

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 067 356 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:

09.06.2004 Bulletin 2004/24

(51) Int Cl.7: **F42B 3/113**

(21) Numéro de dépôt: **00401935.2**

(22) Date de dépôt: **05.07.2000**

(54) **Allumeur optique à barreau en verre à gradient d'indice**

Optischer Zünder mit einem Gradientenindex-Glasstab

Optical igniter using a graded index glass rod lens

(84) Etats contractants désignés:
DE FR GB

(30) Priorité: **06.07.1999 FR 9908717**

(43) Date de publication de la demande:
10.01.2001 Bulletin 2001/02

(73) Titulaire: **Institut Franco-Allemand de
Recherches de Saint-Louis
68301 Saint-Louis Cedex (FR)**

(72) Inventeur: **Moulard, Henry
68300 Saint Louis La Chaussee (FR)**

(74) Mandataire: **Somnier, Jean-Louis et al
Novagraaf Technologies
122, rue Edouard Vaillant
92593 Levallois Perret Cedex (FR)**

(56) Documents cités:
**EP-A- 0 394 562 WO-A-99/30107
US-A- 4 870 903 US-A- 4 930 418
US-A- 4 934 804 US-A- 5 052 300
US-A- 5 206 455 US-A- 5 914 458**

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no.
03, 31 mars 1997 (1997-03-31) -& JP 08 303301 A
(MITSUBISHI HEAVY IND LTD;NIPPON OIL
& FATS CO LTD), 19 novembre 1996
(1996-11-19)**

EP 1 067 356 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

[0001] La présente invention concerne un allumeur optique comprenant une composition pyrotechnique dont l'allumage est réalisé au moyen d'un rayonnement laser qui est amené vers cette composition pyrotechnique par une fibre optique.

[0002] Dans ce type d'allumeur optique l'une des extrémités de la fibre optique est raccordée à une source de rayonnement laser et l'autre extrémité de cette fibre est engagée dans un connecteur.

[0003] Ce type d'allumeur optique comporte également des moyens pour assurer une liaison mécanique amovible entre le connecteur de la fibre optique et la composition pyrotechnique.

[0004] Un tel allumeur optique a été décrit dans un article publié en 1997 dans la revue « EG & G Optoelectronics » et intitulé « Commercialization of a laser ignited actuator ».

[0005] Un autre exemple d'allumeur optique à barreau en verre est divulgué dans le document US-A-5 914 458.

[0006] Dans la pratique, la réalisation d'un tel allumeur optique présente de nombreuses difficultés pour obtenir une parfaite transmission du rayonnement laser, sans perte d'énergie, entre la fibre optique et la composition pyrotechnique.

[0007] Le but de la présente invention est de surmonter les difficultés ci-dessus, en créant un allumeur optique à la fois simple à réaliser et à monter, peu coûteux, qui économise l'énergie et dont le fonctionnement est parfaitement fiable.

[0008] L'invention vise ainsi un allumeur optique comprenant une composition pyrotechnique et une fibre optique dont une extrémité est raccordée à une source de rayonnement laser, l'autre extrémité adjacente à la composition pyrotechnique étant engagée dans un connecteur, des moyens assurant une liaison mécanique amovible entre le connecteur de la fibre optique et la composition pyrotechnique.

[0009] Suivant l'invention, cet allumeur optique prévoit qu'entre le connecteur et la composition pyrotechnique est inséré un barreau en verre dont l'axe est aligné suivant l'axe de la fibre optique et celui de la composition pyrotechnique, ce barreau en verre étant à gradient d'indice et constitué d'une ou deux parties coaxiales en contact avec la composition pyrotechnique et avec l'extrémité de la fibre optique, de telle sorte que le rayonnement laser issu de ladite extrémité de la fibre optique traverse le barreau en verre et se focalise sur la face du barreau en verre en contact avec la composition pyrotechnique.

[0010] L'invention comprend en outre les configurations péculières du barreau en verre à gradient d'indice à la fois décrites dans la suite de la revendication indépendante 1.

[0011] Etant donné que la réalisation d'un tel allumeur ne pose pas de problème d'alignement très précis entre

la fibre optique et le barreau en verre à gradient d'indice, sa fabrication peut être effectuée à faible coût avec les moyens techniques usuels.

[0012] De plus, l'insertion du barreau en verre précité entre la fibre optique et la composition pyrotechnique, assure une transmission parfaite de l'énergie laser vers cette composition pyrotechnique, ce qui garantit une parfaite fiabilité du fonctionnement de l'allumeur.

[0013] De préférence, le barreau en verre à gradient d'indice est engagé dans un alésage pratiqué dans un élément en matière peu conductrice thermiquement. Cette matière peut être en métal peu conducteur thermiquement, ce qui exclut le cuivre et l'aluminium. L'élément ci-dessus peut également être en céramique.

[0014] Selon une version de l'invention l'élément en matière peu conductrice thermiquement est de forme cylindrique ou tronconique.

[0015] D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront encore dans la description ci-après.

[0016] Aux dessins annexés, donnés à titre d'exemples non limitatifs :

- la figure 1 est une vue en coupe longitudinale de l'allumeur optique selon l'invention ;
- la figure 2 est une vue à échelle agrandie du barreau en verre à gradient d'indice ;
- la figure 3 est une vue analogue à la figure 1, montrant une deuxième version de l'allumeur selon l'invention ;
- la figure 4 est une vue analogue à la figure 1, montrant une troisième version de l'allumeur selon l'invention ;
- la figure 5 est une vue analogue à la figure 1, montrant une quatrième version de l'allumeur selon l'invention ;
- la figure 6 est une vue à échelle agrandie du barreau en verre en deux parties de l'allumeur représenté sur la figure 5.

[0017] Dans la réalisation représentée sur la figure 1, l'allumeur optique comprend une composition pyrotechnique 1 et une fibre optique 2 dont une extrémité est raccordée à une source de rayonnement laser telle qu'une diode laser.

[0018] L'autre extrémité de la fibre optique 2 adjacente à la composition pyrotechnique 1 est engagée dans un connecteur 3 porté par une bague de connexion 3a.

[0019] Des moyens qui seront détaillés plus loin assurent une liaison mécanique amovible entre le connecteur 3 de la fibre optique 2 et la composition pyrotechnique 1.

[0020] Dans l'exemple de la figure 1, entre le connecteur 3 et la composition pyrotechnique 1 est inséré un élément 4 en une matière peu conductrice thermiquement comportant un alésage 5 dont l'axe est aligné suivant l'axe de la fibre optique 2.

[0021] Cet alésage 5 renferme un barreau en verre 6 à gradient d'indice dont une face est en contact avec la

composition pyrotechnique 1. La face opposée du barreau en verre 6 est destinée, après montage à venir en contact avec l'extrémité 2a de la fibre optique 2.

[0022] Du fait que le barreau 6 soit en verre à gradient d'indice, le rayonnement laser 7 (voir figure 2) issu de l'extrémité 2a de la fibre optique 2 traverse le barreau en verre 6 et se focalise sur la face 6d du barreau en verre 6 en contact avec la composition pyrotechnique 1.

[0023] L'élément 4 en matière peu conductrice thermiquement peut être en métal peu conducteur thermiquement, tel que de l'acier inox. Les métaux tels que le cuivre et l'aluminium ne peuvent convenir.

[0024] L'élément 4 en matière peu conductrice thermiquement peut également être en céramique.

[0025] Dans l'exemple représenté, l'élément 4 en matière peu conductrice thermiquement est de forme cylindrique.

[0026] Comme montré par la figure 1, le cylindre 4 est logé dans une cavité cylindrique 8 formée dans l'enveloppe métallique 9 qui entoure la composition pyrotechnique 1. Un embout 11 est vissé dans un alésage fileté 9a de l'enveloppe 9, de façon que l'embout appuie hermétiquement le cylindre 4 contre la composition pyrotechnique 1.

[0027] Le diamètre du barreau en verre 6 à gradient d'indice peut varier entre 1 et 2 mm environ.

[0028] La longueur du barreau en verre à gradient d'indice est de l'ordre de 5 mm.

[0029] Cette longueur est telle que le rayonnement laser 7 issu de la fibre optique 2 puisse se focaliser à son extrémité.

[0030] Le rapport de la longueur du barreau en verre 6 sur son diamètre correspond au demi-pas caractéristique optique du verre à gradient d'indice.

[0031] Dans l'exemple de la figure 3, le cylindre 4 qui porte le barreau 6 est logé dans une cavité cylindrique 8a formée dans l'embout métallique 11a qui entoure le connecteur 3 de la fibre optique (2) après son vissage dans l'enveloppe métallique 9 qui entoure la composition pyrotechnique 1.

[0032] Dans la version selon la figure 4, le barreau 6 en verre à gradient d'indice est logé dans un alésage 5a pratiqué dans l'embout métallique 11b qui après montage entoure le connecteur 3 de la fibre optique 2 et qui est vissé dans l'enveloppe métallique 9 qui entoure la composition pyrotechnique 1.

[0033] Dans l'exemple de la figure 5, le barreau en verre à gradient d'indice est en deux parties. Une première partie 6a du barreau en verre à gradient d'indice est logée dans un alésage 5b pratiqué dans un embout métallique 11c qui après montage entoure le connecteur 3 de la fibre optique 2 et qui est vissé dans l'enveloppe métallique 9 qui entoure la composition pyrotechnique 1. Une seconde partie 6b du barreau en verre est logée dans un alésage pratiqué dans un élément 12 fixé à l'extrémité du connecteur 3 de la fibre optique 2.

[0034] La figure 6 montre la disposition des deux parties de barreau 6a, 6b, après vissage de la bague 3a

sur l'embout 11c.

[0035] Dans ce cas, le rapport de la longueur sur le diamètre de chaque partie 6a, 6b du barreau en verre correspond au quart de pas caractéristique optique du verre à gradient d'indice.

[0036] La figure 6 illustre également le trajet du rayonnement laser dans les deux parties 6a, 6b de barreau à gradient d'indice.

[0037] Comme dans le cas d'un barreau d'une seule pièce, le rayonnement laser focalise sur l'extrémité de la composition pyrotechnique 1.

[0038] La figure 6 montre qu'un espace d existe entre les deux parties de barreau 6a, 6b. Cette distance d peut varier d'un allumeur à l'autre, ce qui permet ainsi de compenser les tolérances de fabrication et d'économiser les coûts de fabrication et de montage.

[0039] L'allumeur optique que l'on vient de décrire présente les principaux avantages suivants :

- le barreau en verre 6 à gradient d'indice permet une transmission du rayonnement laser 7 pratiquement sans perte d'énergie (inférieure à 5%) ce qui permet l'utilisation d'une source laser de faible puissance, de l'ordre de 1W, telle qu'une diode laser ;
- le fait que le barreau en verre 6 soit porté par un élément facilement usinable, facilite le montage du barreau en verre dans l'allumeur et son alignement par rapport à la fibre optique et résout également le problème de l'étanchéité de l'intérieur de l'allumeur par rapport au milieu extérieur.

Revendications

1. Allumeur optique comprenant une composition pyrotechnique (1), une fibre optique (2) dont une première extrémité est raccordée à une source de rayonnement laser et dont la seconde extrémité (2a) est engagée dans un connecteur (3), des moyens (3a,9,11,11a,11b,11c) assurant une liaison mécanique amovible entre le connecteur (3) et la composition pyrotechnique (1), et un barreau (6) en verre à gradient d'indice, dont l'axe est aligné suivant l'axe de la fibre optique (2), qui est inséré entre le connecteur (3) et la composition pyrotechnique (1) et est en contact d'une part avec la composition pyrotechnique (1) et d'autre part avec la deuxième extrémité (2a) de la fibre optique (2) de sorte que le rayonnement laser (7) issu de la deuxième extrémité (2a) de la fibre optique (2) traverse le barreau en verre (6,6a,6b) et se focalise sur la face en contact avec la composition pyrotechnique (1), ledit barreau (6) étant constitué

soit d'une seule partie (6) dont le rapport de la longueur sur le diamètre correspond au demi-pas caractéristique optique du verre,

soit de deux parties (6a,6b) coaxiales ayant chacune un rapport de leur longueur sur leur dia-

mètre correspondant au quart du pas caractéristique optique du verre, la partie (6b) en contact avec la fibre optique (2) étant logée dans un alésage pratiqué dans un élément (12) fixé à l'extrémité du connecteur (3).

2. Allumeur optique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le barreau (6,6a,6b) est engagé dans un alésage (5,5a) pratiqué dans un élément (4,11b,11c) en une matière peu conductrice thermiquement. 10
3. Allumeur optique selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** la matière thermiquement peu conductrice est un métal. 15
4. Allumeur optique selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** la matière thermiquement peu conductrice est une céramique. 20
5. Allumeur optique selon l'une des revendications 2 à 4, **caractérisé en ce que** l'élément (4,11b,11c) dans lequel est engagé le barreau (6,6a,6b) est de forme cylindrique. 25
6. Allumeur optique selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** la partie (6,6a) de barreau en contact avec la composition pyrotechnique (1) est engagée dans un alésage (5,5a) pratiqué dans un élément (4,11b,11c) qui est logé dans une 30
enveloppe (9) métallique entourant la composition pyrotechnique (1) et qui est appuyé hermétiquement contre la composition pyrotechnique (1) par un embout (11,11a,11b,11c) qui entoure le connecteur (3) et qui est vissé dans un alésage fileté (9a) réalisé dans l'enveloppe (9). 35
7. Allumeur optique selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** l'élément (4) dans lequel est engagée la partie (6,6a) de barreau en contact avec la composition pyrotechnique (1) est logé dans une 40
cavité (8) formée dans l'enveloppe métallique (9), l'embout (11) prenant appui sur la face de l'élément (4) opposée à la composition pyrotechnique (1). 45
8. Allumeur optique selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** l'élément (4) dans lequel est engagée la partie (6,6a) de barreau en contact avec la composition pyrotechnique (1) est logé dans une 50
cavité (8a) formée dans l'embout (11a). 55
9. Allumeur optique selon la revendications 6, **caractérisé en ce que** l'élément (11b,11c) dans lequel est engagée la partie (6,6a) de barreau en contact avec la composition pyrotechnique (1) est constitué par l'embout (11b,11c).

Patentansprüche

1. Optischer Anzünder mit einer pyrotechnischen Zusammensetzung (1) und einem Lichtleiter (2), dessen 5
eines Ende mit einer Laserstrahlungsquelle verbunden ist und dessen anderes Ende (2a) in ein Verbindungsstück (3) eingesetzt ist, mit Elementen (3a, 9, 11, 11a, 11b, 11c), die eine lösbare mechanische Verbindung zwischen dem Verbindungsstück (3) und der pyrotechnischen Zusammensetzung (1) gewährleisten, und einem Glasstab (6) mit Gradientenindex, dessen Achse gemäß derjenigen des Lichtleiters (2) ausgerichtet ist, der zwischen dem Verbindungsstück (3) und der pyrotechnischen Zusammensetzung (1) eingefügt ist, und der einerseits in Kontakt mit der pyrotechnischen Zusammensetzung (1) und andererseits mit dem Ende (2a) des Lichtleiters (2) ist, so dass die aus dem besagten Ende (2a) des Lichtleiters (2) austretende 10
Laserstrahlung (7) den Glasstab (6, 6 a, 6 b) durchläuft und auf die Seite des Glasstabes fokussiert wird, die in Kontakt mit der pyrotechnischen Zusammensetzung (1) ist; wobei der Glasstab (6) gebildet wird aus:
entweder einem einzigen Teil (6), dessen Verhältnis zwischen der Länge und seinem Durchmesser dem charakteristischen optischen Halbschritt des Glases entspricht, 15
oder zwei coaxialen Teilen (6a, 6b); die jeweils ein Verhältnis zwischen ihrer Länge und ihrem Durchmesser haben, das dem charakteristischen optischen Viertelschritt des Glases entspricht; wobei das Teil (6a), das mit dem Lichtleiter (2) in Verbindung ist, in einer Bohrung in einem Element (12) eingefügt ist, das am Ende des Verbindungsstückes (3) befestigt ist.
2. Optischer Anzünder gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Glasstab (6, 6a, 6b) in eine Bohrung (5, 5 a) eingesetzt ist, die in einem Element (4, 11 b, 11 c) aus wenig wärmeleitfähigem Material ausgebildet ist.
3. Optischer Anzünder gemäß Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das wenig wärmeleitfähige Material ein Metall ist.
4. Optischer Anzünder gemäß Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das wenig wärmeleitfähige Material aus Keramik ist.
5. Optischer Anzünder gemäß einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Element (4, 11b, 11c), in dem der Glasstab eingesetzt ist, eine zylindrische Form hat.
6. Optischer Anzünder gemäß einem der Ansprüche

1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Teil (6a, 6b) des Glases, das mit der pyrotechnischen Zusammensetzung (1) in Verbindung ist, in eine Bohrung (5, 5a) eingesetzt ist, die in einem Element (4, 11b, 11c) ausgebildet ist, das in einem Mantel (9) sitzt; der die pyrotechnische Zusammensetzung (1) umgibt, und das durch ein Ansatzstück (11, 11a, 11b, 11c), welches das Verbindungsstück (3) umgibt und in eine Gewindebohrung (9a) des Mantels (9) geschraubt ist, hermetisch gegen die pyrotechnische Mischung (1) gedrückt wird.

7. Optischer Anzünder gemäß Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Element (4) in welches das Teil (6a, 6b) des Glases in Verbindung mit der pyrotechnischen Zusammensetzung (1) eingefügt ist, sich in einem Hohlraum (8a) in dem Metallmantel (9) befindet; wobei das Ansatzstück (11) gegen die Seite des Elements (4) drückt, die der pyrotechnischen Zusammensetzung (1) gegenüberliegt.
8. Optischer Anzünder gemäß Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Element (4) in welches das Teil (6a, 6b) des Glases in Verbindung mit der pyrotechnischen Zusammensetzung (1) eingefügt ist, sich in einem Hohlraum (8a) im Ansatzstück (11a) befindet.
9. Optischer Anzünder gemäß Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Element (11b, 11c), in welches das Teil (6a, 6b) des Glases in Verbindung mit der pyrotechnischen Zusammensetzung (1) eingefügt ist, aus dem Ansatzstück (11b, 11c) gebildet wird.

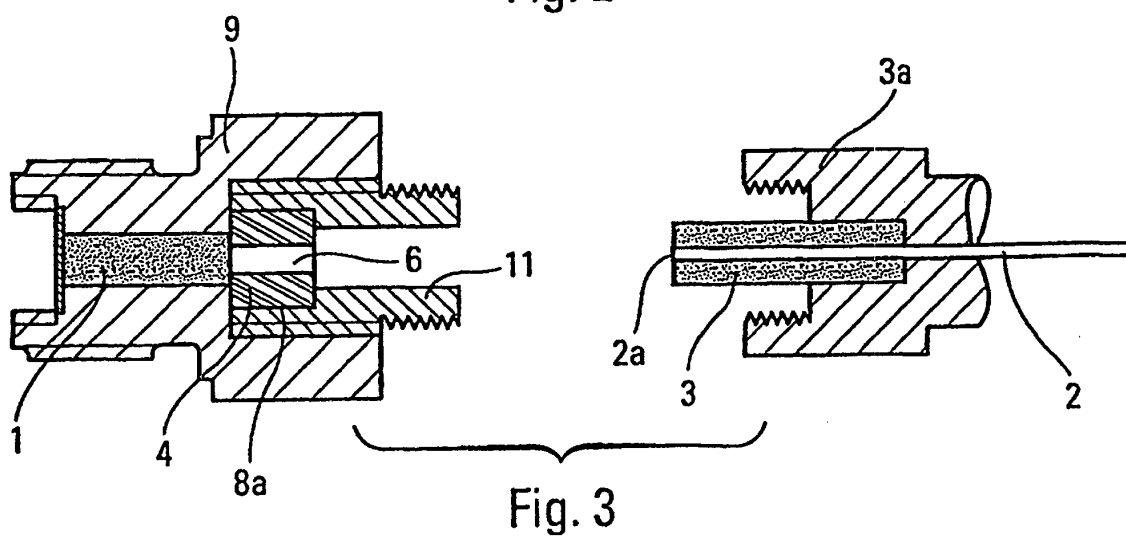
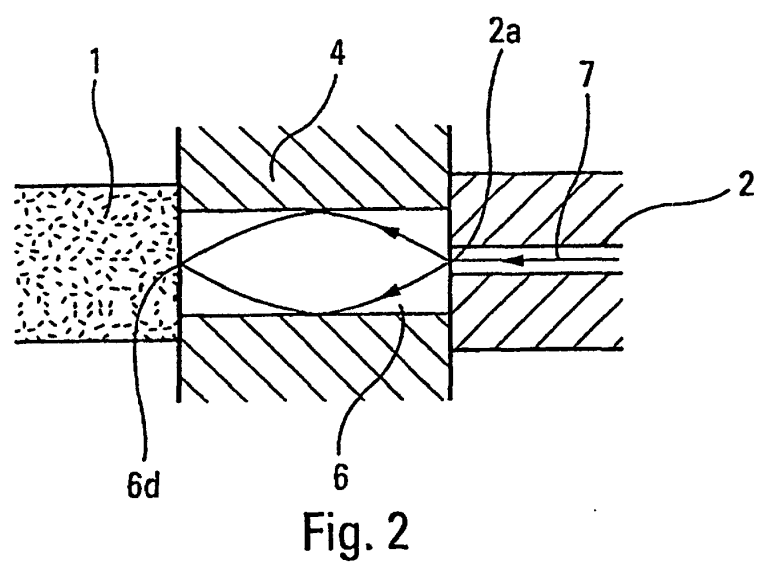
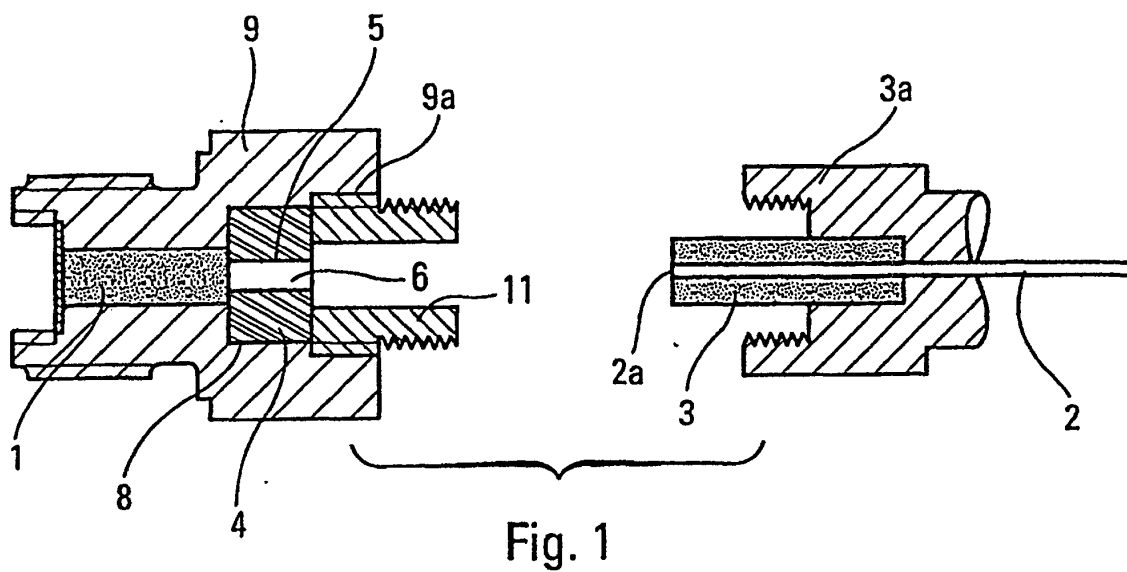
Claims

1. Optical igniter comprising a pyrotechnic composition (1), an optical fibre (2), a first end of which is connected to a laser radiation source and the second end (2a) of which is engaged in a connector (3), means (3a, 9, 11, 11a, 11b, 11c) providing a removable mechanical link between the connector (3) and the pyrotechnic composition (1), and a rod (6) of graded-index glass, the axis of which is aligned along the axis of the optical fibre (2), which is inserted between the connector (3) and the pyrotechnic composition (1) and is in contact, on one side, with the pyrotechnic composition (1) and, on the other side, with the second end (2a) of the optical fibre (2) in such a way that the laser radiation (7) emanating from the second end (2a) of the optical fibre (2) passes through the glass rod (6, 6a, 6b) and is focussed on the face in contact with the pyrotechnic composition (1), the said rod (6) being formed:
 - either from a single part (6), the ratio of the

length to the diameter of which corresponds to one half of the optical characteristic pitch of the glass;

- or from two coaxial parts (6a, 6b) each having a ratio of their length to their diameter corresponding to one quarter of the optical characteristic pitch of the glass, the part (6b) in contact with the optical fibre (2) being housed in a bore made in an element (12) fastened to the end of the connector (3).

2. Optical igniter according to Claim 1, **characterized in that** the rod (6, 6a, 6b) is engaged in a bore (5, 5a) made in an element (4, 11b, 11c) made of a material of low thermal conductivity.
3. Optical igniter according to Claim 2, **characterized in that** the material of low thermal conductivity is a metal.
4. Optical igniter according to Claim 2, **characterized in that** the material of low thermal conductivity is a ceramic.
5. Optical igniter according to one of Claims 2 to 4, **characterized in that** the element (4, 11b, 11c) into which the rod (6, 6a, 6b) is engaged is of cylindrical shape.
6. Optical igniter according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** the rod part (6, 6a) in contact with the pyrotechnic composition (1) is engaged in a bore (5, 5a) made in an element (4, 11b, 11c) which is housed in a metal casing (9) that surrounds the pyrotechnic composition (1) and which is pressed hermetically against the pyrotechnic composition (1) by a ferrule (11, 11a, 11b, 11c) that surrounds the connector (3) and is screwed into a threaded bore (9a) produced in the casing (9).
7. Optical igniter according to Claim 6, **characterized in that** the element (4) into which the rod part (6, 6a) in contact with the pyrotechnic composition (1) is engaged is housed in a cavity (8) formed in the metal casing (9), the ferrule (11) bearing on that face of the element (4) on the opposite side to the pyrotechnic composition (11).
8. Optical igniter according to Claim 6, **characterized in that** the element (4) in which the rod part (6, 6a) in contact with the pyrotechnic composition (1) is engaged is housed in a cavity (8a) formed in the ferrule (11a).
9. Optical igniter according to Claim 6, **characterized in that** the element (11b, 11c) in which the rod part (6, 6a) in contact with the pyrotechnic composition (1) is engaged consists of the ferrule (11b, 11c).



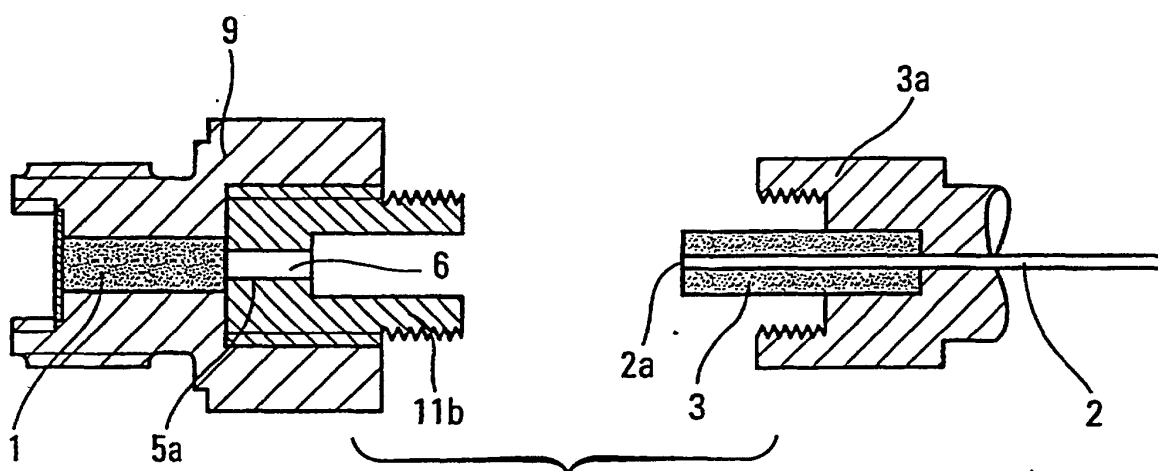


Fig. 4

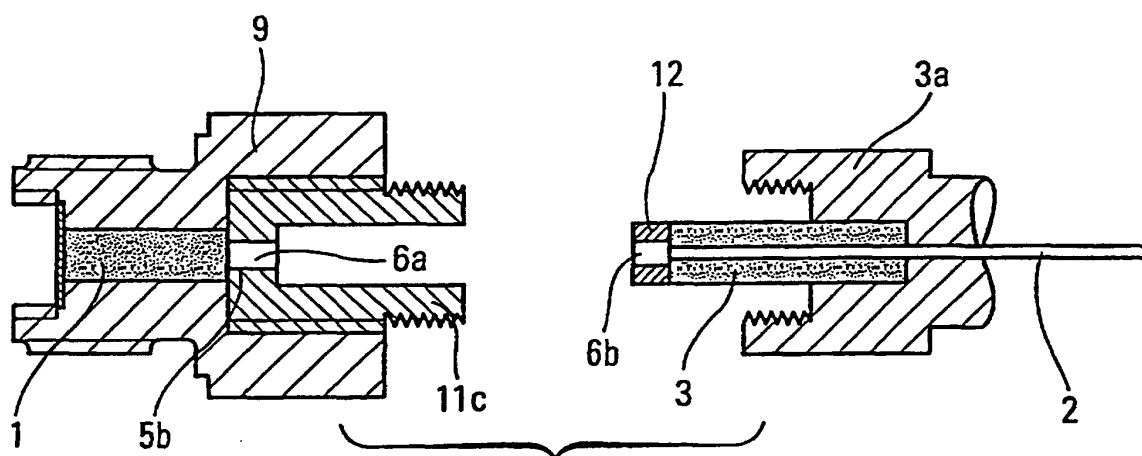


Fig. 5

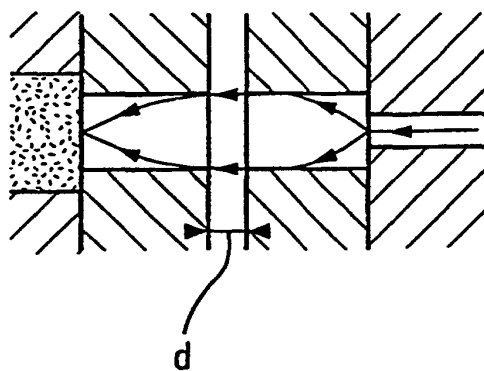


Fig. 6