

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 21.06.19.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 25.12.20 Bulletin 20/52.

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 :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATO-
MIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES Etablis-
sement public — FR.

⑦② Inventeur(s) : LE BLEVENNEC Gilles.

⑦③ Titulaire(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATO-
MIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES Etablis-
sement public.

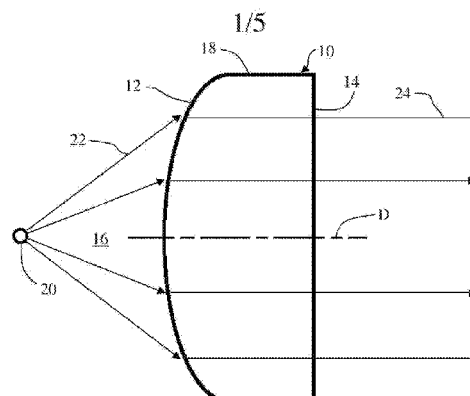
⑦④ Mandataire(s) : CABINET BEAUMONT.

⑤④ Dispositif optique de collimation.

⑤⑦ Dispositif optique de collimation

La présente description porte sur un dispositif de colli-
mation (10) d'axe D, comprenant une première face (12)
placée dans un milieu extérieur (16) ayant un premier indice
de réfraction n_1 et recevant un rayonnement électromagné-
tique (22, 24) fourni par une source lumineuse (S) située à
une distance L de la première face et une deuxième face
(14) fournissant le rayonnement électromagnétique collima-
té. Le dispositif de collimation est principalement en un pre-
mier matériau ayant un deuxième indice de réfraction n_2 et
la première face (12) est définie par la révolution autour de
l'axe D d'un profil (C) défini dans un plan perpendiculaire à
l'axe D.

Figure pour l'abrégé : Figure 1.



Description

Titre de l'invention : Dispositif optique de collimation

Domaine technique

[0001] La présente invention concerne de façon générale les dispositifs optiques de collimation.

Technique antérieure

[0002] Pour certaines applications, il est souhaitable de disposer d'un faisceau lumineux sensiblement collimaté, c'est-à-dire que les rayons lumineux du faisceau lumineux sont sensiblement parallèles. C'est le cas notamment pour le transport d'un faisceau lumineux dans un guide d'onde pour garantir une propagation sans perte dans le guide d'onde. Toutefois, de nombreuses sources lumineuses ne produisent pas de la lumière collimatée. C'est le cas par exemple d'une diode électroluminescente qui présente un diagramme d'émission très ouvert, typiquement à 120 °. Il est alors nécessaire de prévoir un dispositif de collimation entre la source lumineuse et le guide d'onde. Un exemple de dispositif de collimation correspond à une lentille de collimation.

[0003] De façon générale, le dispositif de collimation comprend une face d'entrée recevant le faisceau lumineux émis par la source lumineuse et une face de sortie fournissant le faisceau collimaté. Les dimensions de la face de sortie du dispositif de collimation sont généralement supérieures aux dimensions de la face d'entrée du guide d'onde de sorte qu'un coupleur optique doit être interposé entre le dispositif de collimation et le guide d'onde pour guider la lumière collimatée émise par la face de sortie du dispositif de collimation jusqu'à la face d'entrée du guide d'onde.

[0004] Un inconvénient est que la face de sortie d'une lentille de collimation a généralement une forme courbe tandis que la face d'entrée d'un coupleur optique est généralement plane, de sorte qu'il demeure un interstice entre la lentille de collimation et le coupleur optique, la face de sortie de la lentille de collimation ne pouvant pas être accolée en totalité à la face d'entrée du coupleur optique. Ceci peut rendre complexe le montage du dispositif de collimation et du coupleur optique.

Résumé de l'invention

[0005] Ainsi, un objet d'un mode de réalisation est de pallier au moins en partie les inconvénients des dispositifs de collimation décrits précédemment.

[0006] Un objet d'un mode de réalisation est que la face de sortie du dispositif de collimation soit plane.

[0007] Un autre objet d'un mode de réalisation est que le dispositif de collimation peut être accolé à un coupleur optique.

[0008] Un mode de réalisation prévoit un dispositif de collimation d'axe D, comprenant une

première face destinée à être placée dans un milieu extérieur ayant un premier indice de réfraction n_1 et à recevoir un rayonnement électromagnétique fourni par une source lumineuse située à une distance L de la première face et une deuxième face destinée à fournir le rayonnement électromagnétique collimaté. Le dispositif de collimation est principalement en un premier matériau ayant un deuxième indice de réfraction n_2 et la première face est définie par la révolution autour de l'axe D d'un profil défini dans un plan perpendiculaire à l'axe D, chaque point dudit profil étant défini par une abscisse x et une ordonnée y dans un repère dont l'axe des abscisses est contenu dans ledit plan et perpendiculaire à l'axe D et passant par le centre de la première face et l'axe des ordonnées est l'axe D, le profil étant la courbe représentative de la fonction $y(x)$ obtenue, à 10 % près, par intégration numérique de l'équation différentielle donné par la relation 6) décrite par la suite.

- [0009] Selon un mode de réalisation, la deuxième face est plane.
- [0010] Selon un mode de réalisation, la deuxième face est perpendiculaire à l'axe D.
- [0011] Selon un mode de réalisation, le dispositif comprend une paroi latérale cylindrique d'axe D reliant la première face à la deuxième face.
- [0012] Selon un mode de réalisation, les première et deuxième faces ont chacune un rayon compris entre 1 mm et 100 mm.
- [0013] Selon un mode de réalisation, le milieu extérieur est l'air.
- [0014] Un mode de réalisation prévoit un système optoélectronique comprenant une source lumineuse et un dispositif de collimation tel que défini précédemment, la source lumineuse étant adaptée à fournir ledit rayonnement électromagnétique et étant, de préférence, une source lambertienne.
- [0015] Selon un mode de réalisation, le système optoélectronique comprend en outre un coupleur optique d'un deuxième matériau, identique ou différent du premier matériau, au contact de la deuxième face.
- [0016] Selon un mode de réalisation, le coupleur optique correspond à un tronc de cône d'axe D.
- [0017] Selon un mode de réalisation, le dispositif optique et le coupleur optique forment une pièce monobloc.
- [0018] Selon un mode de réalisation, le système optoélectronique comprend en outre un guide d'onde d'un troisième matériau, identique ou différent du deuxième matériau, au contact du coupleur optique.
- [0019] Selon un mode de réalisation, le guide d'onde comprend un faisceau de fibres optiques.

Brève description des dessins

- [0020] Ces caractéristiques et avantages, ainsi que d'autres, seront exposés en détail dans la

description suivante de modes de réalisation particuliers faite à titre non limitatif en relation avec les figures jointes parmi lesquelles :

- [0021] [fig.1] la figure 1 est une vue en coupe, partielle et schématique, d'un mode de réalisation d'un dispositif de collimation recevant un rayonnement émis par une source lumineuse ;
- [0022] [fig.2] la figure 2 est une vue en coupe, partielle et schématique, illustrant des paramètres géométriques du dispositif de collimation de la figure 1 ;
- [0023] [fig.3] la figure 3 représente des profils de la face d'entrée du dispositif de collimation pour différentes distances entre la source lumineuse et la face d'entrée ;
- [0024] [fig.4] la figure 4 représente une vue en coupe, partielle et schématique, d'un dispositif optoélectronique comprenant une source lumineuse, le dispositif de collimation de la figure 1, un coupleur optique et un guide d'onde ;
- [0025] [fig.5] la figure 5 représente une carte de profil de l'irradiance du rayonnement qui s'échappe par la face de sortie du guide d'onde ;
- [0026] [fig.6] la figure 6 représente des courbes d'évolution de l'irradiance de la carte de profil de la figure 5 selon deux axes perpendiculaires ;
- [0027] [fig.7] la figure 7 représente une courbe d'évolution du rendement du dispositif optoélectronique de la figure 4 en fonction des dimensions de la source lumineuse ;
- [0028] [fig.8] la figure 8 présente une courbe d'évolution du rendement du dispositif optoélectronique de la figure 4 en fonction pour des variations de la distance entre la source lumineuse et le dispositif de collimation par rapport à une position nominale ;
- [0029] [fig.9] la figure 9 représente une courbe d'évolution du rendement du dispositif optoélectronique de la figure 4 en fonction d'un écart de la source lumineuse par rapport à l'axe du dispositif de collimation ;
- [0030] [fig.10] la figure 10 représente une carte de profil de l'irradiance du rayonnement qui s'échappe par la face de sortie du guide d'onde pour une source lumineuse désaxée ;
- [0031] [fig.11] la figure 11 représente des courbes d'évolution de l'irradiance de la carte de profil de la figure 10 selon deux axes perpendiculaires.

Description des modes de réalisation

- [0032] De mêmes éléments ont été désignés par de mêmes références dans les différentes figures. En particulier, les éléments structurels et/ou fonctionnels communs aux différents modes de réalisation peuvent présenter les mêmes références et peuvent disposer de propriétés structurelles, dimensionnelles et matérielles identiques. Par souci de clarté, seuls les éléments utiles à la compréhension des modes de réalisation décrits ont été représentés et sont détaillés. Sauf précision contraire, les expressions "environ", "approximativement", "sensiblement", et "de l'ordre de" signifient à 10 % près, de préférence à 5 % près. Dans le cas où les termes "environ", "approxima-

tivement", "sensiblement", et "de l'ordre de" sont utilisés en relation avec une direction ou un angle, ils signifient à 10° près, de préférence à 5° près.

- [0033] Dans la suite de la description, on appelle rayonnement utile le rayonnement électromagnétique devant être transmis par le coupleur et on entend par indice de réfraction d'un matériau l'indice de réfraction du matériau à la longueur d'onde du rayonnement utile. A titre d'exemple, il peut s'agir d'un rayonnement dans le spectre visible, l'infrarouge ou les microondes. Lorsque le rayonnement utile n'est pas un rayonnement monochromatique, on considère l'indice de réfraction moyen sur la plage de longueurs d'ondes du rayonnement utile. Dans la suite de la description, on entend par l'expression "un élément principalement en un matériau" que ledit élément comprend en volume plus de 50 % dudit matériau, de préférence plus de 80 % en volume, plus préférentiellement plus de 90 % en volume.
- [0034] La figure 1 est une vue en coupe schématique représentant un dispositif de collimation 10 d'axe D à base circulaire comprenant une face d'entrée 12 et une face de sortie 14. Selon un mode de réalisation, le dispositif de collimation 10 est à symétrie de révolution autour de l'axe D. Selon un mode de réalisation, la face d'entrée 12 est courbe. Selon un mode de réalisation, la face de sortie 14 est plane et perpendiculaire à l'axe D. La face d'entrée 12 est au contact d'un milieu extérieur 16, par exemple de l'air. Selon un mode de réalisation, le dispositif de collimation 10 comprend une paroi latérale cylindrique 18 à base circulaire pouvant être au contact du milieu extérieur 16 et reliant la face d'entrée 12 à la face de sortie 14. Selon un autre mode de réalisation, la paroi latérale 18 n'est pas présente et la face de sortie 14 est directement reliée à la face d'entrée 12.
- [0035] On a représenté en outre une source lumineuse 20 en figure 1. La face d'entrée 12 du dispositif de collimation 10 est destinée à recevoir un rayonnement non collimaté, dont certains rayons 22 sont représentés en figure 1, émis par la source lumineuse 20, et à fournir, par la face de sortie 14, un rayonnement sensiblement collimaté, dont des rayons 24 sont représentés en figure 1. A titre d'exemple, la source lumineuse 20 est une diode électroluminescente qui est généralement équivalente à une source lumineuse lambertienne, une source lambertienne étant une source de lumière dont la luminance est uniforme angulairement, c'est-à-dire identique dans toutes les directions.
- [0036] La figure 2 est une vue en coupe, partielle et schématique, d'une partie du dispositif de collimation illustrant le principe de détermination de la face d'entrée 12 du dispositif de collimation 10. On considère que le milieu extérieur 16 a un indice de réfraction n_1 et que le dispositif de collimation 10 a une structure homogène en un matériau ayant un indice de réfraction n_2 .
- [0037] On définit, dans le plan de coupe, un repère (Oxy) d'origine O, l'axe (Oy) correspondant à l'axe de révolution D du dispositif de collimation 10 et l'axe (Ox) étant

perpendiculaire à l'axe (Oy) et situé dans le plan de coupe de la figure 2. Pour la détermination de la forme de la face d'entrée 12, la source lumineuse S est considérée comme étant une source ponctuelle placée sur l'axe (Oy). La face d'entrée 12 étant à symétrie de révolution autour de l'axe (Oy), il suffit de définir dans le repère (Ox, Oy) la courbe C correspondant au profil de la face d'entrée 12 dans le demi-plan à droite de l'axe (Oy).

[0038] On appelle :

- L la distance entre la source lumineuse S et l'origine O ;
- (x, y) les coordonnées d'un point M appartenant à la courbe C dans le repère (Oxy) ;
- θ l'angle entre l'axe (Oy) et la droite (SM) ;
- T la tangente à la courbe C au point M ;
- N la normale à la courbe C au point M ;
- α l'angle entre l'axe (Ox) et la tangente T ;
- θ_1 l'angle entre la droite (MS) et la normale N, c'est-à-dire l'angle d'incidence du rayon lumineux 22 dirigée selon la droite (SM) par rapport au dispositif de collimation 10 ; et
- θ_2 l'angle entre la normale N et le rayon 24, c'est-à-dire l'angle de réfraction du rayon incident 22 par rapport à face d'entrée 12.

[0039] Les angles θ_1 et θ_2 sont liés par la loi de Snell-Descartes selon la relation 1) suivante :
[Math.1]

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

[0040] Il est recherché une collimation du rayonnement incident. Les angles α et θ_2 sont liés par la relation 2) suivante :

[Math.2]

$$\alpha = \theta_2$$

[0041] La distance L, l'angle θ et les coordonnées (x, y) du point M sont liés par la relation 3) suivante :

[Math.3]

$$\tan \theta = \frac{x}{y+L}$$

[0042] Les angles θ_1 , θ et α sont liés par la relation 4) suivante :

[Math.4]

$$\theta_1 = \theta + \alpha$$

[0043] En outre, la pente de la tangente T est égale à l'angle α , ce qui se traduit par la relation 5) suivante :

[Math.5]

$$y'(x) = \tan \alpha$$

[0044] En combinant les relations 1) à 5) précédentes et en utilisant l'approximation aux

petits angles, on obtient une équation différentielle selon la relation 6) suivante :

[Math.6]

$$y'(x) = n_1 \left(\frac{x}{y+L} \right) / \left(n_2 - n_1 \left(\frac{x}{y+L} \right)^2 \right)$$

- [0045] On considère que la face d'entrée 12 passe par le point O et que la tangente à la face d'entrée 12 au point O correspond à l'axe (Ox). Ceci se traduit par les conditions initiales données par les relations 7) suivantes :

[Math.7]

$$y(0)=0 \text{ et } y'(0)=0$$

- [0046] Dans le cas où le milieu extérieur 16 est l'air, ce qui correspond à l'indice de réfraction n_1 égal à 1, et que le dispositif de collimation 10 est en poly(méthacrylate de méthyle) (PMMA), ce qui correspond à l'indice de réfraction n_2 égal à 1,5, une intégration numérique de l'équation différentielle selon la relation 6) est donnée par la relation 8) suivante :

[Math.8]

$$y(x) = \frac{6^{\frac{1}{2}} ((x^4 + 22500)^{\frac{1}{2}} + x^2)^{1/2}}{3} - 10$$

- [0047] La figure 3 représente des courbes C_1 , C_2 , C_3 et C_4 de profil de la face d'entrée 12 déterminées à partir de la relation 8) précédente dans le cas où la distance L entre la source lumineuse S et le centre O de la face d'entrée 12 est égale respectivement à 2 mm, 5 mm, 10 mm et 20 mm.
- [0048] La figure 4 est une vue en coupe schématisée d'un système optoélectronique 25 comprenant le dispositif de collimation 10 représenté en figure 1 associé à un coupleur optique 30 tronconique à base circulaire au contact d'un guide d'onde 40 cylindrique à base circulaire. La forme du coupleur optique 30 est donnée à titre d'exemple, le coupleur optique 30 pouvant avoir une autre forme que celle représentée en figure 4. La forme de la face d'entrée 12 du dispositif de collimation 10 est déterminée comme cela a été décrit précédemment.
- [0049] Le coupleur optique 30 comprend une face d'entrée 32 qui est accolée à la face de sortie 14 du dispositif de collimation 10 et une face de sortie 34 au contact du guide d'onde 40. Les faces d'entrée 32 et de sortie 34 du coupleur optique 30 sont perpendiculaires à l'axe D. Le coupleur optique 30 comprend une paroi latérale tronconique 36, au contact du milieu extérieur 16, reliant la face d'entrée 32 à la face de sortie 34. Le coupleur optique 30 peut être du même matériau que le dispositif de collimation 10 ou en un autre matériau que celui du dispositif de collimation 10. Selon un autre mode de réalisation, le dispositif de collimation 10 et le coupleur optique 30 peuvent correspondre à une pièce monobloc.
- [0050] Le guide d'onde 40 comprend une face d'entrée 42 plane accolée à la face de sortie 34

du coupleur optique et une face de sortie 44 plane, opposée à la face d'entrée 42 et perpendiculaire à l'axe D. Le guide d'onde 40 comprend une paroi latérale cylindrique 46, au contact du milieu extérieur 16, reliant la face d'entrée 42 à la face de sortie 44. Le guide d'onde 40 peut être du même matériau que le coupleur optique 30 ou en un autre matériau que celui du coupleur optique 30. Selon un mode de réalisation, le guide d'onde 40 peut correspondre à un faisceau de fibres optiques.

[0051] La figure 4 représente les parcours de rayons lumineux déterminés par simulation. La face d'entrée 12 suivait le profil C3 de la figure 3. La face de sortie 14 était plane. La face d'entrée 32 et la face de sortie 34 du coupleur optique 30 étaient planes et la longueur du coupleur optique 10 mesurée selon l'axe D était de 158 mm. Pour les simulations représentés en figure 4, la source lumineuse S était une source circulaire de 0,2 mm de diamètre centrée sur l'axe D et perpendiculaire à l'axe D à une distance L du point O, c'est-à-dire une source lumineuse quasi-ponctuelle. La distance L était égale à 10 mm. De plus, pour les simulations, le dispositif de collimation 10, le coupleur optique 30 et le guide d'onde 40 étaient en PMMA et le milieu extérieur 16 était de l'air. Comme cela apparaît sur la figure 4, les rayons lumineux émis par la source lumineuse S sont sensiblement collimatés par le dispositif de collimation 10 et sont guidés par le coupleur optique 30 jusqu'au guide d'onde 40.

[0052] Comme cela apparaît sur la figure, les rayons lumineux émis par la source lumineuse S ne sont pas parfaitement collimatés par le dispositif de collimation 10. Cela est dû aux approximations effectuées pour déterminer la forme de la face d'entrée 12 et au fait que la source lumineuse S n'est pas parfaitement ponctuelle.

[0053] Le dispositif de collimation 10 présente de façon avantageuse une forme simple et peut être facilement fabriqué, par exemple par moulage ou par usinage.

[0054] La figure 5 représente une carte de profil, obtenue par simulation, de l'irradiance I du rayonnement qui s'échappe par la face de sortie 44 du guide d'onde 40 de la figure 4 dans le plan de la face de sortie 44 et la figure 6 représente des courbes d'évolution I_1 et I_2 de l'irradiance I dans le plan de la face de sortie 44 selon deux axes perpendiculaires.

[0055] Les dimensions du dispositif de collimation 10, du coupleur optique 30 et du guide d'onde 40 pour les figures 5 et 6 sont celles indiquées précédemment pour la simulation représentée en figure 4 à la différence que la source lumineuse S ponctuelle est une source circulaire de 3 mm de diamètre centrée sur l'axe D et perpendiculaire à l'axe D à une distance L du point O. Le fait que les courbes I_1 et I_2 ne soient pas parfaitement confondues et que la carte de profil de l'irradiance ne soit pas parfaitement à symétrie de révolution est dû aux approximations effectuées pour déterminer la forme de la face d'entrée 12 et à la statistique de lancer de rayons.

[0056] La figure 7 représente une courbe d'évolution du rendement R du système optoélectronique 25 en fonction du rayon r de la source lumineuse S. Le rendement R

correspond au rapport entre le flux du rayonnement atteignant la face d'entrée 12 du dispositif de collimation 10 et le flux du rayonnement s'échappant de la face de sortie 44 du guide d'onde 40. Le rendement R reste sensiblement égal à 33 %, ce qui est dû aux pertes avant réception par la face d'entrée 12 du dispositif de collimation 10. Le rendement R reste donc sensiblement constant indépendamment des dimensions de la source lumineuse S . Ceci signifie que les rayons restent suffisamment collimatés par le dispositif de collimation 10 indépendamment des dimensions de la source lumineuse S .

[0057] La figure 8 représente une courbe d'évolution du rendement R du système optoélectronique 25 en faisant varier la distance L de la source lumineuse S par rapport au point O , la forme de la face d'entrée 12 du dispositif de collimation ayant été déterminée pour une distance L égale à 10 mm. On observe une variation du rendement R due à l'étendue géométrique du faisceau intercepté par le dispositif de collimation 10 et aux effets liés à la variation des coefficients de réflexion sur la face d'entrée 12. Plus la source lumineuse S est proche de la face d'entrée 12 du dispositif de collimation 10, plus la quantité de lumière injectée dans le guide d'onde 40 est grande.

[0058] La figure 9 représente une courbe d'évolution du rendement R du système optoélectronique 25 en fonction de la distance d de la source lumineuse S par rapport à l'axe D , la source lumineuse S restant dans un plan perpendiculaire à l'axe D à la distance L du point O . Le rendement R reste sensiblement stable jusqu'à des écarts par rapport à l'axe D de 2 mm à 3 mm.

[0059] La figure 10 représente une carte de profil, obtenue par simulation, de l'irradiance I du rayonnement qui s'échappe par la face de sortie du guide d'onde 40 de la figure 4 dans le plan de la face de sortie 44 et la figure 11 représente des courbes d'évolution I_1 et I_2 de l'irradiance I dans le plan de la face de sortie 44 selon deux axes perpendiculaires dans le cas où la source est décalée de 3 mm par rapport à l'axe D selon l'axe de mesure de courbe I_1 . La carte de profil de la figure 10 est légèrement décentrée par rapport à la carte de profil de la figure 5.

[0060] Divers modes de réalisation et variantes ont été décrits. L'homme de l'art comprendra que certaines caractéristiques de ces divers modes de réalisation et variantes pourraient être combinées, et d'autres variantes apparaîtront à l'homme de l'art. Enfin, la mise en oeuvre pratique des modes de réalisation et variantes décrits est à la portée de l'homme du métier à partir des indications fonctionnelles données ci-dessus.

Revendications

- [Revendication 1] Dispositif de collimation (10) d'axe D, comprenant une première face (12) destinée à être placée dans un milieu extérieur (16) ayant un premier indice de réfraction n_1 et à recevoir un rayonnement électromagnétique (22, 24) fourni par une source lumineuse (S) située à une distance L de la première face et une deuxième face (14) destinée à fournir le rayonnement électromagnétique collimaté, le dispositif de collimation étant principalement en un premier matériau ayant un deuxième indice de réfraction n_2 et la première face (12) étant définie par la révolution autour de l'axe D d'un profil (C) défini dans un plan perpendiculaire à l'axe D, chaque point dudit profil étant défini par une abscisse x et une ordonnée y dans un repère dont l'axe des abscisses est contenu dans ledit plan et perpendiculaire à l'axe D et passant par le centre de la première face et l'axe des ordonnées est l'axe D, le profil étant la courbe représentative de la fonction $y(x)$ obtenue, à 10 % près, par intégration numérique de l'équation différentielle suivante :
[Math.9]
- $$y'(x) = n_1 \left(x / (y+L) \right) / \left(n_2 - n_1 \left(x / (y+L) \right)^2 \right)$$
- [Revendication 2] Dispositif de collimation selon la revendication 1, dans lequel la deuxième face (14) est plane.
- [Revendication 3] Dispositif de collimation selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la deuxième face (14) est perpendiculaire à l'axe D.
- [Revendication 4] Dispositif de collimation selon la revendication 1, comprenant une paroi latérale cylindrique (18) d'axe D reliant la première face (12) à la deuxième face (14).
- [Revendication 5] Dispositif de collimation selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel les première et deuxième faces (12, 14) ont chacune un rayon compris entre 1 mm et 100 mm.
- [Revendication 6] Dispositif de collimation selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel le milieu extérieur (16) est l'air.
- [Revendication 7] Système optoélectronique (25) comprenant une source lumineuse (S) et un dispositif de collimation (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, la source lumineuse étant adaptée à fournir ledit rayonnement électromagnétique (22) et étant, de préférence, une source lambertienne.
- [Revendication 8] Système optoélectronique selon la revendication 7, comprenant en outre un coupleur optique (30) d'un deuxième matériau, identique ou différent

- du premier matériau, au contact de la deuxième face (14).
- [Revendication 9] Système optoélectronique selon la revendication 8, dans lequel le coupleur optique (30) correspond à un tronc de cône d'axe D.
- [Revendication 10] Système optoélectronique selon la revendication 8 ou 9, dans lequel le dispositif optique (10) et le coupleur optique (30) forment une pièce monobloc.
- [Revendication 11] Système optoélectronique selon l'une quelconque des revendications 8 à 10, comprenant en outre un guide d'onde (40) d'un troisième matériau, identique ou différent du deuxième matériau, au contact du coupleur optique (30).
- [Revendication 12] Système optoélectronique selon la revendication 11, dans lequel le guide d'onde (16) comprend un faisceau de fibres optiques.

[Fig. 1]

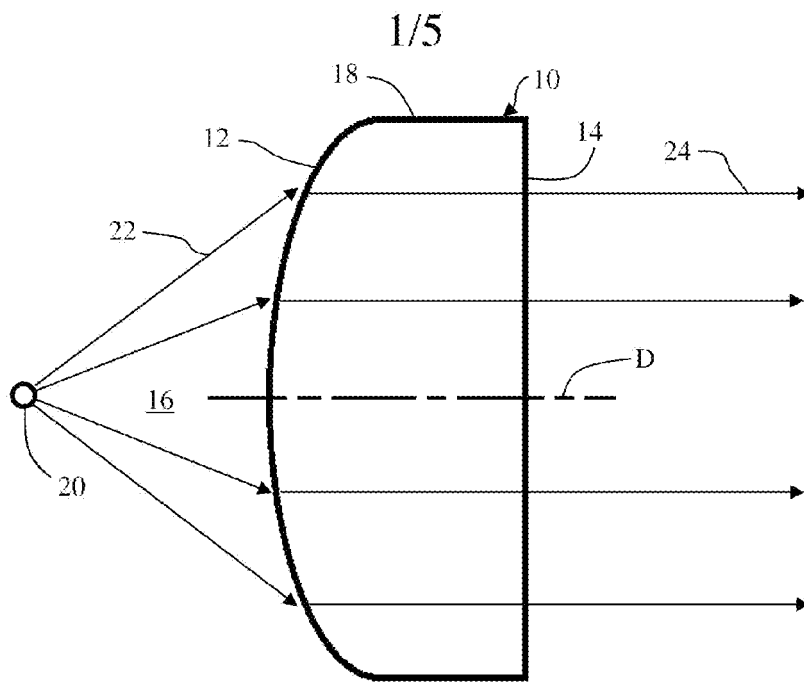


Fig 1

[Fig. 2]

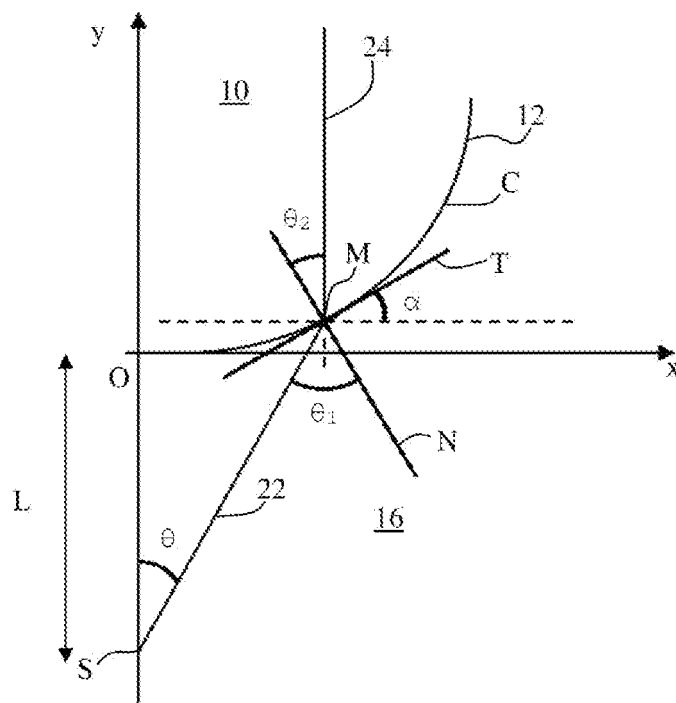


Fig 2

[Fig. 3]

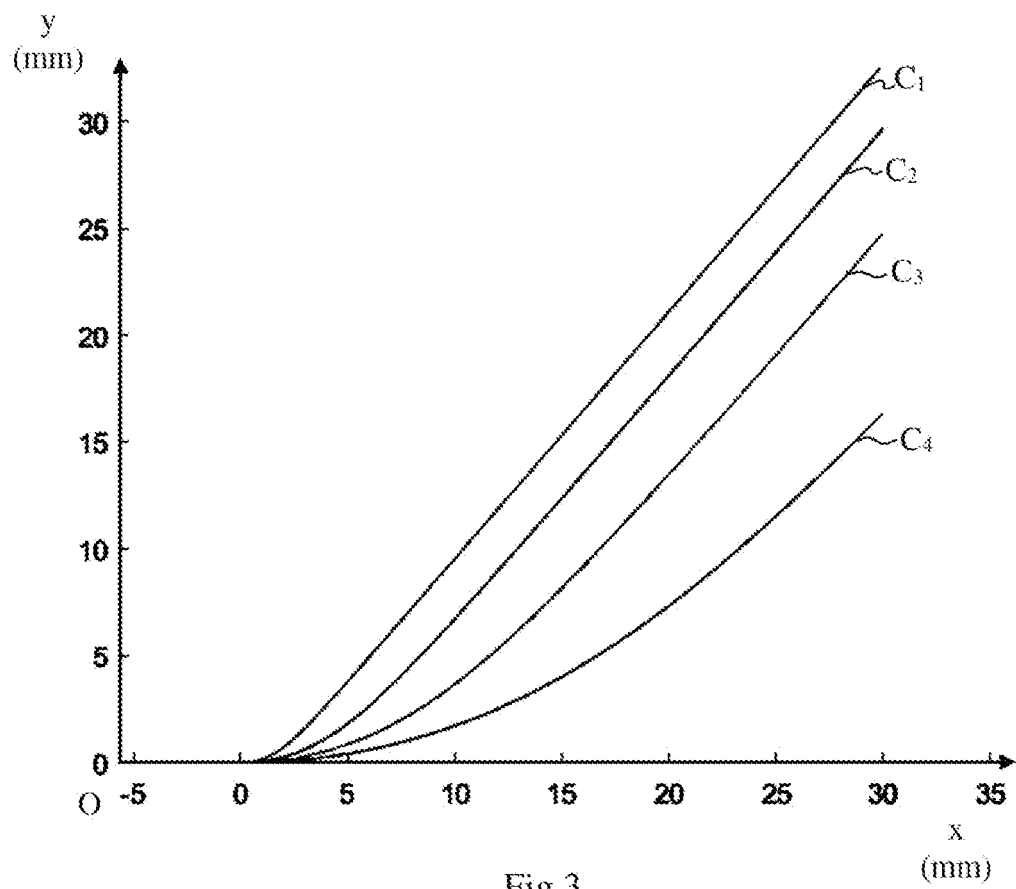


Fig 3

[Fig. 4]

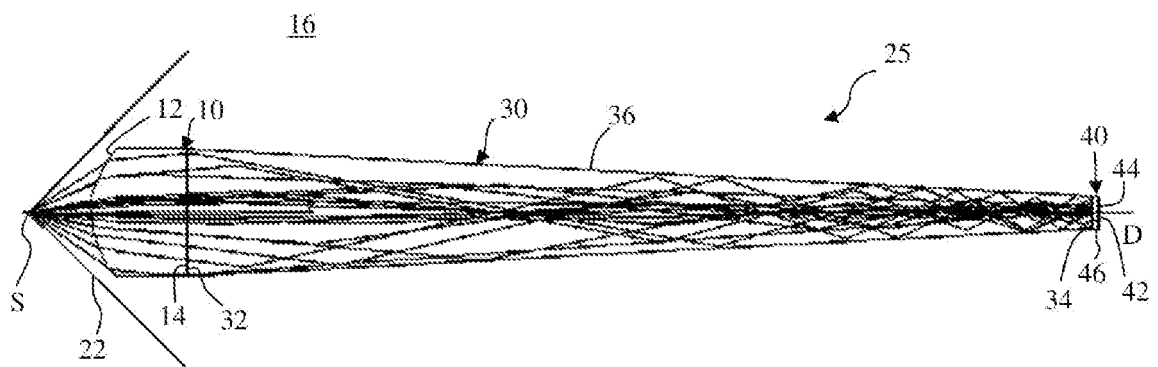


Fig 4

[Fig. 5]

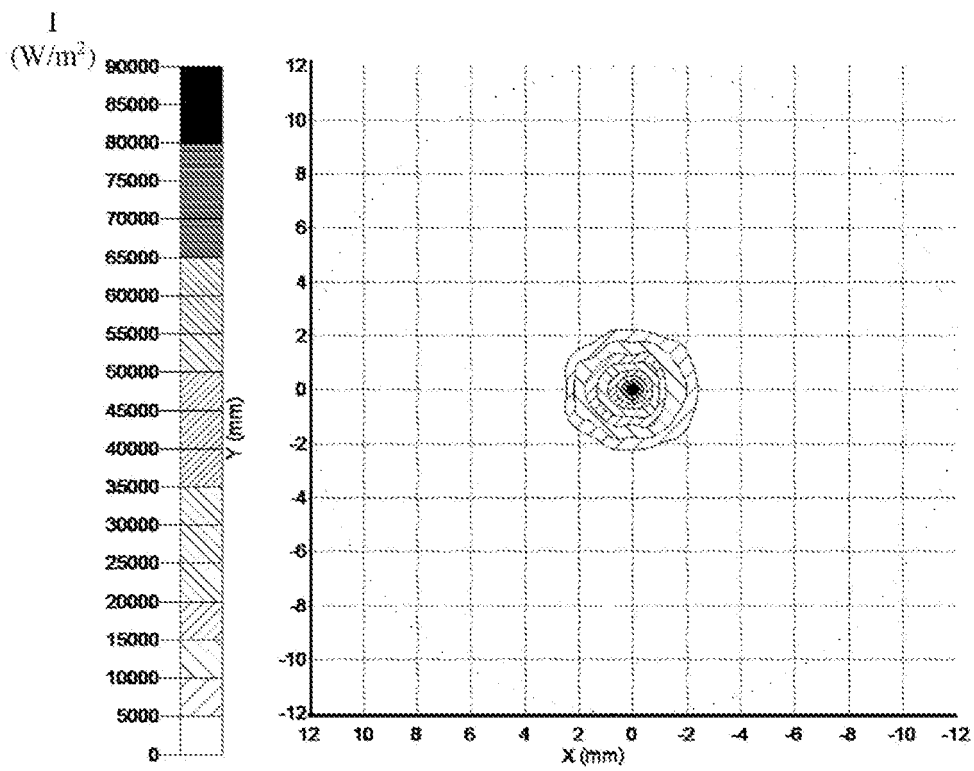


Fig 5

[Fig. 6]

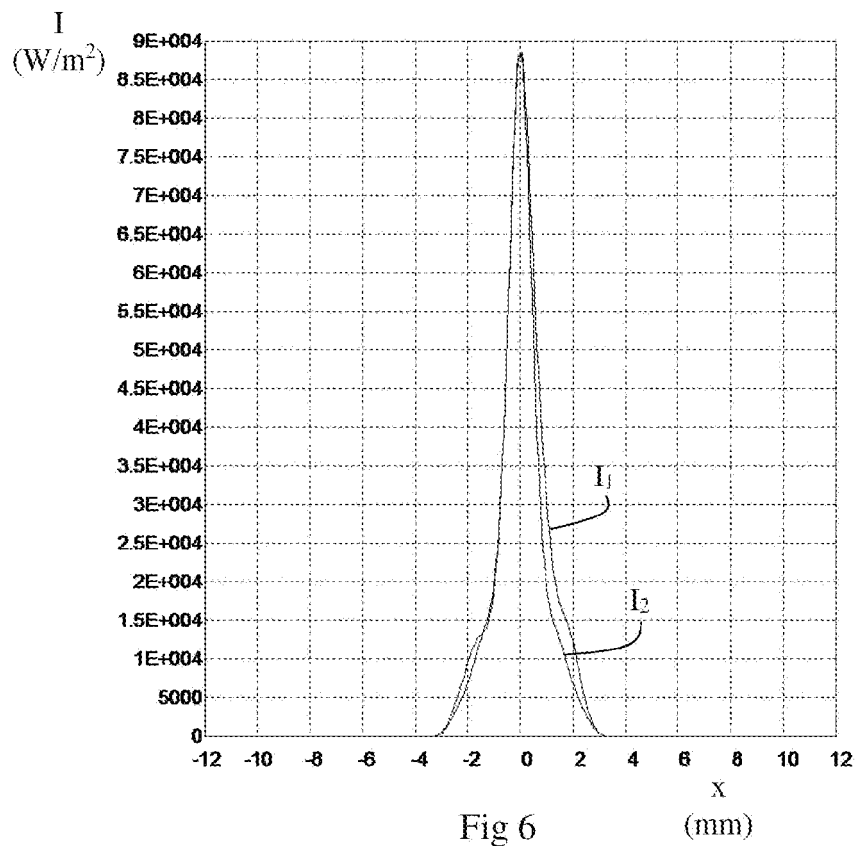


Fig 6

[Fig. 7]

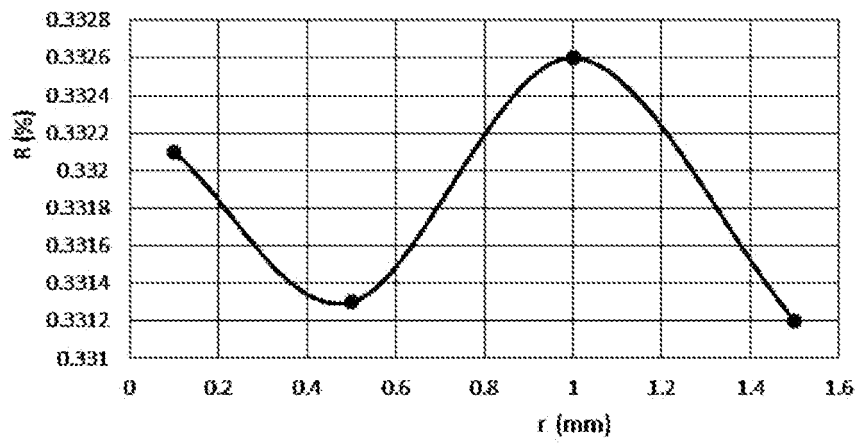


Fig 7

[Fig. 8]

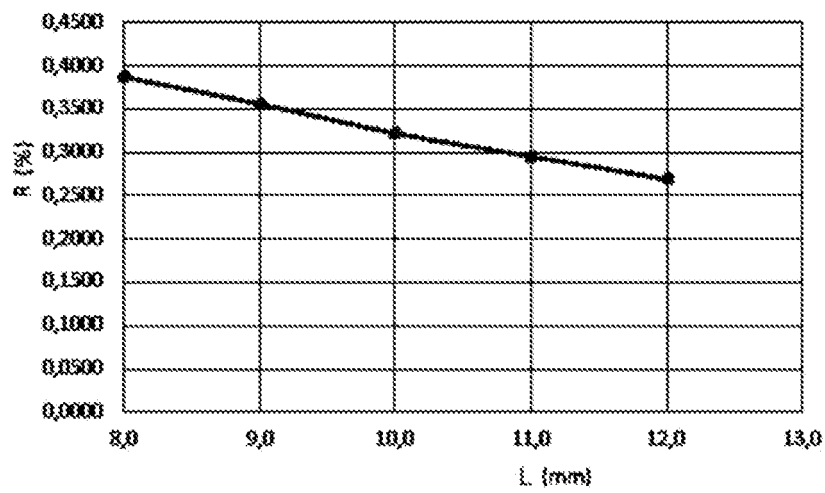


Fig 8

[Fig. 9]

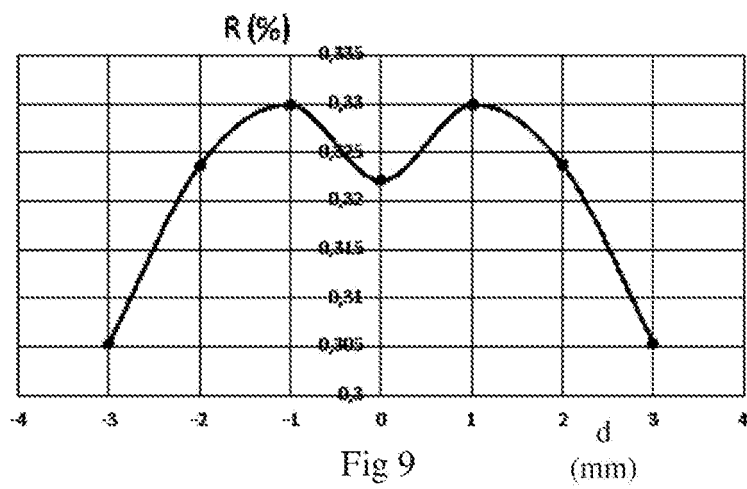


Fig 9

[Fig. 10]

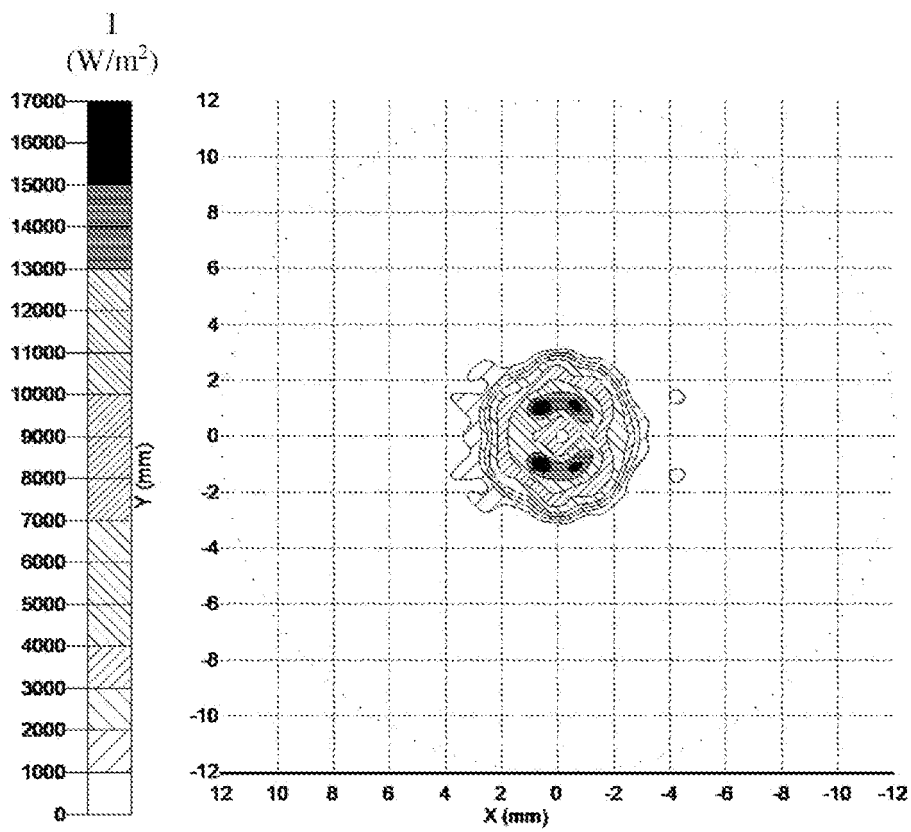


Fig 10

[Fig. 11]

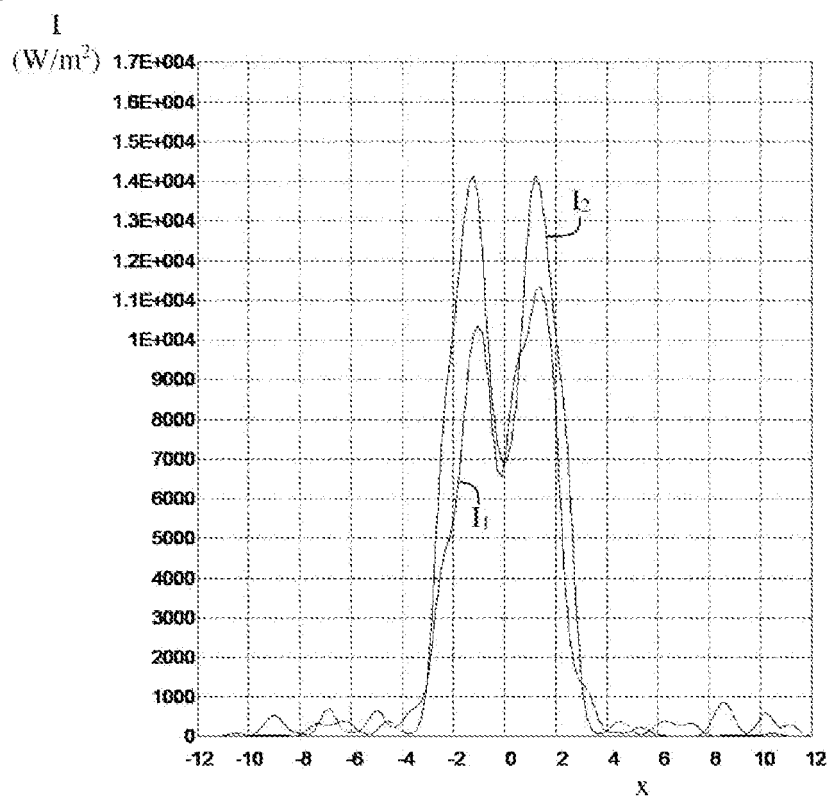


Fig 11

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 868282
FR 1906700

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		
X	US 2018/284472 A1 (TAN JIFENG [CN] ET AL) 4 octobre 2018 (2018-10-04) * figure 1 * * alinéa [0035] *	1-8,10, 11	G02B27/30 G02B7/00 G02B6/26
A	US 2005/047723 A1 (LI KENNETH K [US]) 3 mars 2005 (2005-03-03) * figure 10A *	1-12	
A	US 2002/122621 A1 (LI KENNETH K [US]) 5 septembre 2002 (2002-09-05) * figure 16 *	1-12	
A	US 6 491 443 B1 (SERIZAWA NAOSHI [JP] ET AL) 10 décembre 2002 (2002-12-10) * figure 8 *	1-12	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			G02B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
10 mars 2020		Le Masson, 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 1906700 FA 868282**

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 **10-03-2020**
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 2018284472 A1		04-10-2018	CN	106444067 A	22-02-2017
			US	2018284472 A1	04-10-2018
			WO	2018040557 A1	08-03-2018

US 2005047723 A1		03-03-2005	AU	2002310130 A1	23-06-2003
			CA	2446300 A1	19-06-2003
			CN	1511268 A	07-07-2004
			EP	1397715 A1	17-03-2004
			JP	2005512150 A	28-04-2005
			TW	576933 B	21-02-2004
			US	2003021530 A1	30-01-2003
			US	2005047723 A1	03-03-2005
			US	2005213885 A1	29-09-2005
			US	2006133732 A1	22-06-2006
			WO	03050584 A1	19-06-2003

US 2002122621 A1		05-09-2002	AUCUN		

US 6491443 B1		10-12-2002	DE	10015867 A1	12-07-2001
			GB	2356065 A	09-05-2001
			JP	4071407 B2	02-04-2008
			JP	2001133665 A	18-05-2001
			US	6491443 B1	10-12-2002
