



(51) Classification internationale des brevets :  
A61F 9/007 (2006.01) A61N 7/02 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/EP2012/056254

(22) Date de dépôt international :  
5 avril 2012 (05.04.2012)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
1152933 5 avril 2011 (05.04.2011) FR

(71) Déposants (pour tous les États désignés sauf US) : EYE  
TECH CARE [FR/FR]; 2871 avenue de l'Europe, F-  
69140 Rillieux-la-Pape (FR). INSTITUT NATIONAL  
DE LA SANTE ET DE LA RECHERCHE MEDICALE  
(INSERM) [FR/FR]; 101, rue de Tolbiac, F-75013 Paris  
(FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : ROMANO,  
Fabrizio [IT/FR]; 404 rue du Prieuré, F-01700 Beynost  
(FR). CHARREL, Thomas [FR/FR]; 12 rue de l'Espé-  
rance, F-69003 Lyon (FR). LAFON, Cyril [FR/FR]; 18  
route de Saint Pierre, F-69780 Toussieu (FR). CHAPUIS,  
Philippe [FR/FR]; 42, Rue Montriand, F-69480 Pommiers  
(FR). CHAPELON, Jean-Yves [FR/FR]; 6 allée Marcel  
Achard, F-69100 Villeurbanne (FR).

(74) Mandataire : TETAZ, Franck; Cabinet Regimbeau, 139  
rue Vendôme, F-69477 Lyon Cedex 06 (FR).

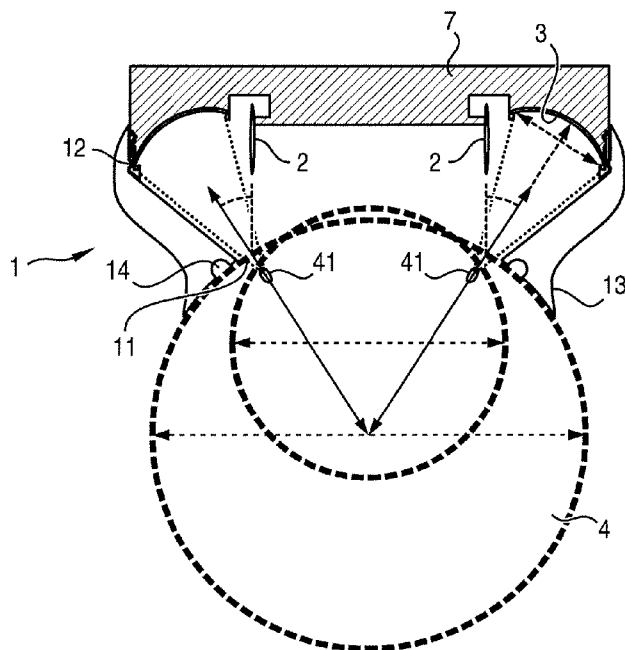
(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre  
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,  
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ,  
CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,  
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,  
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR,  
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,  
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,  
OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : DEVICE FOR OCULAR ULTRASOUND THERAPY HAVING A REFLECTOR

(54) Titre : DISPOSITIF DE THERAPIE OCULAIRE PAR ULTRASONS A REFLECTEUR

FIG. 2



(57) Abstract : The present invention relates to a device for treating an ocular pathology, including a ring (1) comprising a proximal end intended to be in contact with an eye of a patient, and a distal end intended to receive ultrasound generating means (2), wherein the device additionally includes at least one reflector (3) for reflecting and focusing ultrasound generated by the generation means.

(57) Abrégé : La présente invention concerne un dispositif de traitement d'une pathologie oculaire comprenant un anneau (1) comportant une extrémité proximale destinée à être en contact avec un œil d'un patient et une extrémité distale destinée à recevoir des moyens de génération d'ultrasons (2), le dispositif comprenant en outre au moins un réflecteur (3) pour réfléchir et focaliser les ultrasons générés par les moyens de génération.



SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,  
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,  
GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**(84) États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,

**Déclarations en vertu de la règle 4.17 :**

— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv))*

**Publiée :**

— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

## **DISPOSITIF DE THERAPIE OCULAIRE PAR ULTRASON A REFLECTEUR**

### **DOMAINE DE L'INVENTION**

5 La présente invention concerne le domaine technique général du traitement non invasif d'une pathologie oculaire.

Elle concerne plus particulièrement un dispositif et un procédé de génération d'ultrasons focalisés, plans ou défocalisé de haute ou faible intensité pour le  
10 traitement d'une telle pathologie oculaire tel qu'un glaucome.

### **ARRIERE-PLAN DE L'INVENTION**

Le glaucome est une neuropathie optique, c'est à dire un trouble du nerf optique,  
15 due à une pression intraoculaire (PIO) élevée.

L'œil est une structure creuse composée de deux segments: le segment antérieur entre la cornée et le cristallin, et le segment postérieur entre le cristallin et la rétine. Le segment antérieur contient un liquide transparent appelé "l'humeur aqueuse."  
20

L'humeur aqueuse est formée dans la chambre postérieure du segment antérieur de l'œil par le corps ciliaire. Le liquide, qui est généré à un taux relativement constant, passe ensuite autour du cristallin, à travers l'ouverture pupillaire de l'iris et dans la chambre antérieure de l'œil. L'humeur aqueuse est ensuite évacuée principalement  
25 à travers le trabéculum et le canal de Schlemm.

Lorsque l'humeur aqueuse n'est plus évacuée suffisamment rapidement, celle-ci s'accumule, ce qui induit une augmentation de la PIO. L'augmentation de la PIO comprime les axones dans le nerf optique et peut également compromettre la  
30 vascularisation du nerf optique. Une PIO élevée pendant une longue période peut induire une perte de vision totale.

La seule approche thérapeutique actuellement disponible pour traiter le glaucome consiste à réduire la pression intraoculaire :

- soit en améliorant le drainage humeur aqueuse,
- soit en réduisant la production d'humeur aqueuse.

5

On connaît différents dispositifs pour réduire la production d'humeur aqueuse basés sur le principe de cyclophotocoagulation. Les documents DE 44 30 720 et WO 02/38078 décrivent des dispositifs comprenant chacun un applicateur de génération d'énergie permettant de brûler une zone ponctuelle du corps ciliaire afin que le corps  
10 ciliaire produise moins d'humeur aqueuse. L'utilisateur positionne l'applicateur sur la partie blanche de l'œil, en contact avec la sclère, selon une incidence perpendiculaire à la surface de l'œil. Il génère ensuite un tir pour brûler une zone ponctuelle du corps ciliaire. L'utilisateur déplace ensuite l'applicateur pour brûler une zone suivante du corps ciliaire.

15

Un inconvénient de ces dispositifs est qu'ils ne permettent de traiter qu'une zone ponctuelle du corps ciliaire à la fois, de sorte qu'il est nécessaire de répéter les opérations de positionnement de l'applicateur et de tirer une pluralité de fois pour  
20 traiter toute la circonférence de l'œil. Cette répétition des opérations de positionnement et de tir augmente le temps opératoire ainsi que le risque d'erreur.

Pour pallier ces inconvénients, le document WO 2009/103721 propose notamment un dispositif de traitement d'une pathologie oculaire comprenant un anneau présentant une partie proximale destinée à être en contact avec un œil et une partie  
25 distale destinée à recevoir des moyens de génération d'ultrasons focalisés de haute intensité. Les moyens de génération d'ultrasons comprennent six transducteurs à profil concave en forme en segment de cylindre positionnés sur une couronne cylindrique.

30 Ce dispositif permet le traitement du glaucome en un seul geste. Toutefois, la fabrication des moyens de génération d'ultrasons focalisés de haute intensité et notamment le positionnement des transducteurs sur le support cylindrique peut être difficile à mettre en œuvre.

Un but de la présente invention est de proposer un dispositif plus facile à fabriquer que le dispositif décrit dans WO 2009/103721.

## 5 **BREVE DESCRIPTION DE L'INVENTION**

A cet effet, l'invention propose un dispositif de traitement d'une pathologie oculaire comprenant un anneau comportant une extrémité proximale destinée à être en contact avec un œil d'un patient et une extrémité distale destinée à recevoir des  
10 moyens de génération d'ultrasons, remarquable en ce que le dispositif comprend en outre au moins un réflecteur incluant une face active concave en regard des moyens de génération d'ultrasons pour réfléchir et focaliser les ultrasons générés par les moyens de génération dans une région de l'œil du patient.

- 15 Des aspects préférés mais non limitatifs du dispositif selon l'invention sont les suivants :
- chaque réflecteur comprend une face active concave en regard des moyens de génération d'ultrasons pour réfléchir et focaliser les ultrasons dans une région de l'œil du patient ;
  - 20 • les moyens de génération d'ultrasons comprennent au moins un transducteur comportant une face avant pour rayonner les ultrasons, la face avant de chaque transducteur s'étendant parallèlement à l'axe de révolution de l'anneau ;
  - les moyens de génération d'ultrasons comprennent un transducteur tubulaire unique ;
  - 25 • les moyens de génération d'ultrasons comprennent une pluralité de transducteurs, lesdits transducteurs étant positionnés sur des génératrices d'un tube ;
  - chaque transducteur présente une forme en portion de cylindre ;
  - chaque transducteur est plan ;
  - 30 • le dispositif comprend en outre un support pour supporter les moyens de génération d'ultrasons et chaque réflecteur, les moyens de génération d'ultrasons étant positionnés dans une région centrale du support, et chaque réflecteur étant positionné dans une région périphérique du support ;

- le réflecteur comporte une face active concave torique ;
- le réflecteur comprend une pluralité d'éléments de réflexion, chaque élément de réflexion comportant une face active en portion de cylindre ;
- le dispositif comprend en outre un support pour supporter les moyens de  
5 génération d'ultrasons et chaque réflecteur, les moyens de génération d'ultrasons étant positionnés dans une région périphérique du support, et chaque réflecteur étant positionné dans une région centrale du support ;
- le réflecteur comporte une face active en forme de tronc de cône concave ou plan ou convexe ;
- 10 • les moyens de génération d'ultrasons présentent une forme tubulaire et le réflecteur présente une forme en tronc de cône concave, plan ou convexe, le diamètre des moyens de génération tubulaire étant supérieur au diamètre du réflecteur, les moyens de génération d'ultrasons et le réflecteur étant agencés de sorte que :
  - 15 - les axes de révolution du réflecteur et des moyens de génération d'ultrasons sont confondus,
  - les moyens de génération d'ultrasons entourent le réflecteur
  - la face interne des moyens de génération d'ultrasons tubulaire rayonnant les ultrasons est en regard de la face active du réflecteur.

20

### **BREVE DESCRIPTION DES DESSINS**

D'autres avantages et caractéristiques ressortiront mieux de la description qui va suivre de plusieurs variantes d'exécution, données à titre d'exemples non limitatifs, à  
25 partir des dessins annexés sur lesquels les figures 1 à 4 représentent différentes variantes du dispositif selon l'invention.

### **DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION**

30 En référence aux figures 1 et 2, on a illustré un mode de réalisation du dispositif de traitement d'une pathologie oculaire.

Le dispositif comprend :

- un anneau 1,
- des moyens de génération d'ultrasons 2 pour générer des ultrasons, et
- un réflecteur 3 pour réfléchir, orienter et focaliser les ultrasons émis par les moyens de génération d'ultrasons 2.

### Anneau

L'anneau 1 consiste en un tronc de cône ouvert aux deux extrémités. La petite base 11 du tronc de cône constitue l'extrémité proximale de l'anneau 1, et la grande base 12 constitue l'extrémité distale de l'anneau 1.

L'extrémité proximale 11 est destinée à venir en contact avec un œil 4 d'un patient. L'extrémité distale 12 de l'anneau 1 est destinée à recevoir les moyens de génération d'ultrasons 2.

En référence à la figure 1, l'extrémité proximale 11 du cône comprend une bride annulaire externe 13 apte à être appliquée sur la surface externe de l'œil 4, à environ 2 mm du limbe, le limbe étant la jonction entre la cornée et la sclère.

Le bord proximal 11 du cône comporte également une gorge annulaire 14 reliée à un dispositif d'aspiration 5 par au moins une ouverture traversant le cône 1 et débouchant dans la gorge annulaire 14. Avantagusement, le dispositif d'aspiration 5 peut être contrôlé par une unité de commande 6.

Il est évident que le dispositif d'aspiration 5 peut être indépendant sans sortir du cadre de l'invention.

Le principe de fonctionnement du dispositif d'aspiration 5 est le suivant. Le cône 1 est appliqué sur l'œil 4 du patient et le dispositif d'aspiration 5 est activé. Ceci induit la production d'une dépression dans la gorge annulaire 14 qui entraîne une déformation de la conjonctive de l'œil 4, cette déformation formant un joint torique dans la gorge annulaire 14.

Le cône 1 est alors étroitement lié à l'œil 4 de sorte que le cône 1 suivra les micromouvements de l'œil 4 au cours de la durée du traitement. Ceci permet d'assurer un maintien de la position centrée de l'appareil sur l'axe visuel.

5

Le matériau constituant l'anneau 1 peut être du silicone de qualité médicale. Ce matériau présente d'une part l'avantage d'être souple, et d'autre part l'avantage d'être compatible avec le contact de la conjonctive. Toutefois, il est évident que le tronc de cône 1 peut être constitué en n'importe quel matériau biocompatible connu par l'homme du métier tel que le PVC biocompatible.

10

#### Moyens de générations d'ultrasons :

Les moyens de génération d'ultrasons 2 permettent de générer une énergie ultrasonore.

15

L'association des moyens de génération 2 et du réflecteur 3 permet d'obtenir une source d'ultrasons focalisés de haute intensité.

Les moyens de génération d'ultrasons 2 sont reliés à l'unité de commande 6. Celle-ci comporte un générateur de salve et des moyens pour spécifier les paramètres de la salve comme la fréquence, la puissance et la durée de chaque rafale, etc.

20

Le générateur de salve comprend au moins un générateur de signal sinusoïdal à une fréquence déterminée comprise entre 5 et 35 MHz, et de préférence entre 10 et 25 MHz, un amplificateur et un compteur électrique.

25

#### Réflecteur

Le réflecteur 3 permet de réfléchir les ultrasons générés par les moyens de génération d'ultrasons 2.

30

Le réflecteur 3 comprend une face concave – dite « face active » – pour orienter et focaliser les ultrasons générés par les moyens de génération d'ultrasons 2 dans une zone de l'œil 4, et notamment dans la région du corps ciliaire 41 de l'œil 4. Plus précisément, chaque point de la face active concave est calculé itérativement en utilisant les lois de Snell-Descartes de sorte que les ultrasons réfléchis par ladite face active focalisent dans la région du corps ciliaire 41.

Le réflecteur 3 est dans un matériau permettant de réfléchir les ultrasons tel que du laiton.

### Exemples de modes de réalisation

On va maintenant décrire différents modes de réalisation du dispositif de traitement d'une pathologie oculaire par HIFU.

### Prototype 1

En référence à la figure 3, on a illustré un premier mode de réalisation du dispositif selon l'invention.

Le dispositif comprend l'anneau 1 décrit précédemment, des moyens de génération d'ultrasons 2 et un réflecteur 3.

Les moyens de génération d'ultrasons 2 consistent en un transducteur monobloc tubulaire. Le transducteur comprend une électrode intérieure 21 formant une face arrière du transducteur tubulaire (i.e. la face interne du tube) et une électrode extérieure 22 reliée à la masse formant une face avant du transducteur tubulaire (i.e. la face externe du tube) rayonnant les ultrasons générés. Dans le mode de réalisation illustré à la figure 3, le transducteur a un diamètre de 5 millimètres et une hauteur de 10 millimètres.

Le réflecteur 3 présente la forme d'une coupole percée en son sommet. Il comprend deux rayons de courbures :

- un premier rayon de courbure 31 dit méridionale passant par l'axe de révolution A-A' de la coupole 1 et
- un deuxième rayon de courbure 32 dit sagittal parallèle à l'axe de révolution A-A' de la coupole.

5

La face intérieure 33 concave de la coupole 3 forme une face active permettant de réfléchir les ultrasons générés par le transducteur tubulaire 2. Les dimensions du réflecteur 3 sont prévues suffisantes pour permettre le positionnement du transducteur 2 au centre du réflecteur 3. Notamment, la profondeur P de la coupole

10 est supérieure ou égale à la hauteur H du transducteur 2.

Le réflecteur 3 et le transducteur 2 sont fixés sur un support 7 consistant en une couronne. Avantageusement, le diamètre extérieur du support 7 est supérieur ou égal au diamètre intérieur de l'extrémité distale 12 de l'anneau 1 pour permettre le

15 positionnement du support 7 sur l'extrémité distale 12 de l'anneau 1. Le réflecteur 3 peut être intégré au support 7 de sorte que le support 7 et le réflecteur 3 sont constitués en une seule pièce. En variante, le réflecteur 3 et le support 7 peuvent être en plusieurs pièces.

20 Le transducteur 2 et le réflecteur 3 sont positionnés sur le support de sorte que leurs axes de révolution respectifs sont coaxiaux. Le transducteur 2 est positionné au centre du réflecteur 3. En d'autres termes, la portion utile de la face active 33 du réflecteur 3 entoure le transducteur tubulaire 2.

25 Le principe de fonctionnement du dispositif illustré à la figure 3 est le suivant. L'utilisateur positionne l'anneau 1 sur l'œil 4 d'un patient. Une fois l'anneau 1 centré sur l'œil 4, l'utilisateur active le dispositif d'aspiration 5. Il positionne ensuite le support 7 comportant les moyens de générations d'ultrasons 2 et le réflecteur 3 sur l'anneau 1.

30

L'utilisateur commande ensuite la génération d'ultrasons pour brûler le corps ciliaire 41. La face avant 22 du transducteur 2 rayonne les ultrasons qui se propagent radialement par rapport au réflecteur 3. Les ultrasons entrent en contact avec la face

active 33 du réflecteur 3. Les ultrasons sont réfléchis par celle-ci et focalisés dans la zone du corps ciliaire 41 de l'œil 4.

L'utilisation d'un transducteur tubulaire permet de faciliter la fabrication du dispositif de traitement d'une pathologie oculaire, ce type de transducteur étant résistant et facile à coller et à souder. Par ailleurs, ce dispositif permet de créer une lésion circulaire sur toute la circonférence du corps ciliaire 41, et ainsi de traiter l'ensemble du corps ciliaire 41 en une seule activation.

#### 10 Prototype 2

En référence à la figure 4 on a illustré une variante de réalisation du dispositif illustré à la figure 3. Ce dispositif comprend le même anneau 1 ainsi que le même réflecteur 3 que ceux décrits en référence à la figure 3.

15

Le dispositif illustré à la figure 4 diffère du dispositif de la figure 3 en ce que les moyens de génération d'ultrasons 2 comprennent huit transducteurs. Chaque transducteur est en forme de portions de cylindre de largeur 2 millimètres et de hauteur 6 millimètres. Ces transducteurs sont disposés les uns par rapport aux autres pour former un ensemble tubulaire.

20

Cet ensemble tubulaire de transducteurs peut être obtenu par exemple en sectorisant le transducteur monobloc illustré à la figure 3. La méthode de sectorisation peut consister à sectionner l'électrode extérieure du transducteur monobloc tubulaire parallèlement à son axe de révolution.

25

Ce dispositif permet de créer une pluralité de lésions en forme de portion de cercle au niveau du corps ciliaire.

#### 30 Modélisation des prototypes 1 et 2

La figure 5 illustre schématiquement une modélisation des dispositifs des figures 3 et 4. Comme on peut le constater, le dispositif permet l'obtention de deux zones de focalisation :

- une première zone de focalisation 41 dans une région du corps ciliaire due au rayon de courbure méridional,
- une deuxième zone de focalisation 42 dans une région du corps vitré due au rayon de courbure sagittal.

Pour ne pas provoquer d'effets indésirables dans la zone 42 du fond de l'œil :

- la durée et la puissance des ultrasons générés par le transducteur tubulaire 2 du dispositif illustré à la figure 3 sont choisis suffisamment faibles pour éviter un échauffement trop important au niveau de la deuxième zone de focalisation 42,
- les transducteurs du dispositif illustré à la figure 4 sont activés successivement pour éviter un échauffement trop important au niveau de la deuxième zone de focalisation 42.

### Prototype 3

En référence à la figure 6, on a illustré un autre mode de réalisation du dispositif de traitement d'une pathologie oculaire.

Dans ce mode de réalisation, les moyens de génération d'ultrasons 2 comprennent six transducteurs rectangulaires plans 24. L'utilisation de transducteurs plans 24 est un avantage en termes de manipulation, de facilité de production et donc de coût. Ces transducteurs 24 sont positionnés les uns par rapport aux autres de sorte à former une alvéole de forme hexagonale en section.

Le dispositif comprend également six réflecteurs 34 en forme de portion de cylindre.

Ces réflecteurs 34 entourent les moyens de génération d'ultrasons 2. Chaque réflecteur 34 est associé à un transducteur 24 plan respectif, la face active 33 du réflecteur 34 étant en regard de la face avant 22 de son transducteur 24 associé.

Le dispositif illustré à la figure 6 permet de créer six lésions linéaires au niveau du corps ciliaire 41.

La présence d'une pluralité de réflecteurs 34 en forme de portion de cylindre permet d'obtenir un ensemble de réflecteurs 34 présentant un unique rayon de courbure méridional 31.

La suppression du rayon de courbure sagittal 32 ainsi obtenue permet de s'affranchir de la deuxième zone de focalisation 42 des dispositifs illustrés aux figures 3 et 4.

#### Prototype 4

En référence à la figure 7 on a illustré un autre mode de réalisation qui permet d'une part de limiter l'encombrement du dispositif illustré à la figure 5, et d'obtenir des lésions circulaire au niveau du corps ciliaire 41.

Dans ce mode de réalisation, les moyens de génération d'ultrasons 2 entourent le réflecteur 3.

Les moyens de génération d'ultrasons 2 sont en forme d'anneau. Ils peuvent être constitués d'un transducteur annulaire unique ou de plusieurs transducteurs en forme de portion de cylindre disposés les uns par rapport aux autres de sorte à former un ensemble annulaire. Dans tous les cas, les moyens de génération d'ultrasons 2 sont agencés pour générer des ultrasons se propageant radialement en direction de l'axe de révolution desdits moyens de génération d'ultrasons. Par exemple, dans le cas de moyens de générations d'ultrasons constitués d'un transducteur annulaire unique, la face interne de celui-ci est destinée à rayonner les ultrasons générés, la face externe étant reliée au point chaud.

La face active 33 du réflecteur 3 présente la forme d'un tronc de cône concave. Ainsi le réflecteur 3 comprend deux rayons de courbure : un rayon de courbure

méridionale 31 lié à la concavité du réflecteur 3 et un rayon de courbure sagittal 32 lié à la symétrie de révolution du réflecteur 3.

Le principe de fonctionnement de ce dispositif est le suivant. Le (ou les) transducteur(s) 2 génèrent des ultrasons qui convergent vers l'axe de révolution A-A' du (ou des) transducteur(s) 2. Les ondes ultrasonores entrent en contact avec le réflecteur 3. La face active 33 du réflecteur 3 réfléchit les ondes ultrasonores en direction de l'œil 4 du patient à traiter. Les ondes ultrasonores se propagent et focalisent dans la zone du corps ciliaire 41 de l'œil 4 du patient du fait du rayon de courbure méridional 31. Après sa focalisation au niveau du corps ciliaire 41, le faisceau réfléchi continue de se propager vers l'extérieur de l'œil 4 et focalise une deuxième fois à l'extérieur de l'œil.

La forme en tronc de cône évasé – ou tronc de cône concave – du réflecteur induit donc deux focalisations : une première focalisation au niveau du corps ciliaire 41 et une deuxième focalisation à l'extérieur de l'œil 4. Contrairement aux modes de réalisation illustrés aux figures 3 et 4, la deuxième focalisation est située à l'extérieur de l'œil du fait des formes et agencement du réflecteur 3 et des moyens de génération d'ultrasons 2.

L'homme du métier aura compris que de nombreuses modifications peuvent être apportées au dispositif décrit ci-dessus sans sortir matériellement des nouveaux enseignements présentés ici.

Par exemple, dans les modes de réalisation décrits ci-dessus, la forme du réflecteur est adaptée pour focaliser les ultrasons, notamment grâce à la forme concave de la face active du réflecteur. En variante, la forme du réflecteur peut être adaptée pour défocaliser les ultrasons afin d'irradier une plus grande zone tissulaire sans focalisation, notamment grâce à une forme concave du réflecteur.

Il est donc bien évident que les exemples qui viennent d'être donnés ne sont que des illustrations particulières en aucun cas limitatives.

**REVENDEICATIONS**

- 1 Dispositif de traitement d'une pathologie oculaire comprenant un anneau (1)  
comportant une extrémité proximale (11) destinée à être en contact avec un œil  
5 (4) d'un patient et une extrémité distale (12) destinée à recevoir des moyens de  
génération d'ultrasons (2),  
caractérisé en ce que  
le dispositif comprend en outre au moins un réflecteur (3) incluant une face active  
(33) concave en regard des moyens de génération d'ultrasons (2) pour réfléchir  
10 et focaliser les ultrasons générés par les moyens de génération (2) dans une  
région (41) de l'œil (4) du patient.
- 2 Dispositif selon la revendication 1, dans lequel les moyens de génération  
d'ultrasons (2) comprennent au moins un transducteur comportant une face  
15 avant (22) pour rayonner les ultrasons, la face avant (22) de chaque transducteur  
s'étendant parallèlement à l'axe de révolution (A-A') de l'anneau (1).
- 3 Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, dans lequel les  
moyens de génération d'ultrasons (2) comprennent un transducteur tubulaire  
20 unique.
- 4 Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, dans lequel les  
moyens de génération d'ultrasons (2) comprennent une pluralité de  
transducteurs, lesdits transducteurs étant positionnés sur des génératrices d'un  
25 tube.
- 5 Dispositif selon la revendication 4, dans lequel chaque transducteur présente une  
forme en portion de cylindre.
- 30 6 Dispositif selon la revendication 4, dans lequel chaque transducteur est plan.

7 Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, lequel comprend en outre un support (7) pour supporter les moyens de génération d'ultrasons (2) et chaque réflecteur (3), les moyens de génération d'ultrasons (2) étant positionnés  
5 dans une région centrale du support (7), et chaque réflecteur (3) étant positionné dans une région périphérique du support (7).

8 Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel le réflecteur (3) comporte une face active concave torique.

10

9 Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel le réflecteur (3) comprend une pluralité d'éléments de réflexion, chaque élément de réflexion comportant une face active en portion de cylindre.

15 10 Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, lequel comprend en outre un support (7) pour supporter les moyens de génération d'ultrasons (2) et chaque réflecteur (3), les moyens de génération d'ultrasons (2) étant positionnés dans une région périphérique du support (7), et chaque réflecteur (3) étant positionné dans une région centrale du support (7).

20

11 Dispositif selon la revendication 10, dans lequel le réflecteur (3) comporte une face active (33) en forme de tronc de cône, ledit tronc de cône étant concave ou plan ou convexe.

25 12 Dispositif selon la revendication 1, dans lequel les moyens de génération d'ultrasons (2) présentent une forme tubulaire et le réflecteur (3) présente une forme en tronc de cône, ledit tronc de cône étant concave, plan ou convexe, le diamètre des moyens de génération d'ultrasons (2) étant supérieur au diamètre du réflecteur (3), les moyens de génération d'ultrasons (2) et le réflecteur (3)  
30 étant agencés de sorte que :

- les axes de révolution du réflecteur (3) et des moyens de génération d'ultrasons (2) sont confondus,
- les moyens de génération d'ultrasons (2) entourent le réflecteur
- la face interne des moyens de génération d'ultrasons (2) rayonnant les

1/4

FIG. 1

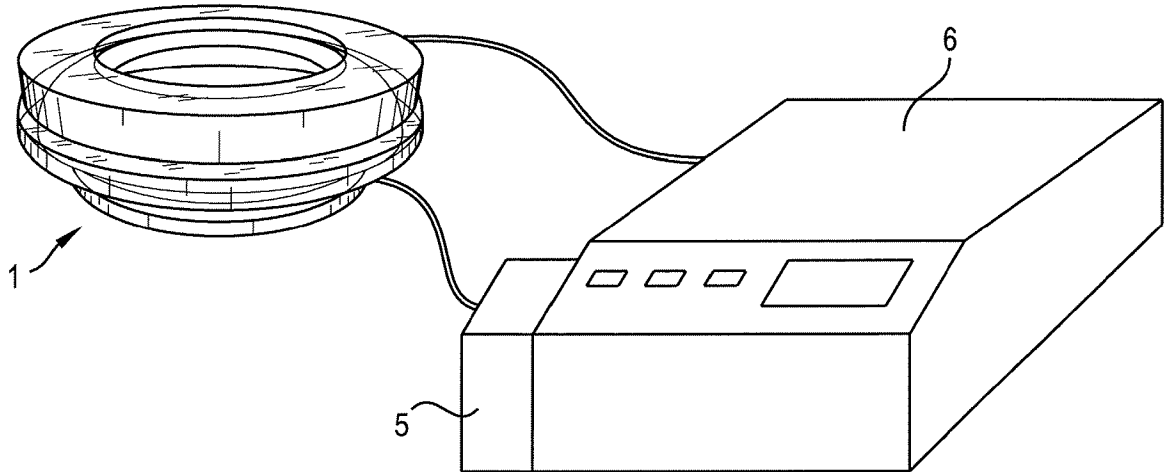


FIG. 2

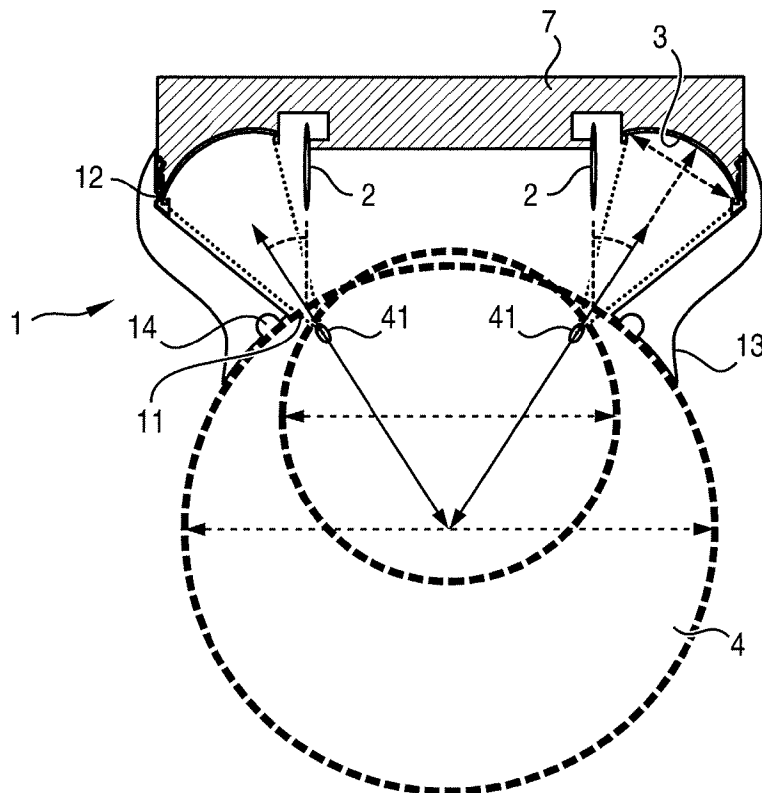


FIG. 3a

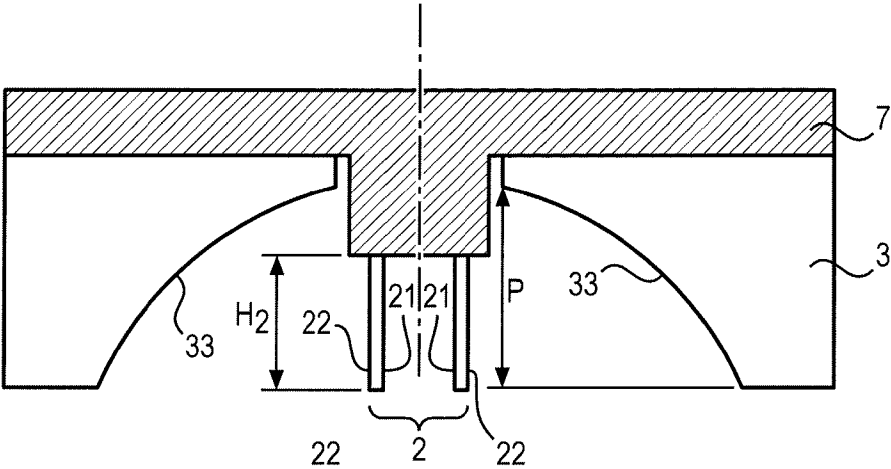
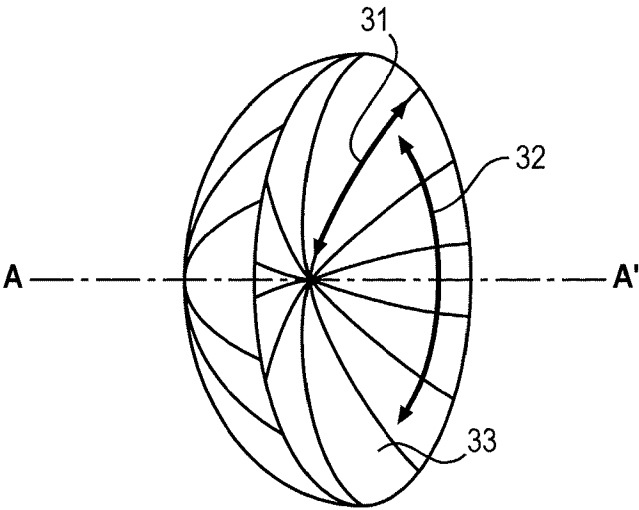
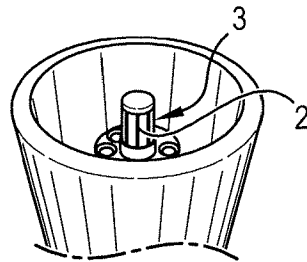
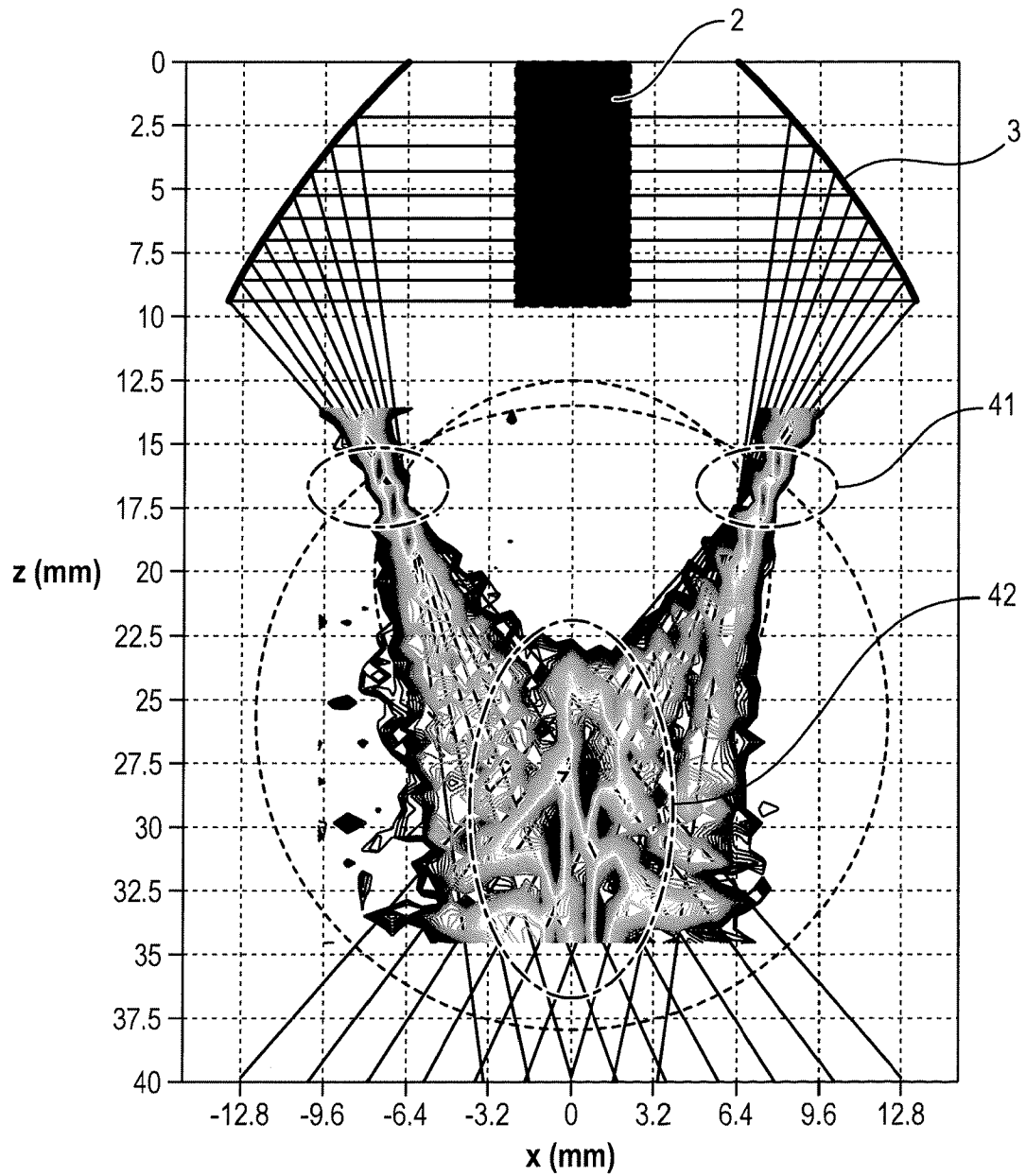


FIG. 3b



**3/4****FIG. 4****FIG. 5**

4/4

FIG. 6

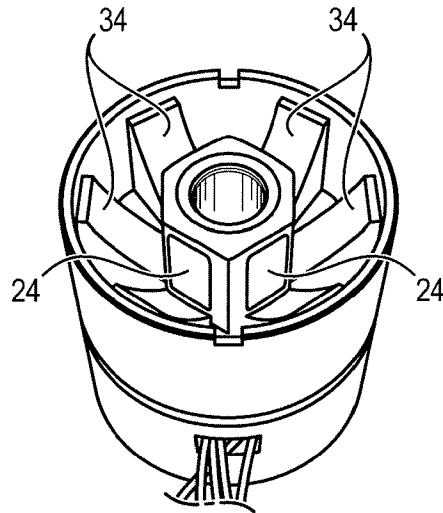
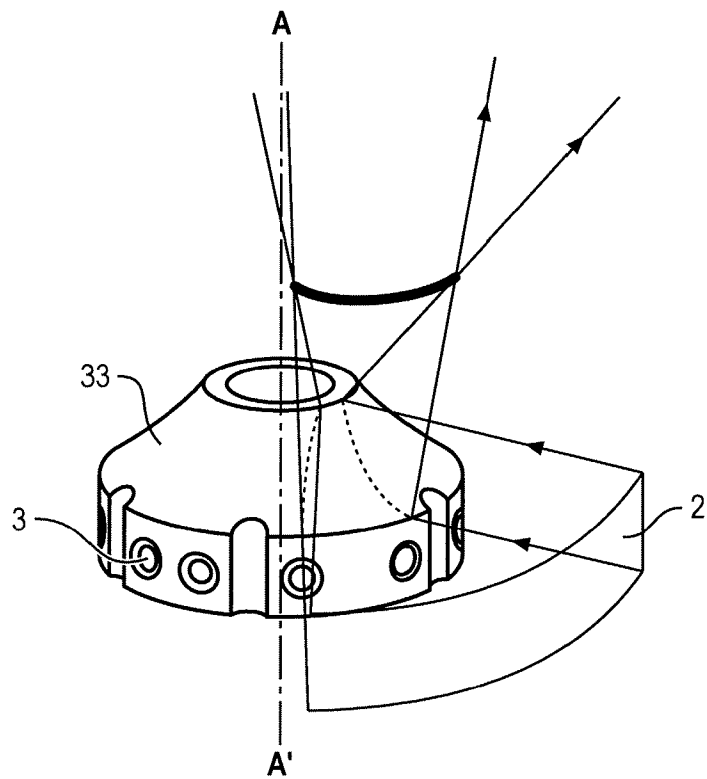


FIG. 7



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2012/056254

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 INV. A61F9/007  
 ADD. A61N7/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 A61F A61N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2011/020495 A1 (EYE TECH CARE [FR]; INST NAT SANTE RECH MED [FR]; ROMANO FABRIZIO [FR]) 24 February 2011 (2011-02-24) page 6, line 30 - line 2 page 9, lines 1-5; claims 1,5; figures 1,3 -----	1,5-8,10
A	WO 2009/103721 A1 (EYE TECH CARE [FR]; INST NAT SANTE RECH MED [FR]; ROMANO FABRIZIO [FR]) 27 August 2009 (2009-08-27) cited in the application page 11, lines 5-12 page 15, lines 9-26; claims 1,3-5,9,10,14,18,19,21,22; figures 1,2,4,7,9,10 ----- -/-	1,5-8,10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 July 2012

Date of mailing of the international search report

20/07/2012

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Merté, Birgit

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2012/056254

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 484 569 A (DRILLER JACK [US] ET AL) 27 November 1984 (1984-11-27) column 1, lines 40-41 column 3, line 49 - column 4, line 9 column 6, line 65 - column 7, line 2 column 7, line 68 - column 8, line 16; claim 1; figures -----	1-6,11
A	US 5 230 334 A (KLOPOTEK PETER J [US]) 27 July 1993 (1993-07-27) column 2, lines 59-63 column 3, lines 33-46 column 5, lines 26-40 -----	1-3

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/056254

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2011020495	A1	24-02-2011	AU 2009351378 A1 15-03-2012
		CA 2771004 A1	24-02-2011
		CN 102497839 A	13-06-2012
		EP 2467108 A1	27-06-2012
		US 2012136281 A1	31-05-2012
		WO 2011020495 A1	24-02-2011
WO 2009103721	A1	27-08-2009	AU 2009216751 A1 27-08-2009
		CA 2714116 A1	27-08-2009
		CN 101969899 A	09-02-2011
		CN 102316834 A	11-01-2012
		EP 2092916 A1	26-08-2009
		EP 2257251 A1	08-12-2010
		JP 2011512213 A	21-04-2011
		KR 20100138934 A	31-12-2010
		RU 2010138619 A	27-03-2012
		US 2011009779 A1	13-01-2011
		US 2011301507 A1	08-12-2011
		WO 2009103721 A1	27-08-2009
US 4484569	A	27-11-1984	NONE
US 5230334	A	27-07-1993	NONE

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2012/056254

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> INV. A61F9/007 ADD. A61N7/02		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
<b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b> Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) A61F A61N		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 2011/020495 A1 (EYE TECH CARE [FR]; INST NAT SANTE RECH MED [FR]; ROMANO FABRIZIO [FR]) 24 février 2011 (2011-02-24) page 6, ligne 30 - ligne 2 page 9, ligne 1-5; revendications 1,5; figures 1,3	1,5-8,10
A	WO 2009/103721 A1 (EYE TECH CARE [FR]; INST NAT SANTE RECH MED [FR]; ROMANO FABRIZIO [FR]) 27 août 2009 (2009-08-27) cité dans la demande page 11, ligne 5-12 page 15, ligne 9-26; revendications 1,3-5,9,10,14,18,19,21,22; figures 1,2,4,7,9,10	1,5-8,10
----- -/-		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents         </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe         </div> </div>		
* Catégories spéciales de documents cités:		
<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)</p> <p>"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention</p> <p>"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément</p> <p>"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier</p> <p>"&amp;" document qui fait partie de la même famille de brevets</p> </div> </div>		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée  <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">11 juillet 2012</div>		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale  <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">20/07/2012</div>
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé  <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">Merté, Birgit</div>

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 4 484 569 A (DRILLER JACK [US] ET AL) 27 novembre 1984 (1984-11-27) colonne 1, ligne 40-41 colonne 3, ligne 49 - colonne 4, ligne 9 colonne 6, ligne 65 - colonne 7, ligne 2 colonne 7, ligne 68 - colonne 8, ligne 16; revendication 1; figures -----	1-6,11
A	US 5 230 334 A (KLOPOTEK PETER J [US]) 27 juillet 1993 (1993-07-27) colonne 2, ligne 59-63 colonne 3, ligne 33-46 colonne 5, ligne 26-40 -----	1-3

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2012/056254

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2011020495 A1	24-02-2011	AU 2009351378 A1 CA 2771004 A1 CN 102497839 A EP 2467108 A1 US 2012136281 A1 WO 2011020495 A1	15-03-2012 24-02-2011 13-06-2012 27-06-2012 31-05-2012 24-02-2011
WO 2009103721 A1	27-08-2009	AU 2009216751 A1 CA 2714116 A1 CN 101969899 A CN 102316834 A EP 2092916 A1 EP 2257251 A1 JP 2011512213 A KR 20100138934 A RU 2010138619 A US 2011009779 A1 US 2011301507 A1 WO 2009103721 A1	27-08-2009 27-08-2009 09-02-2011 11-01-2012 26-08-2009 08-12-2010 21-04-2011 31-12-2010 27-03-2012 13-01-2011 08-12-2011 27-08-2009
US 4484569 A	27-11-1984	AUCUN	
US 5230334 A	27-07-1993	AUCUN	