



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication :

**0 046 114
B1**

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPÉEN

(45) Date de publication du fascicule du brevet :
02.05.84

(51) Int. Cl.³ : **E 21 B 43/117, F 42 B 3/00**

(21) Numéro de dépôt : **81401265.4**

(22) Date de dépôt : **06.08.81**

(54) **Dispositif de perforation pour sondages.**

(30) Priorité : **12.08.80 FR 8017723**
10.02.81 FR 8102547

(43) Date de publication de la demande :
17.02.82 Bulletin 82/07

(45) Mention de la délivrance du brevet :
02.05.84 Bulletin 84/18

(84) Etats contractants désignés :
DE FR GB IT NL

(56) Documents cités :
FR-A- 1 200 123
FR-A- 1 281 158
FR-A- 2 285 593
US-A- 2 750 884
US-A- 2 756 677
US-A- 3 078 797
US-A- 3 177 808
US-A- 3 276 369
US-A- 3 305 032

(73) Titulaire : **SOCIETE DE PROSPECTION ELECTRIQUE
SCHLUMBERGER**
42, rue Saint-Dominique
F-75340 Paris Cedex 07 (FR)
FR IT
Schlumberger Limited
277 Park Avenue
New York, N.Y. 10172 (US)
DE GB NL

(72) Inventeur : **Pottier, Alain**
4039 Underwood
Houston Texas 77025 (US)
Inventeur : **Chesnel, Pierre**
5, rue de Toulouse-Lautrec
F-91600 Savigny sur Orge (FR)
Inventeur : **Chaintreau, Bernard**
76, avenue de la Forêt
F-77210 Avon (FR)

(74) Mandataire : **Chareyron, Lucien et al**
Schlumberger Limited Service Brevets 42, rue
Saint-Dominique
F-75340 Paris Cedex 07 (FR)

EP 0 046 114 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).

Dispositif de perforation pour sondages

L'invention se rapporte aux dispositifs de perforation pour la mise en production des sondages et plus particulièrement à un dispositif à charges creuses du type semi-récupérable.

Les dispositifs de perforation semi-récupérables comprennent un support allongé le long duquel sont fixées des charges creuses encapsulées dirigées radialement. L'ensemble est descendu dans un sondage à la profondeur où l'on désire perforer le tubage et, après le tir, on remonte en surface le support et, éventuellement, les parties d'enveloppes de charges qui sont restées fixées au support. Les parties des enveloppes brisées par l'explosion constituent des débris qui restent dans le sondage mais cette quantité de débris est limitée grâce à la récupération du support.

Les supports utilisés sont souvent en forme de barre allongée comportant des trous de fixation destinés à recevoir les charges. De tels dispositifs sont décrits par exemple dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 2 756 677 (J.J. McCullough). Pour certaines applications il est souhaitable de réaliser des perforations de diamètre élevé et en grand nombre. Une telle application est par exemple la préparation d'une zone productrice tubée pour la constitution d'un écran de gravier (gravel pack). Ces dispositifs à haute densité de charge imposent de nombreuses contraintes qui jusqu'à présent n'ont pas été résolues par les techniques de l'art antérieur.

On a réalisé des supports constitués par une barre tordue en hélice pour obtenir des charges dirigées selon plusieurs directions radiales. Le support décrit dans le brevet déjà mentionné ne permet pas de monter une densité élevée de charges de par sa conception même et par suite de son manque de robustesse. Un tel support est tordu sur sa longueur après fixation des charges. Comme les trous sont aussi déformés par la torsion, il est possible que le maintien des charges ne soit pas assuré avec suffisamment de fermeté. De plus, si l'on utilise les dispositifs connus pour des tubages de différents diamètres on n'obtient pas partout la même qualité de performances. Dans les tubages de diamètre élevé, seules les charges qui viennent en appui sur le tubage présentent de bonnes performances. Les autres charges, dont la face avant est relativement éloignée de la paroi, perdent une partie considérable de leur efficacité. Dans les dispositifs de perforation destinés à la préparation des écrans de gravier, il est particulièrement important d'obtenir des perforations de gros diamètre (2 cm par exemple) aussi régulièrement espacées que possible dans toutes les directions. Avec les dispositifs connus qui permettent d'atteindre, par exemple, une densité de quatre coups par 30 cm, on pourrait obtenir une densité double en descendant à la même profondeur deux de ces appareils mais on ne sait pas les intercaler pour réaliser des perforations avec une

répartition régulière.

Il est donc souhaitable de réaliser des dispositifs de perforation capables de recevoir une densité élevée de charges et présentant une excellente robustesse avec toutefois un faible coût de fabrication. Ce faible coût est important car en général, après un tir, les supports sont déformés ou rendus fragiles et ne sont pas réutilisables.

L'objet de l'invention concerne un dispositif de perforation dans un sondage particulièrement souhaitable pour la réalisation d'une densité élevée de perforations de diamètre important avec une répartition régulière.

L'objet de l'invention se rapporte en outre à un dispositif de perforation dont le support de charges est particulièrement simple et robuste. Un inconvénient des dispositifs connus du type semi-récupérable est la quantité importante de débris laissés dans le sondage après le tir. En effet, l'explosion casse en fragments la presque totalité des enveloppes de charges ne laissant sur le support que la partie de ces enveloppes, fixée dans le support. Cet inconvénient est particulièrement gênant dans le cas des dispositifs à densité élevée de charges.

Un autre objet de l'invention est de réduire la quantité de débris obtenus avec un tel dispositif de perforation.

Selon l'invention, un dispositif de perforation pour sondages comprend : un support allongé formé par une suite de sections à faces planes angulairement décalées autour de la direction longitudinale et percées de trous de fixation longitudinalement espacés et des charges explosives ayant des enveloppes étanches fixées dans les trous de fixation avec leurs axes sensiblement perpendiculaires aux faces planes. Des moyens de détonation commandés électriquement sont reliés aux charges pour leur mise à feu. Chaque section de support comporte deux trous de fixation espacés, longitudinalement, d'une distance inférieure au diamètre maximal d'une charge perpendiculairement à son axe, et les enveloppes des charges comportent des parties arrière de diamètre réduit adaptées à s'engager dans les trous de fixation pour monter deux charges selon des directions radiales opposées sur chacune desdites sections.

De préférence le support est formé par un tube dont on écrase bord à bord des parties successives dans des directions radiales prédéterminées pour former les sections à faces planes.

Les moyens de détonation comprennent un détonateur commandé électriquement pour faire exploser deux cordons détonants respectivement reliés l'un à une première série comprenant une charge de chaque section et l'autre à une deuxième série comprenant l'autre charge de chaque section. Les deux cordons sont mis à feu simultanément grâce à un relai explosif et éventuellement synchronisés par d'autres relais explosifs.

L'enveloppe de chaque charge comprend un corps métallique offrant une résistance suffisante pour la fixation et un couvercle réalisé en un matériau cassant, par exemple céramique. La partie arrière du corps des charges a une fente pour le passage du cordeau de mise à feu.

Le corps de chaque enveloppe de charge est réalisé en acier filé présentant une résistance suffisante dans la direction de l'axe de la charge et une moindre résistance perpendiculairement à cet axe de façon qu'en majeure partie les corps des charges s'ouvrent sous l'effet de la détonation tout en restant attachés audit support par leur partie arrière après le tir.

Pour les sondages de grand diamètre, des entretoises sont disposées entre le support et le pied des enveloppes de charges. Chaque entretoise comprend une partie annulaire renforcée adaptée à recevoir cette partie arrière. A l'intérieur de ladite partie annulaire, l'entretoise comprend une partie transversale adaptée à s'insérer dans la fente de passage du cordeau lorsque la partie arrière d'une enveloppe de charge est placée dans l'entretoise, afin de réduire le volume de fluide du sondage à l'intérieur de la partie annulaire tout en assurant une transmission convenable de l'explosion du cordeau vers la charge grâce à une bonne application de ce cordeau contre l'enveloppe de la charge.

Les caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront d'ailleurs mieux de la description qui va suivre donnée à titre d'exemple non limitatif en référence aux dessins annexés dans lesquels :

la figure 1 est une vue d'ensemble d'un dispositif de perforation selon l'invention représenté dans un sondage ;

les figures 2A et 2B sont une vue en coupe partielle du dispositif de la figure 1 ;

la figure 3 est une coupe suivant 3-3 de la figure 2A ;

la figure 4 est un détail du support des charges de la figure 1 ;

la figure 5 est une vue en perspective du support de charges ;

les figures 6 et 7 sont respectivement une coupe longitudinale et une vue arrière d'une charge encapsulée utilisée dans le dispositif ;

les figures 8 et 9 sont des coupes transversale et longitudinale d'une entretoise utilisée pour les tubages de diamètre élevé ; et

la figure 10 est une coupe transversale après le tir d'un mode de réalisation du dispositif de perforation selon l'invention.

En référence à la figure 1, un dispositif de perforation 11 suspendu à l'extrémité d'un câble 12 est représenté dans un sondage 13 revêtu d'un tubage 14 qui traverse des formations 15. Pour mettre en production une certaine zone contenant des hydrocarbures, on désire préparer cette zone pour la mise en place d'un écran de gravier et, pour ce faire, perforer une grande densité de trous de gros diamètre dans cette zone. Le dispositif de perforation 11 réalisé en vue de ce résultat est fixé à une tête de câble classique 16

par l'intermédiaire d'un détecteur 17 de joints de tubage permettant de repérer avec précision les profondeurs. Le dispositif de perforation comprend une tête supérieure 18, un adaptateur 20, un (ou plusieurs) organe de raccordement 21, un (ou plusieurs) support 22 de charges 23 et une pièce d'extrémité inférieure 24.

En référence aux figures 2A et 2B, la tête supérieure 18 de forme cylindrique porte un filetage 26 permettant sa fixation à l'extrémité inférieure du détecteur 17 de joints de tubage. Un connecteur électrique 27 monté de façon isolée et étanche dans l'axe de la tête est relié à sa partie inférieure à un conducteur isolé 28. La tête 18 est fixée par exemple par des vis 30 à l'adaptateur 20 formé par un manchon 31 soudé de façon excentrée à une plaque 32. Des renforts latéraux 33 sont soudés entre le manchon 31 et la plaque 32. Il est préférable que la tête 18 soit excentrée dans le sondage afin que le détecteur de joints 17 soit proche de la paroi du tubage 14 et fournisse ainsi un meilleur signal. La plaque 32 est reliée au support 22 par l'organe de raccordement 21. Cet organe de raccordement 21, représenté plus en détail sur la figure 3, est formé de deux demi-coquilles 35 et 36 fixées l'une à l'autre par des vis 37. Chaque demi-coquille (par exemple 35) est formée par un segment de cornière dont les ailes sont arrondies et sur lequel est soudé un longeron 40 de section carrée de façon que les deux demi-coquilles après montage autorisent un mouvement angulaire limité entre la tête 18 et le support 22. Chaque demi-coquille comprend de plus une saillie transversale 41 sur laquelle peuvent être fixés un cordeau détonant ou un relai explosif et les conducteurs électriques.

Le support 22, représenté aussi sur les figures 4 et 5, comprend une suite de sections à faces planes angulairement décalées de 90° autour de la direction longitudinale AA'. Chaque section (voir figure 4) est percée de deux trous de fixation 44-45 longitudinalement espacés pour recevoir l'arrière des charges. Chaque trou de fixation tel que 44 comporte deux méplats transversaux 46, 47 et deux méplats obliques 48, 49 pour empêcher la charge correspondante de tourner autour de son axe. La distance d entre les centres des deux trous de fixation 44 et 45 d'une section est nettement inférieure au diamètre maximal d'une charge pris perpendiculairement à son axe afin de permettre une grande densité de charges. Les charges sont alors montées avec des directions opposées de part et d'autre de chaque section. De préférence les trous 44 et 45 sont aussi rapprochés que possible, tout en laissant entre eux une bande de métal minimale suffisante pour permettre une bonne fixation des charges. Dans un mode de réalisation, la distance d était d'environ 2 cm pour des charges de diamètre 5 cm environ, la bande de métal laissée entre les deux trous ayant 8 mm de largeur.

Le support 22 (figure 5) est fabriqué à partir d'un tube d'acier de diamètre convenable (4 cm dans l'exemple ci-dessus) écrasé selon deux directions radiales de façon à former les sections

successives à faces planes. Pour ce faire, on place le tube sous une presse pour écraser une section avec une force d'environ 100 tonnes puis on avance le tube d'une longueur de section, en le faisant tourner de 90° autour de son axe avant d'écraser la section suivante. On découpe ensuite les trous de fixation par poinçonnage.

Avant introduction des charges dans les trous de fixation du support, on place (figure 2A) un premier cordeau détonant 62 dans les fentes 60 d'une première série de charges formée par la charge supérieure de chaque section, et un deuxième cordeau détonant 63 dans les fentes 60 d'une deuxième série de charges comprenant l'autre charge (inférieure) de chaque section. Chaque cordeau détonant (62-63) est disposé en hélice autour du support et se prolonge vers le bas jusqu'à un relais explosif 64. Le relais explosif 64 relié par l'intermédiaire d'un autre cordeau détonant 65 à un détonateur 66 a pour but de mettre à feu simultanément les deux cordons 62 et 63. Le détonateur 66 comporte deux fils électriques de mise à feu 67 et 68 reliés vers le haut le long du support 22, l'un au conducteur isolé 28 et l'autre à un deuxième conducteur 70 connecté à la masse. Le détonateur 66, les cordons détonants, et par suite l'ensemble des charges 23 sont mis à feu par l'envoi d'un courant électrique convenable entre le connecteur 27 et la masse par l'intermédiaire du câble 12.

D'une façon classique, il est préférable que la mise à feu s'effectue du bas vers le haut. En effet, avec un sens de mise à feu inverse, un raté partiel du dispositif se traduirait par un empilement de débris sur les charges inférieures non tirées, ce qui pourrait coincer le dispositif dans le tubage lorsqu'on le remonte en surface.

Pour obtenir des perforations sur une grande longueur, on peut fixer bout à bout plusieurs supports 22 par des organes de raccordement 21. Pour que la détonation des deux cordons 62 et 63 reste simultanée, on intercale au niveau de chaque organe de raccordement 21 un relais explosif qui, au début de chaque support 22, synchronise la détonation de ces deux cordons.

Le support 22 est fixé à la pièce d'extrémité inférieure 24 par un organe de raccordement 71 identique à l'organe 21 de la figure 3. La pièce d'extrémité 24 est constituée par un tube 72 écrasé à sa partie supérieure pour présenter une section plane de liaison 73 adaptée à être placée dans l'organe de raccordement 71. Des fenêtres 74 sont découpées dans le tube et un bouchon 75 est soudé à son extrémité inférieure. Trois tiges 76 sont soudées par leurs extrémités au haut et au bas du tube 72 de façon que leurs parties médianes soient éloignées de l'axe et centrent le bas de l'appareil dans le tubage. Le détonateur 66 est placé à l'intérieur du tube 72.

Chaque charge 23 représentée plus en détail sur les figures 6 et 7 comprend un corps métallique 52 et un couvercle 53 en céramique monté de façon étanche sur le corps. Le corps est réalisé en métal pour être fixé solidement sur le support. Le couvercle est réalisé en alumine frittée pour être

fractionné en débris de faibles dimensions par l'explosion. Le corps 52 d'axe B.B' contient un pain d'explosif 50 dont la face avant est creusée en forme de cône recouvert d'un revêtement métallique 51.

Le corps 52 comprend une partie arrière 56 (ou pied) de section réduite reliée à une partie avant cylindrique 55 par une partie tronconique 54. Le pied 56 dont la section est complémentaire de celle des trous de fixation, comporte deux méplats opposés 57, 58. Dans le pied 56 sont découpés une fente 60 pour le passage d'un cordeau détonant et un trou transversal 61 adapté à recevoir une goupille de verrouillage. De préférence, la fente 60 qui se prolonge jusque dans la partie tronconique 54 est inclinée à environ 45° par rapport au plan des méplats 57, 58. Le corps est réalisé par filage, c'est-à-dire par déformation plastique d'un cylindre d'acier sous l'action d'un poinçon déplacé par une force convenable dans la direction de l'axe du corps. Ce filage est effectué de façon à réaliser un corps présentant une résistance mécanique anisotrope, c'est-à-dire une résistance meilleure dans la direction de l'axe B.B' de la charge que perpendiculairement à cet axe. De cette façon, sous l'effet de l'explosion, le corps 52 se rompt selon des lignes longitudinales et s'épanouit en s'écartant de l'axe mais reste attaché au pied 56 comme représenté sur la figure 10.

L'acier utilisé doit avoir une résistance et une malléabilité suffisantes pour ne pas se briser en morceaux sous l'effet de l'explosion. De bons résultats ont été obtenus avec les aciers peu cassants du type XC 32F, XC 18F et 20 MB5. Des traitements thermiques appropriés peuvent améliorer les qualités désirées de l'acier choisi.

Un dispositif de perforation tel que représenté sur les figures 2A et 2B est adapté à une série donnée de tubages comme par exemple les tubages de diamètre extérieur 17,8 cm (7 pouces). Pour perforer des tubages de diamètre différent comme les tubages de diamètre extérieur 24,5 cm, on utilise le même support 22 mais l'on monte les charges 23 sur ce support par l'intermédiaire d'entretoises pour réduire la distance entre le tubage et la face avant des charges. Une telle entretoise 80 représentée sur les figures 8 et 9 comprend une partie annulaire 81 renforcée en épaisseur, dans laquelle s'emboîte le pied 56 d'une enveloppe de charge, et une partie arrière 82 de section transversale réduite complémentaire de celle des trous de fixation 44 ou 45 du support 22. La partie annulaire 81 comporte un trou transversal 83 adapté à recevoir une goupille de verrouillage 85 (figure 10) pour fixer le pied 56 d'une charge dans l'entretoise. La partie arrière 82 comporte un trou transversal 84 adapté à recevoir une goupille de verrouillage 86 pour fixer l'entretoise sur le support 22.

A l'intérieur de la partie annulaire 81, est réalisée une partie transversale 87 adaptée à s'insérer dans la fente 60 de passage du cordeau détonant, lorsque le pied d'une enveloppe est mis en place dans l'entretoise 80. La face avant de cette partie

transversale maintient le cordeau détonant sur toute sa longueur au fond de la fente 60, assurant ainsi une transmission convenable de la détonation du cordeau au pain d'explosif de la charge. En outre, la présence de cette partie transversale 87 minimise le volume de fluide à l'intérieur de l'entretoise. Sans cette partie transversale, l'entretoise contiendrait un volume de fluide important remplissant la fente 60 de passage du cordeau. Ce fluide transmettrait alors l'explosion aux parois de l'entretoise au risque de faire éclater cette dernière et de perdre dans le sondage le pied de l'enveloppe de charge. Dans les sondages de grand diamètre, où ces entretoises sont nécessaires, la forme de réalisation ci-dessus permet donc de diminuer considérablement la quantité de débris laissés dans le sondage.

Le mode de réalisation qui vient d'être décrit peut évidemment faire l'objet de nombreuses variantes sans toutefois sortir du cadre de l'invention.

Revendications

1. Dispositif de perforation pour sondages comprenant :

— un support (22) allongé formé par une suite de sections à faces planes angulairement décalées autour de la direction longitudinale et percées de trous de fixation (44, 45) longitudinalement espacés ;

— des charges explosives (23) ayant des enveloppes étanches fixées audit support (22) dans les trous de fixation (44, 45) avec leurs axes sensiblement perpendiculaires aux faces planes ; et

— des moyens (27, 28, 62-70) de détonation commandés électriquement et reliés auxdites charges (23) pour mettre à feu lesdites charges (23) ;

caractérisé en ce que chaque section de support comporte deux trous de fixation (44, 45) longitudinalement espacés, d'une distance entre centres inférieure au diamètre maximal d'une charge (23) perpendiculairement à son axe, et en ce que les enveloppes des charges (23) comportent des parties arrière (56) de diamètre réduit adaptées à s'engager dans les trous de fixation (44, 45) de façon à monter deux charges (23) selon des directions radiales opposées sur chacune desdites sections (22).

2. Dispositif de perforation selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit support (22) est formé par un tube métallique dont lesdites sections sont réalisées en écrasant bord à bord des parties successives du tube dans des directions radiales prédéterminées.

3. Dispositif de perforation selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que deux sections successives dudit support (22) sont décalées de 90° autour de la direction longitudinale de façon à obtenir des charges explosives (23) orientées selon quatre directions radiales à 90°.

4. Dispositif de perforation selon l'une des

revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'enveloppe de chaque charge (23) comprend un corps métallique (52) offrant une résistance suffisante pour la fixation dans un trou du support et un couvercle (53) fixé à l'avant du corps (52) et réalisé en un matériau cassant pour réduire la dimension des débris après explosion de ladite charge (23).

5. Dispositif de perforation selon la revendication 6, caractérisé en ce que ledit couvercle (53) est réalisé en céramique.

6. Dispositif de perforation selon l'une des revendications 4 et 5, caractérisé en ce que ledit corps (52) de charge (23) est réalisé en acier filé présentant une meilleure résistance à la rupture dans la direction de l'axe de la charge (23) que perpendiculairement à cet axe, de façon qu'en majeure partie, lesdits corps (52) s'épanouissent sous l'effet de la détonation tout en restant attachés par leur partie arrière (56) audit support (22) après le tir.

7. Dispositif de perforation selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comprend des entretoises (80) amovibles susceptibles d'être intercalées entre les charges (23) et ledit support (22) pour perforer des sondages équipés de tubages (14) de diamètre élevé avec un jeu réduit entre les parties avant (55) des charges (23) et le tubage (14).

8. Dispositif de perforation selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il comprend plusieurs types d'entretoises (80) amovibles de longueurs prédéterminées différentes pour des sondages équipés de tubages (14) de diamètres différents.

9. Dispositif de perforation selon l'une des revendications 7 et 8 dans lequel la partie arrière (56) de chaque charge (23) comporte une fente (60) de passage pour un cordeau détonant (62, 63) de mise à feu, caractérisé en ce que chacune desdites entretoises (80) comprend une partie annulaire (81) adaptée à entourer la partie arrière (56) du corps (52) d'une charge (23), et, à l'intérieur de cette partie annulaire (81), une partie transversale (87) adaptée à s'engager dans ladite fente (60) de passage du cordeau (62, 63), lorsque la partie arrière (56) d'une charge (23) est placée dans l'entretoise (80), afin de réduire le volume de fluide à l'intérieur de l'entretoise (80), tout en assurant une bonne application du cordeau (62, 63) contre le corps (52) de la charge (23).

10. Dispositif de perforation selon la revendication 9, caractérisé en ce que ladite partie annulaire (81) de chaque entretoise (80) a une épaisseur renforcée.

11. Dispositif de perforation selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que lesdits moyens de détonation comprennent un détonateur (66) commandé électriquement pour mettre à feu deux cordons détonants (62, 63) respectivement reliés l'un à une première série de charges (23) comprenant une charge de chaque section et l'autre à une deuxième série de charges (23) comprenant l'autre charge de chaque section.

12. Dispositif de perforation selon la revendica-

tion 11, caractérisé en ce qu'il comprend un relais explosif (64) déclenché par le détonateur (66) pour la mise à feu simultanée des deux cordons détonants (62, 63).

13. Dispositif de perforation selon la revendication 12, caractérisé en ce qu'il comprend plusieurs relais explosifs (64) longitudinalement espacés le long du support (22) et auxquels sont reliés les deux cordons détonants (62, 63) pour maintenir la détonation simultanée des deux cordons détonants (62, 63).

Claims

1. Well perforation apparatus comprising :

— an elongated carrier (22) made up of a series of flat-sided sections offset angularly around the longitudinal direction and pierced with longitudinally spaced attachment holes (44, 45) ;

— explosive charges (23) having sealed casings attached to said carrier (22) in the attachment holes (44, 45) with their axes substantially perpendicular to the flat sides ;

— detonation means (27, 28, 62-70) operated electrically and connected to said charges (23) to fire said charges (23) characterized in that each carrier section has two attachment holes (44, 45) spaced longitudinally with a distance between centers smaller than the maximum diameter of a charge (23) perpendicular to its axis, and in that the envelopes of the charges (23) have rear parts (56) of reduced diameter adapted to engage in the attachment holes (44, 45) for fitting two charges (23) along opposite radial directions on each of said sections.

2. Perforation apparatus according to claim 1, characterized in that said carrier (22) is made up of a metallic tube on which said sections are made by crushing edge to edge successive parts of the tube in predetermined radial directions.

3. Perforation apparatus according to any one of claims 1 and 2, characterized in that two successive sections of said carrier (22) are offset by 90 degrees around the longitudinal direction so as to obtain explosive charges (23) oriented along four radial directions at 90 degrees.

4. Perforation apparatus according to any of claims 1 to 3, characterized in that the envelope of each charge (23) comprises a metallic body (52) offering a sufficient strength for the attachment in a carrier's hole and a cover (53) attached to the front part of the body (52) and made of a brittle material to reduce the size of the debris after the explosion of said charge (23).

5. Perforation apparatus according to claim 4, characterized in that said cover (53) is made of ceramic.

6. Perforation apparatus according to any one of claims 4 and 5, characterized in that the body (52) of the charge (23) is made of extruded steel having a better beaking resistance in the direction of the charge (23) axis than perpendicular to this axis so that for the most part, said bodies (52) open under the effect of the blast while remaining

attached by their rear part (56) to said carrier (22) after the blast.

7. Perforation apparatus according to any one of claims 1 to 6, characterized in that it comprises removable spacers (80) capable of being inserted between the charges (23) and said carrier (22) for perforating boreholes equipped with well casings (14) of large diameter with a reduced clearance between the front part (55) of the charges (23) and the well casing (14).

8. Perforation apparatus according to claim 7, characterized in that it comprises several types of removable spacers (80) of different predetermined lengths for boreholes equipped with well casings (14) of different diameters.

9. Perforation apparatus according to any one of claims 7 and 8, wherein the rear part (56) of each charge (23) has a slot (60) for the passage of the detonating cord (62, 63), characterized in that each of said spacers (80) comprises an annular part (81) adapted to surround the rear part (56) of the body (52) of a charge (23) and, inside this annular part (81), a transverse part (87) adapted to engage in said detonating cord slot (60) when the rear part (56) of a charge (23) is placed in the spacer (80), in order to reduce the volume of fluid inside the spacer (80), while ensuring proper application of the cord (62, 63) against the body (52) of the charge (23).

10. Perforation apparatus according to claim 9, characterized in that said annular part (81) of each spacer (80) has a reinforced thickness.

11. Perforation apparatus according to any one of claims 1 to 10, characterized in that said detonation means comprise a detonator (66) operated electrically to fire two detonating cords (62, 63) connected respectively to a first serie of charges (23) comprising a charge of each section and to a second serie of charges (23) comprising the other charge of each section.

12. Perforation apparatus according to claim 11, characterized in that it comprises an explosive relay (64) set off by the detonator (66) to fire the two detonating cords (62, 63) simultaneously.

13. Perforation apparatus according to claim 12, characterized in that it comprises several explosive relays (64) spaced longitudinally along the carrier (22) and to which the two detonating cords (62, 63) are connected, in order to maintain the simultaneous detonation of the two detonating cords (62, 63).

Ansprüche

1. Bohrlochperforationsvorrichtung mit

— einem langgestreckten Support (22) gebildet von einer Folge von Abschnitten mit flachen Seiten, die winkelmäßig um die Längsrichtung versetzt sind und von im Längsabstand angeordneten Befestigungslöchern (44, 45) durchbohrt sind,

— Explosivladungen (23) mit dichten Hüllen, die an dem Support (22) in den Befestigungs-

löchern (44, 45) mit ihren Achsen im wesentlichen senkrecht zu den ebenen Flächen befestigt sind, und

— Detonationseinrichtungen (27, 28, 62-70), die elektrisch gesteuert sind und mit den Ladungen (23) verbunden sind, um diese zu zünden, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Supportabschnitt zwei Befestigungslöcher (44, 45) mit einem Längsabstand ihrer Zentren aufweist, der kleiner ist als der Maximaldurchmesser einer Ladung (23) senkrecht zu ihrer Achse, und daß die Hüllen der Ladungen (23) rückseitige Abschnitte (56) aufweisen mit einem verringerten Durchmesser, angepaßt zum Einfügen in die Befestigungslöcher (44, 45) derart, daß zwei Ladungen (23) in radial entgegengesetzten Richtungen an jedem der Abschnitte (22) befestigbar sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Support (22) aus einem Metallrohr gebildet ist, dessen Abschnitte dadurch gebildet sind, daß aufeinanderfolgende Partien des Rohres in radial vorgegebenen Richtungen flächig aneinandergequetscht werden.

3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß zwei aufeinanderfolgende Abschnitte des Supports (22) zueinander um 90° um die Längsrichtung versetzt sind, derart, daß man Explosivladungen (23) erhält, die in vier unter 90° stehenden Radialrichtungen orientiert sind.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Hülle jeder Ladung (23) einen Metallkörper (52) umfaßt mit einer hinreichenden Festigkeit für die Befestigung in einem Loch des Supports sowie einen Deckel (53), der vor dem Körper (52) befestigt ist und aus einem aufbrechbaren Material besteht zwecks Verringerung der Abmessungen des Abfalls nach der Explosion der Ladung (23).

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Deckel (53) aus Keramik gefertigt ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Körper (52) der Ladung (23) aus gezogenem Stahl gefertigt ist mit einer höheren Reißfestigkeit in Richtung der Ladungs-(23)-Achse als senkrecht zu ihr, derart, daß der Körper (52) sich unter der Wirkung der Detonation auffächert, dabei jedoch mit seinem hinteren Teil (56) am Support (22) nach der Zündung befestigt bleibt.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß sie lösba-

schensstücke (80) umfaßt, die zwischen den Ladungen (23) und dem Support (22) einfügbar sind zwecks Perforation von Bohrlöchern, die mit Verrohrungen (14) größeren Durchmessers versehen sind, mit einem verringerten Spiel zwischen den Frontabschnitten (55) der Ladung (23) und der Verrohrung (14).

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß sie mehrere Typen von lösba-

ren Zwischenstücken (80) vorgegebener unterschiedlicher Länge aufweist für Bohrlöcher, die mit Verrohrungen (14) unterschiedlicher Durchmesser versehen sind.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 und 8, bei der die Rückpartie (56) jeder Ladung (23) einen Durchtrittsschlitz (60) für eine Zündschnur (62, 63) aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß jedes der Zwischenstücke (80) einen Ringabschnitt (81) umfaßt, bemessen zum Umfassen der rückseitigen Partie (56) des Körpers (52) an der Ladung (23), und daß im Inneren dieses Ringabschnitts (81) eine Querpartie (87) vorgesehen ist, bemessen zum Eingriff in den Schlitz (60) für die Zündschnur (62, 63), sobald die Rückpartie (56) einer Ladung (23) in das Zwischenstück (80) eingefügt wird, um das Volumen des Fluids im Inneren des Zwischenstücks (80) zu verringern unter Sicherstellung einer guten Applikation der Zündschnur (62, 63) gegen den Körper (62) der Ladung (23).

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Ringabschnitt (81) jedes Zwischenstücks (80) eine verstärkte Dicke besitzt.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Detonationseinrichtung einen Detonator (66) umfaßt, der elektrisch gesteuert ist zum Zünden von zwei Zündschnüren (62, 63), die an eine erste Serie von Ladungen (23), umfassend eine Ladung jedes Abschnitts, bzw. einer zweiten Serie von Ladungen (23), umfassend die andere Ladung jedes Abschnitts, angeschlossen sind.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß sie ein Explosionsrelais (64) umfaßt, ausgelöst durch den Detonator (66) zwecks gleichzeitiger Zündung beider Zündschnüre (62, 63).

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß sie mehrere Explosivrelais (64) im Längsabstand längs des Supports (22) umfaßt, an welche die beiden Zündschnüre (62, 63) angeschlossen sind, um die gleichzeitige Detonation der beiden Zündschnüre (62, 63) aufrechtzuerhalten.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

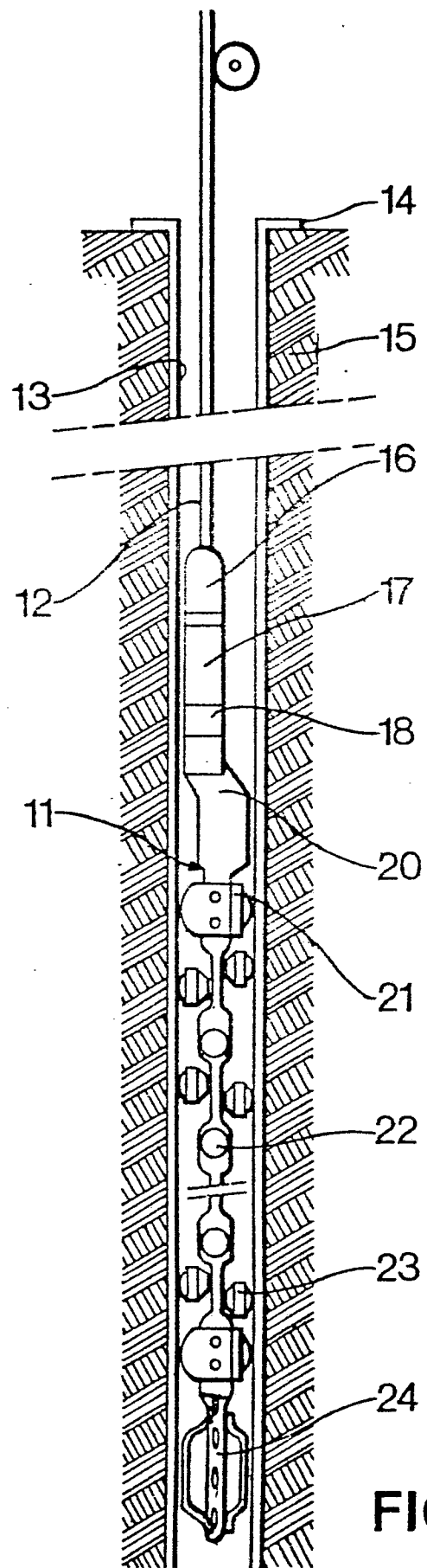


FIG.1

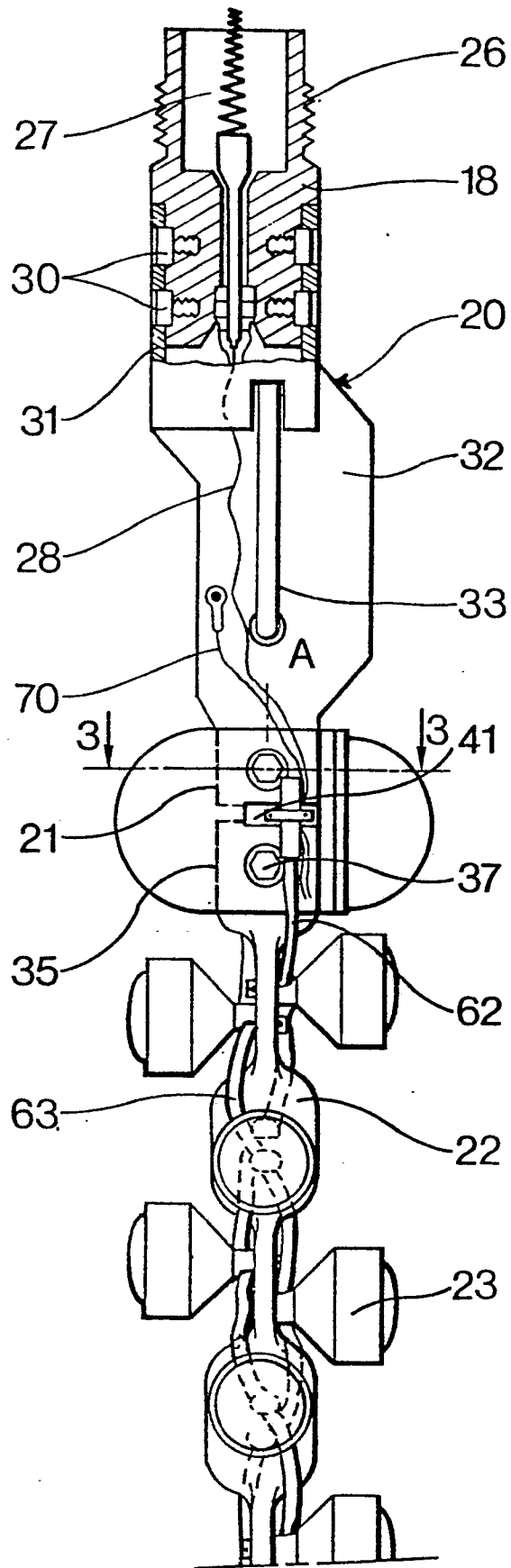


FIG. 2A

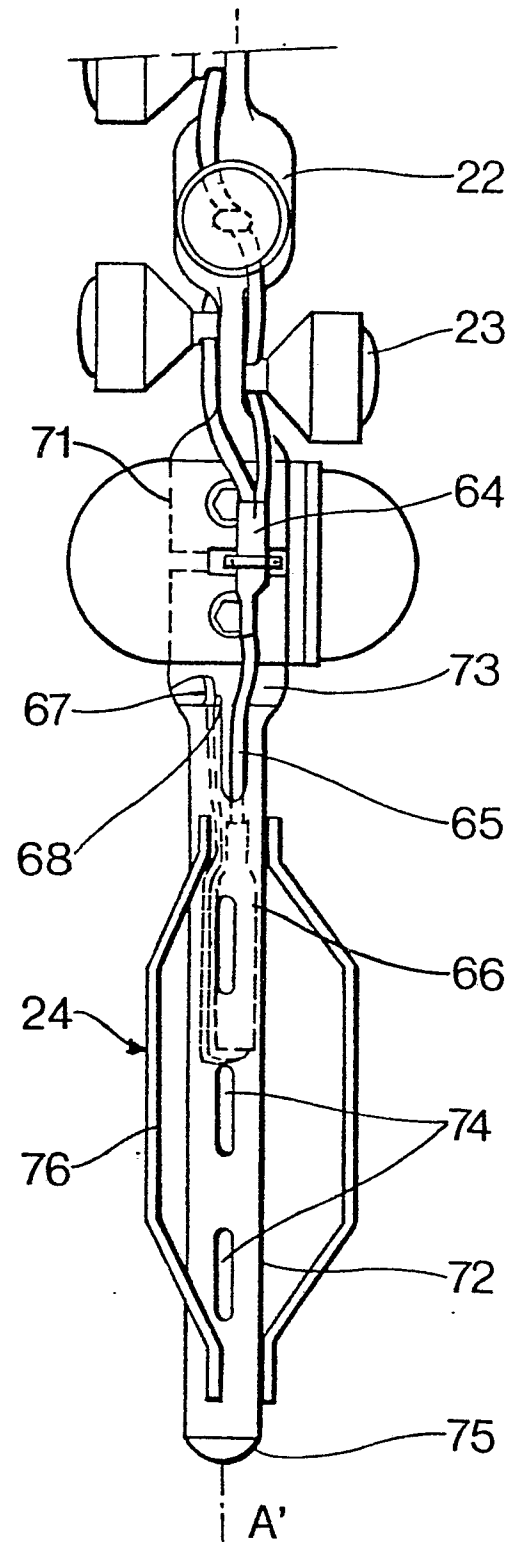


FIG. 2B

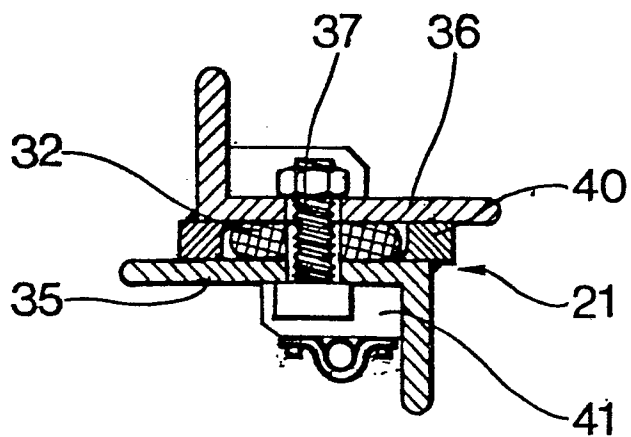


FIG. 3

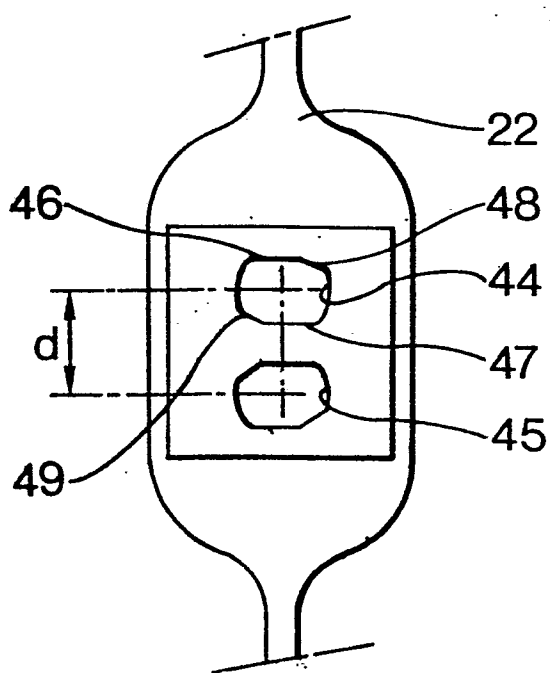


FIG. 4

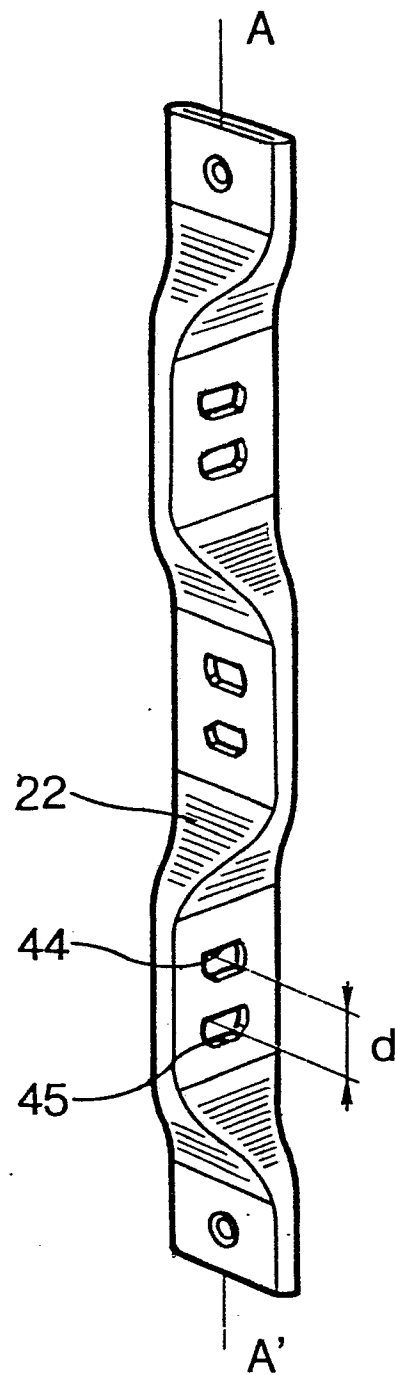


FIG. 5

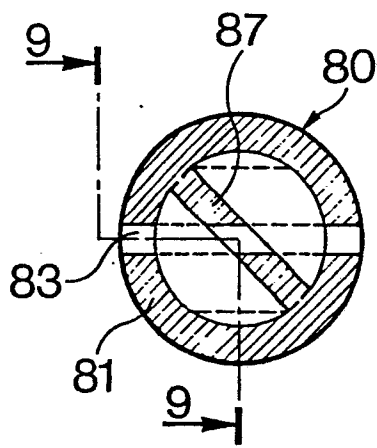
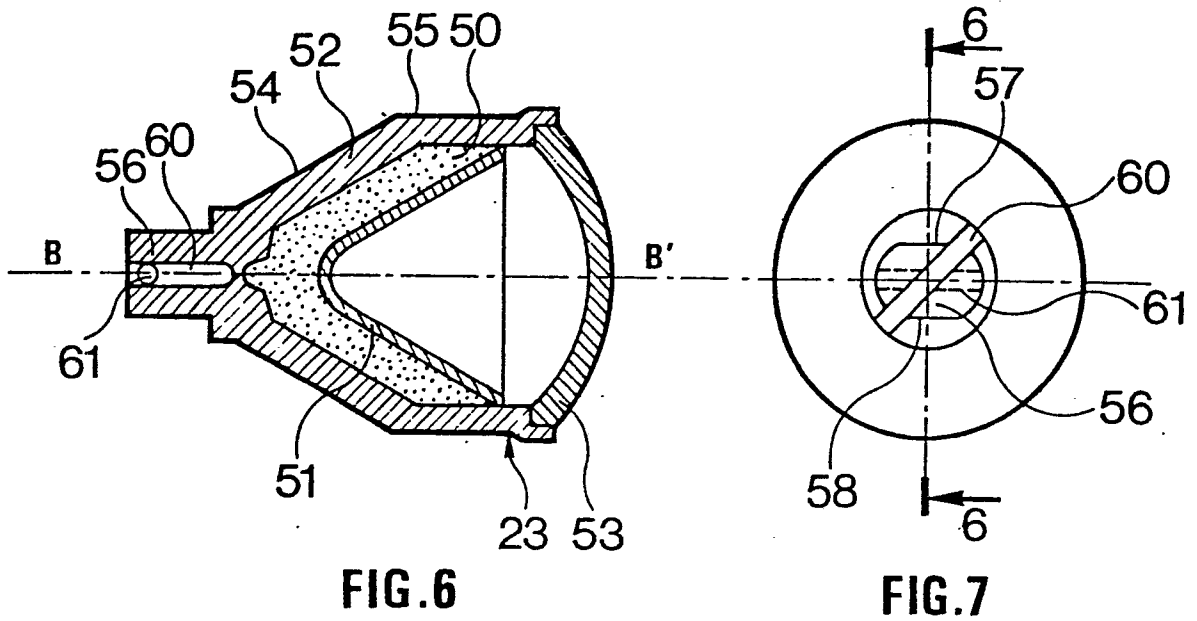


FIG. 8

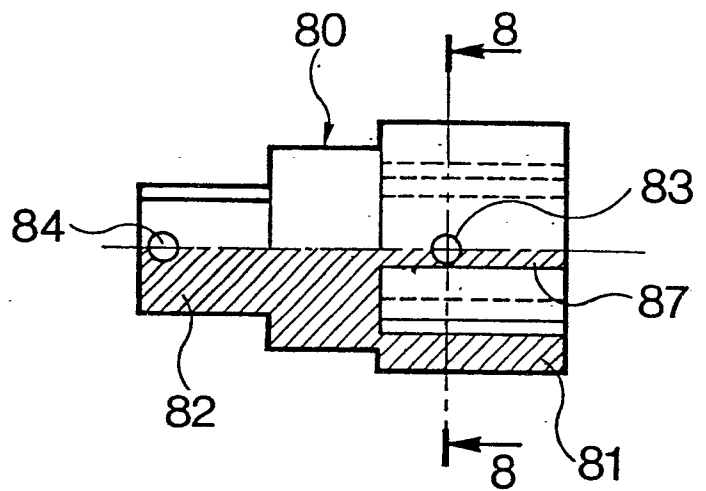


FIG. 9

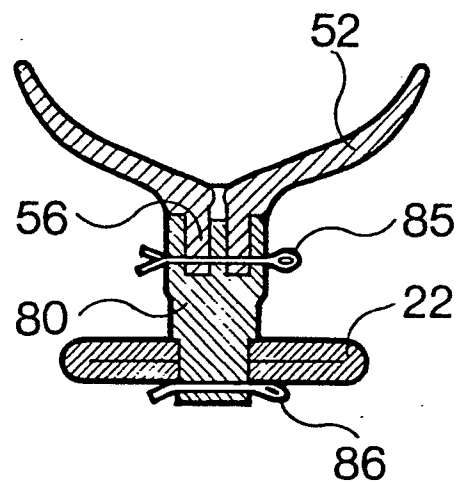


FIG. 10