

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 0 589 016 B1**

(12)

**FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention  
de la délivrance du brevet:  
**04.09.1996 Bulletin 1996/36**

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **F21V 29/00, F21M 1/00,  
F21V 7/00**

(21) Numéro de dépôt: **93907906.7**

(86) Numéro de dépôt international:  
**PCT/FR93/00314**

(22) Date de dépôt: **30.03.1993**

(87) Numéro de publication internationale:  
**WO 93/21474 (28.10.1993 Gazette 1993/26)**

(54) **PROJECTEUR A OPTIQUE FLUIDE**  
**SCHEINWERFER MIT FLÜSSIGER OPTIK**  
**FLUID OPTICS PROJECTOR**

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE CH DE DK ES GB IT LI LU NL PT SE**

(30) Priorité: **13.04.1992 FR 9204509**

(43) Date de publication de la demande:  
**30.03.1994 Bulletin 1994/13**

(73) Titulaires:  
• **AMBLARD, Jean-Claude**  
**F-75003 Paris (FR)**  
• **VIDE-AMBLARD, Amilcar**  
**F-75003 Paris (FR)**  
• **LE NAGARD, Roger**  
**F-78100 S.-Germain-en-Laye (FR)**  
• **GEORGET, Jean**  
**F-94300 Vincennes (FR)**

(72) Inventeurs:  
• **AMBLARD, Jean-Claude**  
**F-75003 Paris (FR)**  
• **VIDE-AMBLARD, Amilcar**  
**F-75003 Paris (FR)**  
• **LE NAGARD, Roger**  
**F-78100 S.-Germain-en-Laye (FR)**  
• **GEORGET, Jean**  
**F-94300 Vincennes (FR)**

(56) Documents cités:  
**US-A- 3 825 741**                      **US-A- 4 785 216**

**EP 0 589 016 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

La puissance lumineuse des projecteurs de lumière destinés à l'éclairage ou à la projection d'images est limitée par les dégagements d'origine thermique.

L'unique source lumineuse crée une forte élévation de température non seulement au sein du projecteur, mais aussi dans le rayonnement émis (par la présence importante d'énergie infrarouge). De plus, les optiques traditionnelles étant centrées, elles ne permettent l'utilisation que d'une SOURCE UNIQUE et limitent par là même la puissance des projecteurs.

L'optique fluide permet de s'affranchir de tous ces inconvénients.

Le dispositif présenté par Morton et al. (US-A-3 825 741), prévu pour un seul type de source à arc placée derrière un bloc dioptrique parabolique est prévu pour créer une zone quasi ponctuelle très lumineuse. Il ne permet pas d'utiliser simultanément plusieurs sources de lumière de type ou de puissance quelconque ni même d'augmenter indéfiniment la puissance de la source en place. Ce système ne permet pas de dissiper et filtrer à volonté l'énergie thermique créée par le rayonnement infrarouge de la source ni de moduler à volonté la puissance et la qualité de la lumière utile produite. Il ne permet pas, par exemple, la création de phares multifonctions (multisources) ou de générateur de lumière de très grande puissance (plus de 20 Kw).

L'idée de l'optique fluide utilise l'une des propriétés fondamentales de l'eau ou d'un fluide similaire calorporteur filtrant naturellement le rayonnement infrarouge émis par toutes sources de lumière. Ce fluide dégrade cette énergie en chaleur, puis l'évacue en créant en son sein un gradient thermique générateur de gradient d'indice de réfraction. Le volume dans lequel circule le fluide est tel que la génératrice qui l'engendre est une spirale logarithmique. Le choix et le nombre des sources est indifférent. Le terme "optique fluide" définit une optique qui se démarque fondamentalement d'une optique traditionnelle. C'est une optique acentrée, asphérique, astigmatique, afocale et éventuellement anisotrope.

La présente invention concerne l'optique industrielle de grande puissance. Il s'agit de créer un projecteur de lumière dont la puissance lumineuse peut être très supérieure à tout ce qui existe actuellement.

L'utilisation d'un tel système ne nécessite pas de verre anticalorique pour projeter des images fixes ou mobiles d'où un gain considérable de rendement optique. Les projecteurs actuels sont traditionnellement composés d'une source lumineuse, d'un réflecteur et d'une lentille de sortie du type de la lentille de Fresnel. Leur puissance est limitée à 20 Kw. Cette puissance est limitée et nécessite l'utilisation de verre anticalorique pénalisant le rendement lumineux nécessaire aux projections d'images fixes. Le dispositif selon l'invention permet de remédier à cet inconvénient.

La nature de l'invention consiste à utiliser les propriétés optiques et thermiques d'éléments fluides en

état stable, ou mis en mouvement par convection naturelle, ou entretenu en mouvement forcé dans un récipient étudié aux formes intérieures optiques appropriées.

5 On utilisera la variation forcée et entretenue de l'indice de réfraction par la maîtrise du gradient thermique du milieu fluide créant ainsi un gradient d'indice de réfraction. On utilise de plus les propriétés de transmission ou d'absorption d'une partie du flux lumineux par le fluide en fonction de la longueur d'onde. Il s'agit d'une 10 optique qui recueille toute la lumière produite par une ou plusieurs sources lumineuses, quelque soit l'incidence du rayonnement d'entrée et sa position par rapport à sa face d'entrée, la canalise et la concentre en une nappe divergente dont la forme est figée. Cette optique 15 utilise les propriétés de réfraction et réflexion totale, d'une part sur ses surfaces et dioptries selon les lois de Descartes-Snell et d'autre part au sein même du fluide en mouvement. On note que cette optique est contrôlée 20 thermiquement par des mouvements forcés de fluides gazeux ou liquides.

Ce nouveau système évite l'utilisation des filtres anticaloriques pénalisant les projecteurs actuels (rendement de 25 à 30 %) pour la projection des images fixes. 25 Les filtres anticaloriques absorbent en effet une quantité non négligeable de lumière visible.

La solution adoptée consiste à faire circuler un fluide transparent à la lumière visible et opaque aux autres rayons lumineux dans un récipient de forme appropriée 30 et parfaitement définie de telle sorte que les lois de Descartes-Snell soient vérifiées et assujetties à une circulation laminaire créant en son sein un gradient thermique régulier favorisant la concentration de rayons lumineux par réflexions et réfractions successives.

Pour atteindre simultanément ce résultat il faut que la forme du volume de l'optique de concentration selon l'invention soit générée par la révolution d'un segment d'arc de spirale logarithmique, comme décrit dans la revendication 1. 35

D'autres segments d'arcs, courbes ou approximations par lignes brisées seront aussi possibles pour générer cette forme de volume mais SEUL l'arc de spirale logarithmique donne le rendement optique maximum. D'autres formes que des formes de révolution sont également possibles. La figure n° 1 représente une perspective écorchée de l'optique fluide. 40 45

La figure n° 2 représente une coupe de l'optique fluide.

En référence aux figures n° 1 et n° 2, le dispositif comporte les éléments suivants numérotés. 50

La forme intérieure (1) constitue l'essentiel de l'OPTIQUE FLUIDE. Cette forme est générée par la révolution d'un arc de spirale logarithmique.

La surface est recouverte d'un dépôt réfléchissant chromé, nickelé, argenté, ou constituée d'un dépôt de verre ou de tout autre système parfaitement réfléchissant. Cette forme peut être exécutée en fonderie sous pression (fonderie d'aluminium, fonte ou tout autre ma-

tière ayant une bonne résistance mécanique et thermique) sur laquelle il est possible de fixer un dépôt réfléchissant. La géométrie intérieure doit être parfaite.

Les récipients (2) et (3) supports de la forme intérieure, sont formés de deux enveloppes rendues solidaires par des vis et un joint (4). Ces enveloppes peuvent extérieurement servir de radiateur pour évacuer les calories excédentaires par circulation forcée d'un fluide réfrigéré.

L'enveloppe (5) extérieure retenant le fluide réfrigérant. Le Joint d'étanchéité (6). Le hublot (7) transparent formant la face d'entrée. L'étanchéité est réalisée par un joint torique.

Le tout est maintenu par une bride de maintien (8) vissée. Le cône de sortie (9) de la forme intérieure du récipient marqué (1) est constitué de matière transparente tel un verre de qualité optique résistant très bien à la température. Ce cône est maintenu à l'ensemble (1), (2) et (3) par une bride de maintien (11). L'ensemble est rendu étanche par un joint torique (10). Le sommet (12) du cône est coiffé d'une collerette d'écoulement qui permet l'évacuation du fluide optique A pour sa remise en froid.

Pour le bon fonctionnement de l'ensemble, il est impératif de créer une circulation forcée du fluide optique A qui doit être assujéti à pénétrer dans l'optique de façon tangentielle à la forme optique et le plus près possible de la face d'entrée disposée de telle sorte que la circulation initiale soit tangentielle et laminaire. Le fluide doit dans toute l'optique être animé d'un mouvement de rotation centripète jusqu'à son évacuation par le sommet du cône de sortie. La collerette (13) d'écoulement contribue à évacuer le fluide optique A vers un dispositif de refroidissement et de filtrage en circuit fermé (15) grâce à une tuyauterie (14). C'est en effet ce fluide qui évacue en partie l'énergie calorifique inutile créée par le rayonnement infra-rouge. La tuyauterie (14) d'évacuation sera aplatie dans le sens du flux lumineux pour occulter au minimum le faisceau de sortie. D'autres circulations de fluide sont possibles. Dispositif (15) en circuit fermé comportant un filtre, une pompe et un échangeur thermique.

Le fluide thermique B de refroidissement (16) du radiateur périphérique pénètre du côté de la face d'entrée optique (face la plus chaude). La sortie se fera du côté du cône de sortie. Tout l'ensemble devra être mis en oeuvre et contrôlé par un servomécanisme. L'ensemble devra être piloté à partir de points de test de température, de pression et de débit répartis sur les endroits stratégiques du circuit fluide de refroidissement. La création d'un projecteur à optique de TRES GRANDE PUISSANCE permet d'augmenter de façon non négligeable le rendement optique et de diversifier le domaine d'application de ces appareils.

Ce type de projecteur est capable de reproduire une image fixe ou mobile sur un écran (nuages ou édifices publics) situés à grande distance. Le projecteur convient donc bien pour les spectacles de sons et lumières

ou les représentations extérieures de grande envergure. Il permet aussi la projection de nappes de grande intensité lumineuse, de grande ouverture de faisceau (environ 170°) à grande distance.

5 Son utilisation peut convenir aussi dans l'éclairage de grands chantiers de travaux publics (tels les constructions de barrages ou ouvrages d'art) les grandes installations portuaires comme Antifer, apportant de ce fait une sécurité visuelle supplémentaire au personnel.  
10 D'autres applications comme la mise en valeur de sites prestigieux peuvent également être envisagées.

Il est aussi possible en changeant de fluide et en le choisissant pour ses propriétés de transmission ou d'absorption d'une partie du flux lumineux en fonction de sa longueur d'onde, d'utiliser ce projecteur par visibilité réduite due à la présence de brumes et brouillards. (éclairage de ports, de pistes d'atterrissage ou de noeuds routiers). Il est encore possible en utilisant des produits pâteux ou solides, présentant évidemment les mêmes propriétés optiques, d'embarquer ces projecteurs sur des mobiles roulants, volants ou flottants. Il est aussi possible d'utiliser un volume vide de tout fluide en mettant à profit la seule propriété optique créée par la spirale logarithmique.

25 Dans tous ces cas, on rappelle qu'il est impératif de toujours respecter la forme intérieure du volume de l'optique de concentration, qu'elle soit de révolution ou non. Il est enfin possible de créer un bloc monolithique solide et transparent comme le verre ou le plastique.

30 Ce bloc, dont la forme extérieure (dioptré utile) doit respecter celle du volume de l'optique fluide pourrait aussi concentrer les rayons lumineux de la même manière. On note enfin que le fonctionnement de tels projecteurs ne produit pas de dégagement thermique dans l'environnement ni dans le flux lumineux.  
35

## Revendications

40 1. Dispositif optique destiné à concentrer la totalité de la lumière qui pénètre, de façon quelconque en direction et en incidence, par la face d'entrée de l'optique(7), qui ressort selon une nappe parfaitement organisée et figée, caractérisé en ce que le volume de ce dispositif est tel que la génératrice qui l'engendre est une spirale LOGARITHMIQUE (1).  
45

2. Dispositif selon la revendication 1 caractérisé en ce que la forme optique, qui est la surface réfléchissante (1), est parcourue par un fluide (A) maintenu en circulation forcée et assujéti à pénétrer dans l'optique de façon tangentielle à la forme optique et le plus près possible de la face d'entrée et disposée de telle sorte que la circulation initiale soit tangentielle et laminaire, de plus le fluide doit dans toute l'optique être animé d'un mouvement de rotation centripète jusqu'à son évacuation par le sommet du cône de sortie(9) évacuant ainsi les calories.  
55

3. Dispositif selon l'une des revendications 1 et 2 caractérisé en ce que cette rotation centripète crée un gradient thermique créant un gradient d'indice de réfraction au sein de l'optique fluide.

4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3 caractérisé en ce que le fluide(A) sera choisi pour ses propriétés de transmission ou d'absorption d'une partie du flux lumineux en fonction de sa longueur d'onde.

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé par une face d'entrée formée d'un hublot transparent(7) par lequel pénètre le flux lumineux, et un cône de sortie(9) dont la forme prolonge la courbe (1) du volume optique et constitué d'une matière transparente.

6. Dispositif selon la revendication n° 1 précédente caractérisé par une possibilité de remplir le volume occupé par le fluide par tout autre produit pâteux ou solide ou même d'utiliser ce volume optique vide de tout fluide.

7. Dispositif selon les revendications 1 et 6 caractérisé par un bloc monolithique solide et transparent comme le verre ou le plastique, ce bloc dont la forme extérieure, qui est le dioptre utile, doit respecter celle du volume de l'optique fluide.

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que le volume peut être refroidi par un fluide thermique supplémentaire (B) circulant dans un radiateur extérieur à l'ensemble.

9. Générateur de lumière, caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif optique selon l'une quelconque des revendications précédentes, et une ou plusieurs sources lumineuses, ce dispositif recueillant toute la lumière produite par cette ou ces sources quelle que soit l'incidence du ou des rayonnements d'entrée et leur position par rapport à la face d'entrée,

10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications n°s 1 à 8, comme le sens de propagation du rayonnement électromagnétique est réversible dans les lois de Descartes-Snell, fonctionnant de façon réversible,

en effet, dans un sens le dispositif peut focaliser le rayonnement électromagnétique produit par plusieurs sources et fonctionner comme un générateur de lumière (le rayonnement entre par la face d'entrée et sort par le cône de sortie), dans l'autre sens, le dispositif peut recueillir le signal électromagnétique d'un émetteur et

fonctionne comme un détecteur d'information (le rayonnement entre par le cône de sortie et sort par la face d'entrée).

5

### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Bündelung des gesamten eindringenden Lichtes, egal welcher Art und aus welcher Richtung kommend; das Licht tritt durch die Eintrittsoberfläche des optischen Systems (7) ein und tritt als geregeltes und konstant leuchtendes Bild aus, das durch das Volumen des Generators als logarithmische Spirale (1) charakterisiert ist.

2. Vorrichtung auf Forderung 1 aufbauend, dargestellt durch die optische Form (reflektierende Oberfläche (1)), in die eine Flüssigkeit hineinfließt (A), die in Bewegung gehalten wird und die so eingeleitet wird, daß sie das optische Bild tangential streift und sich so dicht wie möglich an der Eintrittsoberfläche befindet, wenn sie in das optische System eindringt; diese Oberfläche muß derart gestaltet sein, daß die anfängliche Zirkulation tangential und laminar verläuft; innerhalb des optischen Systems muß die Flüssigkeit eine zentripetale Rotation erfahren, bis sie durch das konische Ende austritt (9), welches die Wärme abführt.

3. Vorrichtung auf 1) oder 2) aufbauend, verkörpert durch eine zentripetale Bewegung, die einen Refraktionsgradienten innerhalb des flüssigen optischen Systems aufbaut.

4. Vorrichtung in Übereinstimmung mit den Forderungen 1) bis 3), charakterisiert durch die Flüssigkeit (A) in der Eigenschaft, in Abhängigkeit von der Wellenlänge den Lichtfluß umzuwandeln oder zu absorbieren.

5. Vorrichtung auf den vorherigen Forderungen aufbauend, charakterisiert durch eine Eintrittsoberfläche, bestehend aus einem transparenten Fenster (7), durch das der Lichtfluß eindringt, sowie ein konisches Ende (9), dessen Form eine Fortsetzung (1) des optischen Raumes darstellt und welches aus einem transparenten Material besteht.

6. Vorrichtung auf den vorherigen Forderungen aufbauend, charakterisiert durch die Möglichkeit, die Flüssigkeit durch irgendein zähes oder festes Material zu ersetzen, oder das Volumen völlig leer zu nutzen.

7. Vorrichtung auf den Forderungen 1) bis 6) aufbauend, verkörpert durch einen festen monolithischen, durchsichtigen Block wie Glas oder Kunststoff, dessen äußere Form (sinnvoll wäre ein Diopter) auf die

Form der flüssigen Optik eingeht.

8. Vorrichtung auf den vorherigen Forderungen aufbauend, charakterisiert dadurch daß das Volumen durch die Zugabe thermischer Flüssigkeit (B), die sich in einem externen Kühlgerät befindet, abgekühlt werden kann. 5
9. Ein Lichtprojektor, charakterisiert durch die Tatsache, daß eine optische Vorrichtung verwendet wird - wie oben beschrieben, die mit einer oder mehreren Lichtquellen funktioniert; die optische Einrichtung bündelt das Licht einer oder eben auch mehrerer dieser Lichtquellen, wobei die Art der eintretenden Strahlen sowie deren Position relativ zur Eintrittsstelle keine Rolle spielt. 10
10. Vorrichtung auf den vorangehenden Forderungen aufbauend, wie die Richtung der Verbreitung von elektromagnetischer Strahlung umkehrbar ist in die Gesetze von Descartes-Snell, so funktioniert es tatsächlich, daß das Gerät in einer Richtung elektromagnetische Strahlung bündeln kann (der Lichtstrom tritt durch die Eintrittsoberfläche ein und fließt durch den konischen Ausgang hinaus); in der anderen Richtung jedoch kann das Gerät ein elektromagnetisches Signal empfangen, so daß es als Informationsdetektor funktioniert (der Lichtstrom tritt durch den Austrittskonus ein und tritt an der Eintrittsoberfläche aus). 20 25 30

### Claims

1. Device intended to focus all the entering light, whatever its direction and incidence; the light enters through the optical system's entrance surface (7) and exits as an organized and constant luminous surface; characterized by its volume of which the generating line which generates it is a logarithmic spiral (1). 35 40
2. Device in accordance with either claim 1, characterized by the optical shape which is the reflective surface (1) in which flows a fluid (A) maintained in forced circulation, and forced to enter the optical system tangentially to the optical shape and as close as possible to the entrance surface; this surface must be arranged so that initial circulation be tangential and laminary, inside the optical system, the fluid must have a centripetal rotation movement until it exits through the cone end (9), thus draining off the calories. 45 50
3. Device in accordance with either 1 or 2, characterized by the centripetal movement creating a refraction rate gradient inside the fluid optical system. 55

4. Device in accordance with any of the claims 1 to 3, characterized by the fluid (A) being chosen for its ability to transmit or absorb part of the luminous flow according to its wavelength.

5. Device in accordance with any of the previous claims characterized by an entrance surface made of a transparent window (7) through which the luminous flow comes in, and a cone end (9) of which the shape (1) is a continuation of the optical volume, and made of a transparent material.

6. Device in accordance with any of the previous claims characterized by the possibility to replace the fluid by any other thick or solid material, or even to use the optical volume empty.

7. Device in accordance with any of the claim 1 to 6, characterized by a solid monolithic transparent block like glass or plastic which is useful diopter, the outside shape of which must respect the fluid optical system's shape.

8. Device in accordance with any of the previous claims characterized by the possibility for its shape to be cooled down by an additional thermic fluid (B) flowing in an external radiator.

9. Light projector, characterized by the fact that it uses an optical device as described in the previous claims, and one or more light source; the optical device collects all the light produced by this or these sources, regardless of the incidence of the entering beams and their position relatively to the entrance.

10. Device in accordance with any of the claims 1 to 8, as the direction of the propagation of an electromagnetic beam is reversible in Descartes-Snell' laws, it functions reversibly, indeed, in one direction, the device can focus the electromagnetic beam made several lightsources and can function as a light generator (the luminous flow enters by the entrance surface and goes out throw the exit cone), in the contrary direction, the device can catch an electromagnetic signal and then functions as an information detector (the luminous flow enters by the exit cone and goes out throw the entrance surface).

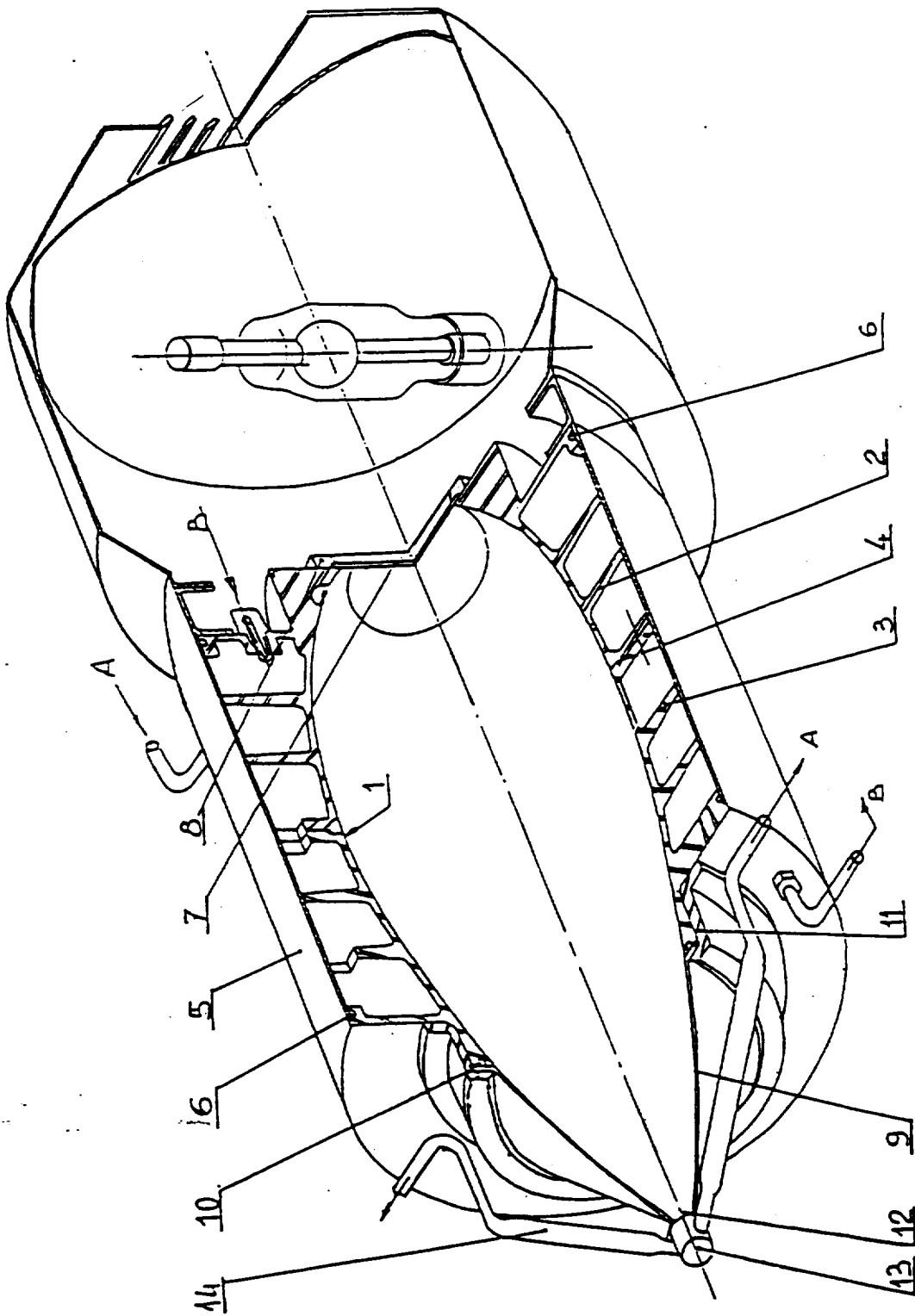


fig 1

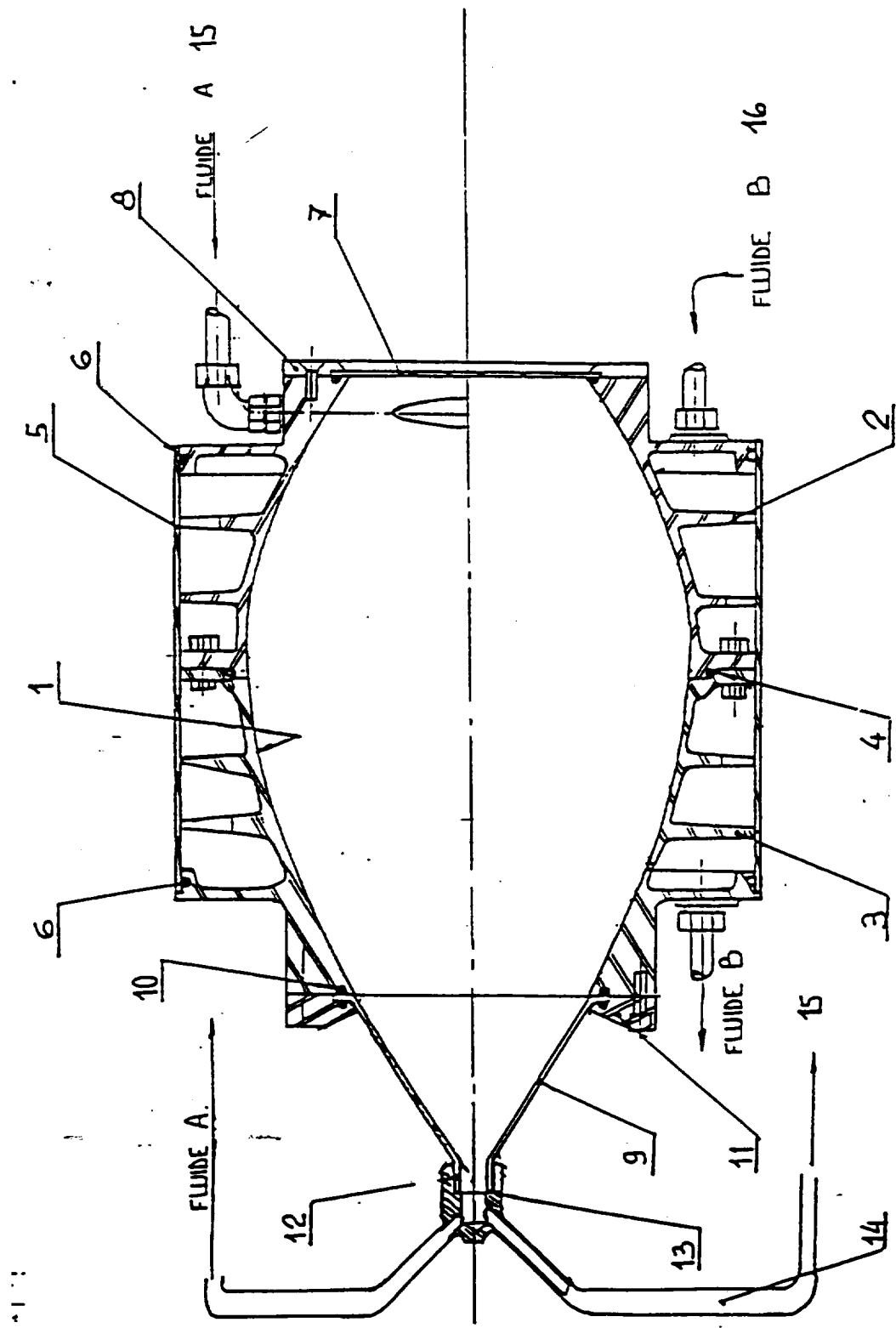


Fig 2