 5, ici par palier, entre environ 3000K et 5000K.

La figure 5 illustre de façon très schématique un appareil d'éclairage du type coupole incorporant plusieurs dispositif d'éclairage 5. La coupole 4 a ici une forme générale de demi-sphère aplatie et évidée à son pôle 23. Elle présente des côtes 24 intérieures sur des arcs de méridien régulièrement espacés autour de l'axe de révolution A-A de la coupole, chaque côte 24 séparant deux dispositifs d'éclairage 5 adjacents. Le réflecteur elliptique 19 d'un dispositif d'éclairage 5 est globalement constitué sur la figure 5 par un arc d'un fuseau ellipsoïde 25 défini entre deux côtes adjacentes 24 à l'intérieur de la coupole. On a aussi représenté sur cette figure 5, les diviseurs de faisceaux optiques 10 à lame plane ou à symétrie de révolution et également les LEDs 6 et 8 qui sont répartis autour de l'axe A-A.

20 Avantageusement, l'ensemble des miroirs 10 adjacents deux à deux et répartis autour de l'axe A-A peuvent être conçus comme une pièce annulaire à facettes. De même, les réflecteurs elliptiques 19 peuvent aussi être conçus comme une pièce unique de forme annulaire. L'alimentation 17 et l'unité de commande 18 peuvent avantageusement être placées au pôle 23 de la coupole sans interférence avec le système optique en lui-même.

Dans l'appareil d'éclairage 4, il y a autant de LEDs 6 que de LEDs 8. Les LEDs 6 et les LEDs 8 sont respectivement disposées sur deux anneaux concentriques définis par les bords périphériques extérieurs d'un support 30 ici à section en T montré en perspective sur la figure 6 et en coupe axiale sur la figure 3. Ce support 30 se présente à la partie supérieure du T sous la forme d'un disque portant les LEDs 8 éclairant vers le bas du T. Le support se présente en outre à la partie inférieure du T sous la forme d'un cylindre

concentrique au disque et de plus faible diamètre et portant les LEDs 6 qui éclairent latéralement par rapport au T. Comme visible sur la figure 3, le support en T 30 s'étend axialement selon l'axe A de la zone 20 d'éclairage du champ opératoire. Le support 30 peut avoir aussi une fonction de radiateur
5 pour les LEDs 6 et 8.

Il va de soi que la présente invention ne saurait être limitée à la description qui précède d'un de ses modes de réalisation, susceptibles de subir quelques modifications sans pour autant sortir du cadre de l'invention. En particulier, selon la puissance des LEDs disponibles sur le marché et la
10 puissance d'éclairement souhaitée, on pourra choisir de monter une ou plusieurs LEDs 6 respectivement plusieurs LEDs 8 dans chaque dispositif d'éclairage 5. Mais l'utilisation d'une seule LED telle 6 ou 8 très puissante permet de réduire la surface de cartes électroniques du dispositif d'éclairage, ce qui apporte un avantage économique et écologique. On peut aussi utiliser
15 une LED 6 blanche et une LED 8 rouge pour améliorer le rendu de couleurs R9.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif d'éclairage (5) à LED comprenant une première LED (6)
5 agencée pour émettre un premier faisceau de lumière (7) ayant une première
température de couleur et une seconde LED (8) agencée pour émettre un
second faisceau de lumière blanche (9) ayant une seconde température de
couleur différente de ladite première température de couleur, **caractérisé** en
ce qu'il comprend en outre un diviseur de faisceau (10) pour diviser ledit
10 premier faisceau de lumière (7) en une première partie de premier faisceau
(11) qui est réfléchiée par le diviseur de faisceau (10) et en une seconde
partie de premier faisceau (12) qui est transmise par le diviseur de faisceau
(10) et pour diviser ledit second faisceau de lumière (9) en une première
partie de second faisceau (13) qui est réfléchiée par le diviseur de faisceau
15 (10) et une seconde partie de second faisceau (14) qui est transmise par le
diviseur de faisceau (10), en ce que ladite première LED (6), ladite seconde
LED (8) et ledit diviseur de faisceau (10) sont agencés spatialement les uns
par rapport aux autres de telle sorte que ladite seconde partie du premier
faisceau (12) qui est transmise et ladite première partie du second faisceau
20 (13) qui est réfléchiée se superposent pour former un premier faisceau
résultant (15) ayant une température de couleur intermédiaire comprise entre
la première température de couleur et la seconde température de couleur, et
que ladite première partie du premier faisceau (11) qui est réfléchiée et ladite
seconde partie du second faisceau (14) qui est transmise se superposent
25 pour former un second faisceau résultant (16) ayant ladite température de
couleur intermédiaire.

2. Dispositif d'éclairage selon la revendication 1, comprenant en outre
un moyen d'alimentation (17) en courant électrique adapté pour alimenter
lesdites première et seconde LEDs (6, 8) avec des intensités de courant
30 respectives variables, et une unité de commande (18) agencée pour
commander ledit moyen d'alimentation (17) de telle sorte que la somme des

flux lumineux des première et seconde LEDs (6, 8) reste constante lorsque lesdites intensités de courants respectives varient.

3. Dispositif d'éclairage selon l'une des revendications 1 ou 2, dans lequel ledit premier faisceau de lumière (7) émis par ladite première LED (6) est sensiblement perpendiculaire audit second faisceau de lumière (9) émis par ladite seconde LED (8).
4. Dispositif d'éclairage selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel lesdites première et seconde LEDs (6, 8) sont disposées à des distances respectives dudit diviseur de faisceau (10) sensiblement égales.
5. Dispositif d'éclairage selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel ledit diviseur de faisceau (10) est un miroir semi-réfléchissant.
6. Dispositif d'éclairage selon la revendication 5, dans lequel ledit miroir semi-réfléchissant est incliné d'un angle sensiblement égal à 45° par rapport aux dits premier et second faisceaux de lumière blanche (7, 9) .
7. Dispositif d'éclairage selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel lesdites première et seconde LEDs (6, 8) sont sensiblement identiques d'un point de vue géométrique.
8. Dispositif d'éclairage selon l'une des revendications 1 à 7, comprenant en outre un premier élément optique (19) agencé pour focaliser ledit premier faisceau résultant (15) vers une zone (20) du champ d'éclairage et un second élément optique (21) agencé pour focaliser ledit second faisceau résultant (16) vers ladite zone (20).
9. Dispositif d'éclairage selon la revendication 8, dans lequel ledit premier élément optique (19) est un réflecteur elliptique et le ledit second élément optique (21) est une lentille.
10. Dispositif d'éclairage selon l'une des revendications 8 à 9, dans lequel ledit réflecteur elliptique est agencé de telle sorte que ladite première

LED (6) est positionnée audit foyer objet (F_o) dudit réflecteur elliptique et ladite zone (20) est positionnée audit foyer image (F_i) dudit réflecteur elliptique.

11. Dispositif d'éclairage selon la revendication 8, comprenant en outre
5 un troisième élément optique (22) positionné entre chaque LED (6,8) et ledit diviseur de faisceau (10).

12. Dispositif d'éclairage selon la revendication 11, dans lequel ledit
troisième élément optique (22) est une lentille agencée de telle sorte que
l'image virtuelle de ladite LED (6) est positionnée au foyer objet (F_o) dudit
10 réflecteur elliptique.

13. Dispositif d'éclairage selon l'une des revendications précédentes,
dans lequel chaque LED (6, 8) a une température de couleur comprise entre
3000 degrés Kelvin et 5000 degrés Kelvin.

14. Dispositif d'éclairage selon l'une des revendications précédentes,
15 dans lequel lesdites première et seconde LEDs émettent une lumière
blanche.

15. Appareil d'éclairage médical, notamment d'un champ opératoire (2),
comportant au moins un dispositif d'éclairage (5) selon l'une des
revendications précédentes.

20 16. Appareil selon la revendication 14, du type à coupole d'éclairage
dans laquelle plusieurs dispositifs d'éclairage (5) sont disposés autour de
l'axe (A) de la coupole.

1/3

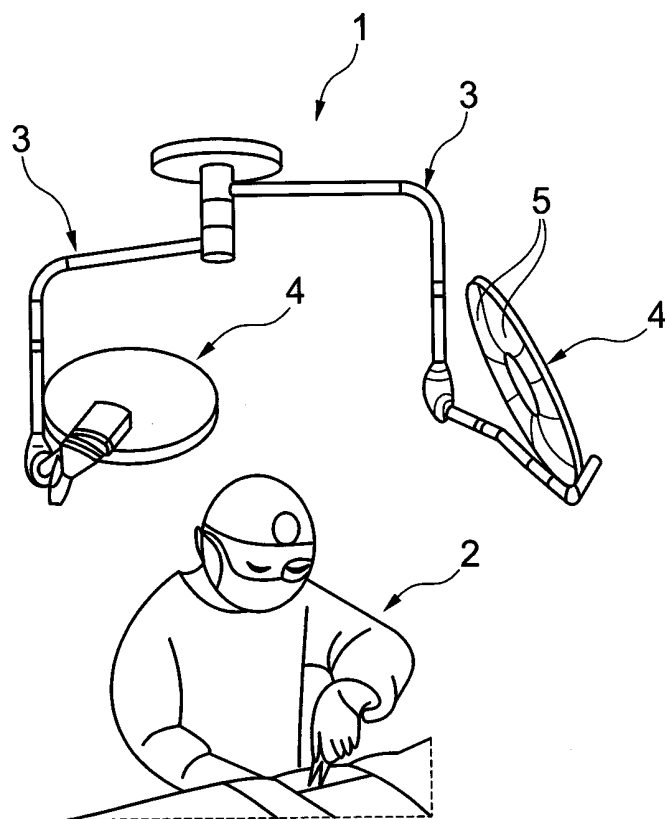


Fig. 1

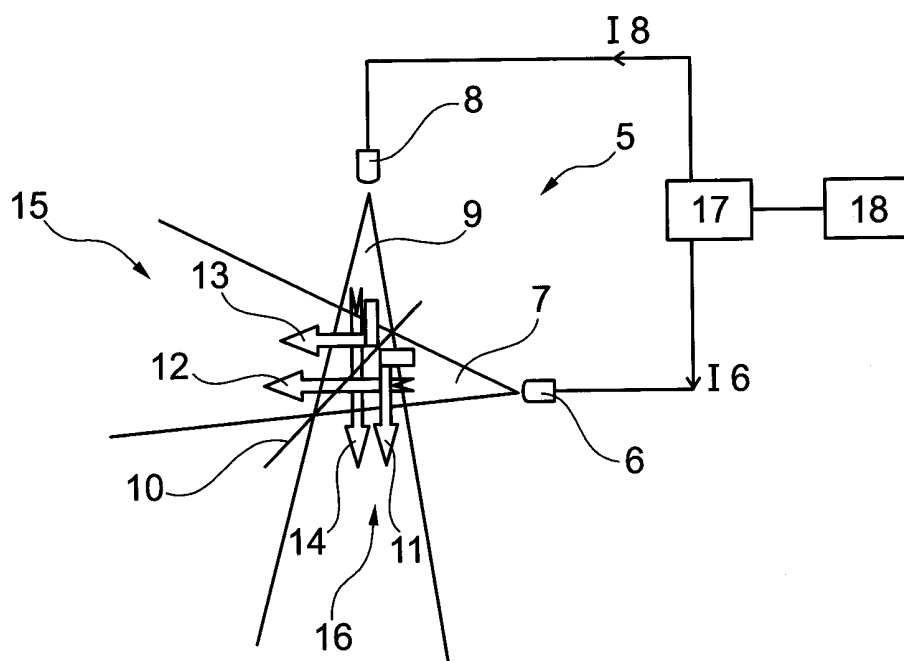


Fig. 2

2/3

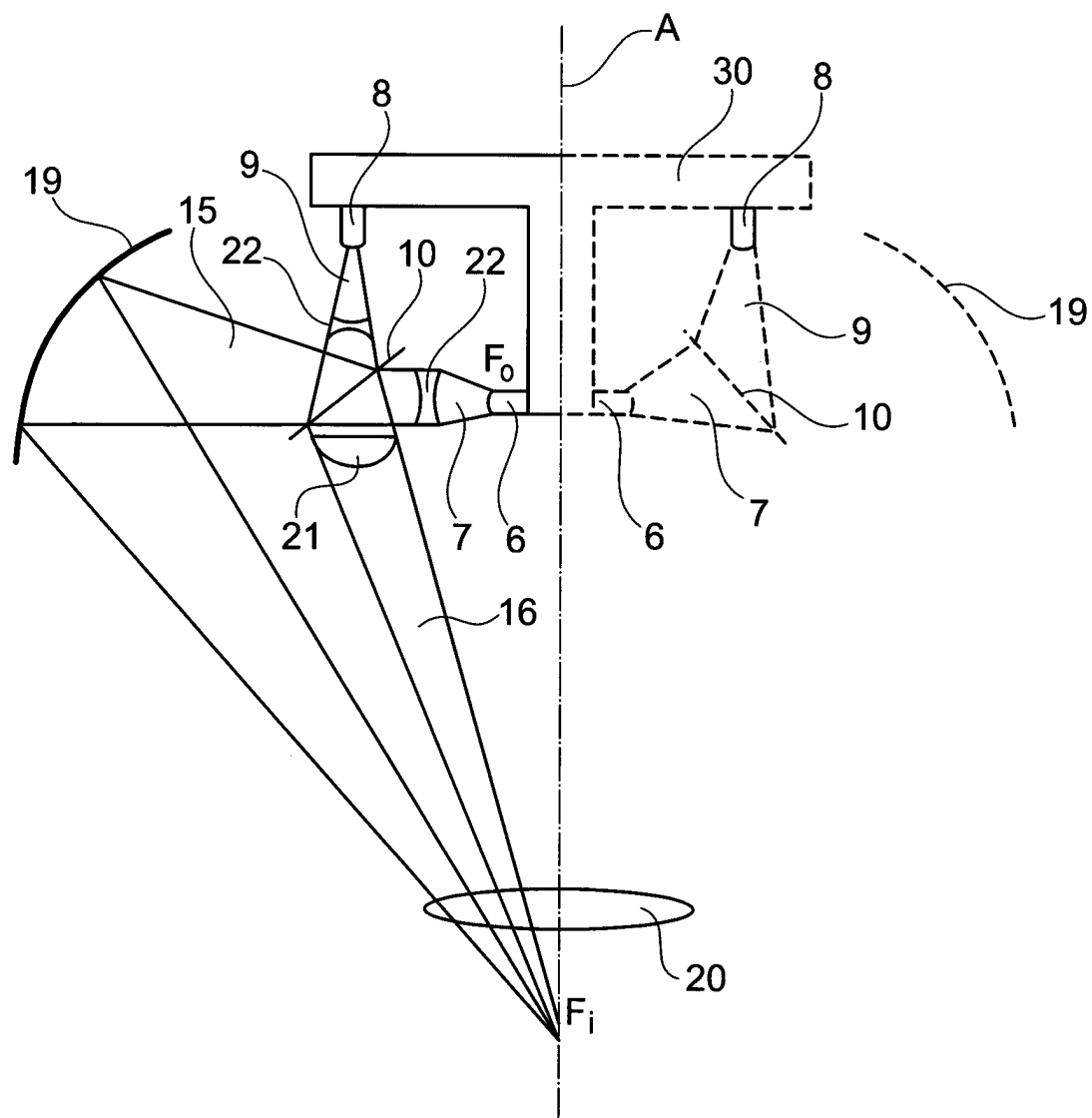


Fig. 3

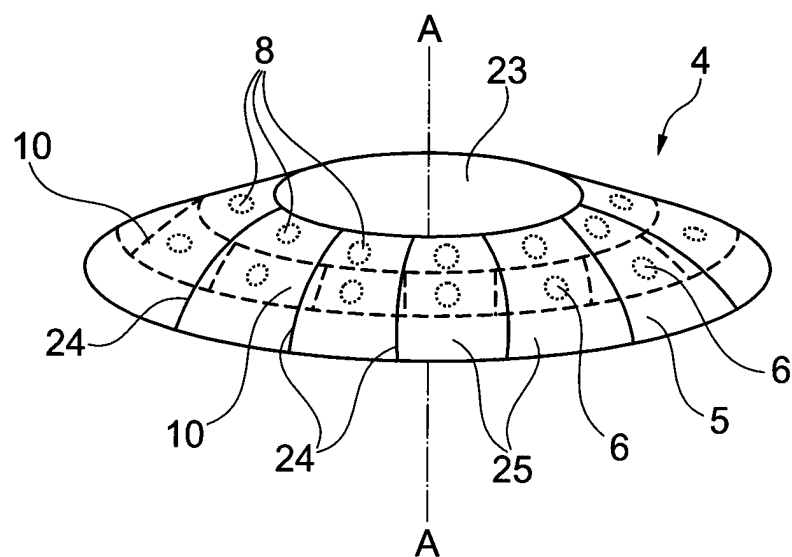


Fig. 5

3/3

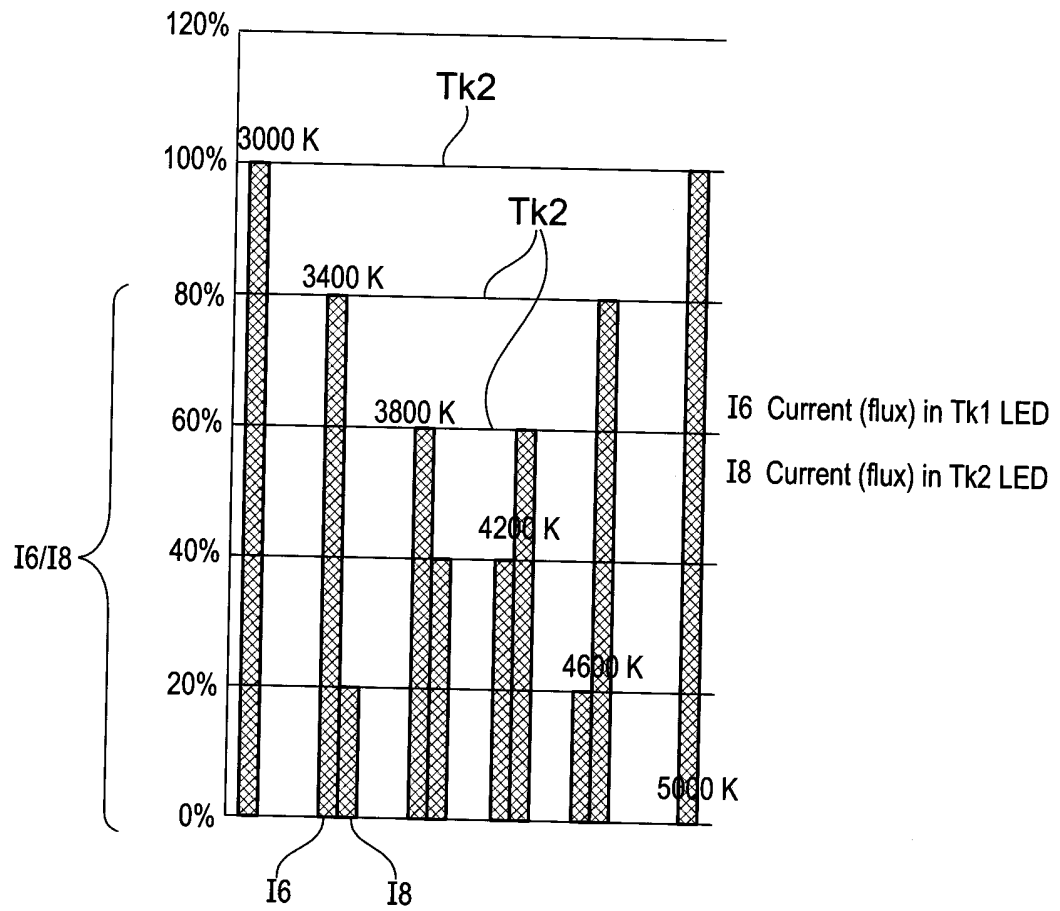


Fig. 4

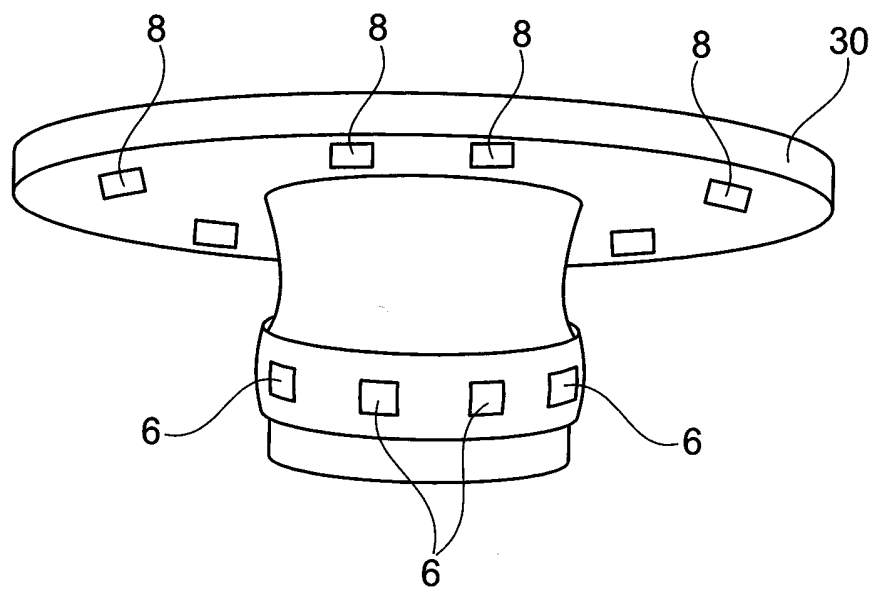


Fig. 6



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 774406
FR 1261765

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
Y	US 2006/007538 A1 (ROBINSON MICHAEL G [US]) 12 janvier 2006 (2006-01-12) * figures 1, 3 * * alinéas [0028], [0030] * -----	1-7,15	F21V13/02 F21W131/20
Y	US 2011/292343 A1 (PAPAC MICHAEL [US] ET AL) 1 décembre 2011 (2011-12-01) * alinéas [0015], [0016]; figure 1 * -----	1-7,15	
A	US 2010/002428 A1 (HALL GRAEME [GB] ET AL) 7 janvier 2010 (2010-01-07) * abrégé; figures 4, 7 * * alinéas [0002], [0007], [0010], [0113] - [0115], [0120] * -----	1	
A	US 2007/138966 A1 (MARKA RUDOLF [DE] ET AL) 21 juin 2007 (2007-06-21) * figure 2 * * alinéas [0006], [0007], [0015], [0016] * -----	1,2	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			G02B F21V F21W F21Y
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
22 avril 2013		Sacepe, Nicolas	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
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 bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1261765 FA 774406

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

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **22-04-2013**

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

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
US 2006007538 A1		12-01-2006	EP	1763697 A2	21-03-2007
			EP	2418522 A1	15-02-2012
			JP	4825203 B2	30-11-2011
			JP	2008506155 A	28-02-2008
			US	2006007538 A1	12-01-2006
			US	2010238549 A1	23-09-2010
			WO	2006014430 A2	09-02-2006

US 2011292343 A1		01-12-2011	AUCUN		

US 2010002428 A1		07-01-2010	EP	2109738 A1	21-10-2009
			EP	2458264 A2	30-05-2012
			US	2010002428 A1	07-01-2010
			WO	2008087404 A1	24-07-2008

US 2007138966 A1		21-06-2007	AT	532000 T	15-11-2011
			CN	1991238 A	04-07-2007
			EP	1785665 A1	16-05-2007
			HK	1104345 A1	04-05-2012
			JP	2007144158 A	14-06-2007
			US	2007138966 A1	21-06-2007
