

## Description

La présente invention se rapporte à un détonateur pyrotechnique à connexions coaxiales, du type à couche projetée.

De tels détonateurs (encore connus sous le nom de "slapper-détonator" ou "Exploiding foil Initiator" dans la littérature anglo-saxonne), peuvent être utilisés notamment pour déclencher le fonctionnement de charges militaires ou de propulseurs de roquettes, de missiles et de tout autre projectile guidé ou des générateurs de gaz (dans ce cas, les détonateurs sont dénommés inflammateurs à cause de leur emploi).

Dans le domaine de la détonique c'est-à-dire le domaine des explosifs, les charges militaires solides peuvent être initiés, par exemple, par une projection violente d'un matériau sur une charge intermédiaire pour que l'impact du matériau sur la charge intermédiaire provoque l'initiation de celle-ci. La projection du matériau est provoquée par l'explosion d'une pellicule métallique vaporisable, obtenue généralement par deux procédés différents :

- soit la circulation d'une impulsion de courant électrique ;
- soit l'absorption d'une impulsion d'énergie lumineuse générée par un laser.

L'invention se rapporte plus particulièrement au premier type de procédé dans lequel on utilise un élément conducteur sur lequel on a placé le matériau devant être projeté. Pour déclencher le fonctionnement, on envoie une décharge électrique, de très courte durée mais de très forte intensité, dans l'élément électrique. Le matériau se trouve alors projeté contre la charge intermédiaire et provoque son initiation.

Une première catégorie de ce type de détonateur, décrite dans la demande de brevet français N° 87 08813 déposée le 23 juin 1987, est équipée d'un élément électrique constitué de deux brins reliés à leur extrémité et placés suffisamment près l'un de l'autre pour constituer un conducteur peu selfique. Cet élément électrique sort latéralement au moins sur une des parois de l'artifice pour se connecter à une alimentation électrique extérieure. Cette connexion à plat est difficile à mettre en oeuvre et est très fragile. D'autre part, la réalisation d'un tel système pose des problèmes d'intégration, d'encombrement, d'étanchéité et d'herméticité.

Une autre catégorie de détonateurs, décrite dans la même demande de brevet, possède un élément électrique dont l'alimentation est réalisée à l'aide de deux électrodes, placées perpendiculairement par rapport à l'élément électrique. Dans ce système, l'encombrement, même s'il est réduit par rapport à la réalisation du premier type de détonateur, est toujours important. Il existe également des

problèmes d'étanchéité et d'herméticité qui ne sont pas résolus dans ce système et qui peuvent favoriser des événements, par exemple corrosion de l'élément conducteur, tendant à détériorer le système.

Pour remédier à cela, il a été proposé par la demanderesse, dans la demande de brevet français N° 89 07675 déposée le 9 juin 1989 (FR-A-26 48 223), un inflammateur ou détonateur pyrotechnique à couche projetée présentant des connexions cylindriques coaxiales. Une telle structure présente de nombreux avantages, notamment l'étanchéité de la partie fusible permettant des stockages prolongés, une construction rigide, une assez grande simplicité d'assemblage et de mise en oeuvre et un coût relativement faible. Un tel inflammateur remédie aux inconvénients cités plus haut.

La présente invention a pour objet un détonateur partant des mêmes principes mais améliorant notablement le dispositif précédent du point de vue notamment de la simplicité, de la robustesse et du coût, grâce à une structure plus légère et plus compacte.

Selon l'invention, il est donc prévu un détonateur pyrotechnique à connexions coaxiales tel que défini par les revendications 1 à 16.

Selon un autre aspect de l'invention, il est également prévu un procédé de montage d'un détonateur tel que prévu ci-dessus, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant à :

- assembler la douille et un cylindre de fermeture par brasure à haute température du cylindre sur la surface interne métallisée de la douille ;
- assembler la douille et une bague à collerette par brasure à basse température de la bague sur la surface latérale externe métallisée de la douille ;
- braser ladite douille assemblée sur ladite enclume par l'intermédiaire de la collerette de la bague ;
- monter ladite pièce de contact cylindrique souple sur ladite surface latérale externe de la douille ;
- mettre en place, à l'intérieur de la douille, successivement ladite couche de matériau, le canon et lesdits moyens pyrotechniques ; et
- fermer l'ensemble par un couvercle avec compression desdits éléments mis en place dans la douille, en soudant au laser ledit couvercle sur le cylindre de fermeture.

L'invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques et avantages apparaîtront à l'aide de la description ci-après et des dessins joints où :

- la figure 1 montre, vu en coupe, un premier mode de réalisation d'un détonateur selon l'invention ;

- la figure 2 est une vue de dessus de l'enclume du détonateur de la figure 1 ; et
- la figure 3 est une vue en coupe d'un second mode de réalisation d'un élément du détonateur selon l'invention.

Le détonateur selon l'invention est un détonateur à couche projetée ("slapper detonator" ou encore EFI "Exploding Foil Initiator" dans la littérature anglo-saxonne). Il comporte de manière connue, comme on l'a brièvement indiqué précédemment, un circuit électrique tel qu'une impulsion de courant de quelques milliers d'ampères générée en quelques dizaines de nanosecondes provoque la volatilisation d'une partie d'un conducteur métallique (pont fusible) et la formation d'un plasma métallique. L'expansion très brutale du plasma métallique confiné est utilisée pour projeter sur la face d'un chargement explosif secondaire un projectile constitué d'un disque de matériau plastique de quelques dizaines de micromètres d'épaisseur et d'un diamètre de l'ordre du millimètre. La mise en régime de détonation du chargement explosif secondaire du détonateur est provoquée par le choc du projectile sur l'explosif avec une très grande vitesse d'impact.

La figure 1 représente en coupe un mode de réalisation d'un détonateur selon l'invention basé sur ces principes de fonctionnement. Ce détonateur comprend essentiellement une enclume métallisée 1 cylindrique portant un pont fusible 112, une douille 2 de révolution en matériau diélectrique, des moyens électriques de commande à couche projetée comprenant le pont fusible, une couche de matériau 13 et un confinement mécanique obtenu à l'aide d'un canon 3 comportant un trou 30, des moyens pyrotechniques 4, 5, 6 et un couvercle 8 fermant l'ensemble. L'ensemble douille-enclume est assemblé à l'aide d'une pièce 12 en forme de bague cylindrique à collerette.

L'enclume 1 est par exemple une pièce cylindrique en alumine qui comporte sur son fond une surface conductrice 10 en forme par exemple de disque, servant de zone de contact électrique. Sur la face opposée de l'enclume 1 est formé, comme représenté sur la figure 2, le pont fusible 112 dont une extrémité 111 est reliée à une surface conductrice circulaire périphérique 110 et dont l'autre extrémité est reliée à la surface conductrice 10 de contact par au moins une traversée électrique hermétique 14, constituée par exemple par un trou métallisé rempli ou obturé par un élément conducteur. L'ensemble 11 de la surface conductrice 110 et du pont fusible 111, 112 est obtenu par exemple par métallisation.

La douille 2 (figure 1) est une pièce de révolution, en alumine par exemple, ayant un corps cylindrique et un épaulement de guidage 20. La douille 2 est reliée à l'enclume 1 par la bague cylindrique

à collerette 12, par exemple par brasage, la collerette étant brasée sur la surface 110 de l'enclume 1. La face supérieure (dans la position représentée sur la figure 1) de l'épaulement de guidage 20 porte une surface d'appui 21 destinée à transmettre la pression de contact nécessaire à la connexion plane 10 du détonateur avec un boîtier extérieur non représenté. Dans l'ouverture de la douille 2 du côté de l'épaulement 20 est fixé, par exemple par brasage, un cylindre de fermeture 7. Ce cylindre peut être notamment en acier inoxydable.

A l'intérieur de la douille 2, on dispose un disque de matériau 13, par exemple en polyimide (disque appelé "flyer" dans la littérature anglo-saxonne). Ce disque est maintenu en place contre le pont fusible sur l'enclume 1 par le canon 3 qui peut être lui-aussi en alumine.

Les moyens pyrotechniques sont constitués par un étui cylindrique 4 par exemple en acier inoxydable dans lequel est contenu un chargement explosif composé de deux explosifs secondaires 5 et 6.

L'ensemble formé du matériau 13, du canon 3 et des moyens pyrotechniques 4, 5, 6 est mis en compression contre l'enclume 1 grâce au couvercle 8 rendu solidaire du cylindre de fermeture 7.

Autour du corps de la douille 2 et de la bague cylindrique 12 est disposée une pièce de contact cylindrique souple 9. Cette pièce 9 comprend une partie cylindrique en contact ou brasée à la bague 12 et des languettes souples repliées. La pièce 9 est donc reliée électriquement à l'extrémité 111 du pont fusible par l'intermédiaire de la bague 12 et de la surface conductrice 110 sur l'enclume 1.

Comme on le voit, le détonateur assemblé peut être introduit très facilement dans un boîtier cylindrique comportant au fond et sur sa face latérale interne deux surfaces conductrices constituant les arrivées d'alimentation électriques du système d'initiation, et qui sont en contact respectivement avec la surface de contact 10 et les languettes de la pièce 9 du détonateur. On peut aussi très facilement enlever le détonateur du boîtier, par exemple pour effectuer des tests.

On va maintenant décrire plus précisément la réalisation de chacun des éléments constitutifs principaux du détonateur selon l'invention.

L'enclume 1 est obtenue à partir d'un substrat en alumine de grandes dimensions. Le substrat est percé de trous qui sont bouchés avec du cuivre pour réaliser les traversées étanches 14. Pour boucher ces trous, on peut soit brasier une broche en cuivre dans chaque trou après que la surface intérieure des trous ait été métallisée, soit remplir les trous par aspiration d'une pâte de sérigraphie. Après rectification des deux faces du substrat en alumine, celles-ci sont métallisées par pulvérisation

cathodique. On peut déposer d'abord une couche d'accrochage de chrome de quelques dizaines de nanomètres puis une couche de quelques micromètres de cuivre sur le côté du circuit fusible. Sur la face opposée, la métallisation comporte, de préférence, en plus une couche d'or de quelques micromètres pour la protection des contacts 10. La géométrie souhaitée pour les circuits des deux faces est ensuite obtenue par gravure chimique. On découpe enfin chaque enclume au laser dans le substrat. La douille 2 est également en alumine qui peut être usinée dans la masse ou obtenue par frittage puis rectification. La douille est métallisée sur sa face latérale extérieure et sur son diamètre intérieur au niveau de l'épaulement de guidage.

Le cylindre de fermeture 7 est brasé à haute température sur la douille puis la bague à collerette 12 est brasée à basse température sur la douille.

La pièce de contact cylindrique 9 peut être obtenue à partir d'une bande en alliage cuivre-beryllium dans laquelle sont découpées les languettes de contact. Les languettes sont ensuite recourbées par formage puis la bande est enroulée et découpée à la bonne longueur. L'anneau ouvert ainsi obtenu subit un recuit pour stabiliser ses propriétés mécaniques, notamment son élasticité. On peut le dorer pour assurer une meilleure résistance à la corrosion.

Les moyens pyrotechniques comprennent un étui cylindrique 4 en acier inoxydable dans lequel est disposé le chargement explosif. Celui-ci comprend un premier explosif secondaire 6 recevant l'impact du projectile en matériau plastique et qui peut être de l'hexanitrostylobène. Sa détonation est renforcée par un second explosif secondaire 5 qui peut être de l'hexogène-cire par exemple. Le chargement de ces deux explosifs est effectué par compression à hauteur constante dans l'étui 4. Naturellement, l'utilisation de deux explosifs secondaires n'est donnée qu'à titre d'exemple.

Le montage du détonateur selon l'invention s'effectue en deux étapes : assemblage du corps inerte (enclume, douille pièce de contact, cylindre de fermeture) puis montage du matériau plastique 13, du canon et de l'étui chargé et fermeture de l'ensemble grâce au couvercle.

Lors de la première étape, on brase d'abord à haute température le cylindre de fermeture 7 sur la douille 2 puis on brase à basse température la bague cylindrique 12 sur la douille. On brase ensuite l'ensemble sur l'enclume métallisée (brasage de la collerette de la bague 12 sur la surface 110). On reporte ensuite la pièce cylindrique de contact 9 (anneau ouvert) sur le corps de la douille 2 et de la bague 12 où elle est maintenu en contact simplement par son élasticité ou par brasure.

Lors de la seconde étape, le disque de matériau plastique 13, le canon 3 et l'étui chargé 4 sont

successivement introduits dans l'ensemble assemblé lors de la première étape. Le couvercle 8 vient coiffer l'ensemble et assurer une compression suffisante des éléments 13, 3 et 4, 5, 6 contre l'enclume 1 pour le confinement du plasma de cuivre pendant le fonctionnement du détonateur. Le couvercle 8 est rendu solide du cylindre de fermeture 7 par soudure laser.

Grâce à la compression des éléments 13, 3 et 4, 5 6 par le couvercle 8, on évite tout jeu notamment de l'étui chargé 4 et donc une excellente tenue du détonateur aux vibrations.

Par ailleurs, un des avantages majeurs du détonateur selon l'invention est une totale herméticité. Cette herméticité est assurée par les brasages de la bague 12 sur l'enclume 1 et la douille 2, du cylindre de fermeture 7 sur la douille 2, par la soudure laser du couvercle 8 sur le cylindre 7 et par les traversées électriques hermétiques 14. Les parties actives du détonateur (pont fusible 112, matériau plastique 13 et chargement explosif 4, 5, 6) sont ainsi protégées de la corrosion et du vieillissement dus à l'atmosphère ambiante, ce qui permet des stockages prolongés.

L'architecture du détonateur permet, ainsi qu'on l'a déjà mentionné, une mise en place et un démontage aisés, ce qui autorise des opérations de maintenance et de test des moyens électroniques de mise à feu.

La légèreté du détonateur et son architecture particulièrement compacte le rendent apte à supporter les sollicitations mécaniques qu'il est susceptible de rencontrer dans divers types de munitions.

Un autre avantage majeur du détonateur selon l'invention est la possibilité d'automatiser sa fabrication, donc de diminuer son coût.

Avec en vue cet objectif de diminution des coûts de fabrication, on a représenté sur la figure 3 une variante de réalisation de la douille. Sur la figure 3, la douille 2', le cylindre de fermeture 7' et la bague 12' sont réalisés et assemblés en une seule opération. Pour cela, la douille 2' est réalisée à partir d'un matériau plastique, par injection, le cylindre 7' et la bague 12' étant des inserts noyés dans la douille.

La figure 3 montre, à titre d'exemple, des formes possibles pour la bague 12', recourbée en 120 vers l'intérieur du côté opposé à la collerette, et pour le cylindre 7' comportant des bourrelets 70 vers l'extérieur au niveau de son insertion dans la douille 2'. Celle-ci comporte, comme la douille 2 de la figure 1, un épaulement de guidage 20' avec une surface de pression 21'. La douille 2' avec le cylindre 7' et la bague 12' remplit exactement les mêmes fonctions que la douille en alumine 2 assemblée avec le cylindre de fermeture 7 et la bague 12 de la figure 1.

La douille 2' peut être réalisée en matériau polymère hautes performances par exemple par injection d'un polyétheréthercétone (PEEK) chargé de fibres de verre pour une bonne résistance mécanique. On peut aussi utiliser du polyéthersulfone (PES) chargé de fibres de verre. Le matériau choisi doit résister aux hautes températures (minimum 200°C) et être étanche même sous faible épaisseur.

De même, l'enclume 1 peut aussi être réalisée avec les mêmes matériaux selon la même technique. Dans ce cas, les traversées étanches 14 et la surface de contact plan 10 sont alors réalisées sous forme d'inserts. Seuls, le circuit fusible et la surface conductrice 110 sont réalisés par pulvérisation cathodique et gravure chimique.

La fabrication du détonateur selon l'invention avec une enclume et une douille en matériau plastique est encore plus économique, tout en conservant les avantages déjà mentionnés ci-dessus.

Bien entendu, les exemples de réalisation décrits ne sont nullement limitatifs de l'invention. On pourrait imaginer notamment, sans sortir du cadre de l'invention d'utiliser une douille totalement cylindrique, la pièce 9 devant toutefois être brasée à la bague 12 ou 12'.

## Revendications

### 1. Détonateur pyrotechnique à connexions coaxiales comportant :

- des moyens électriques de commande à couche projetée, composés d'un canon (3, 30), d'un premier élément cylindrique (1) en matériau isolant formant enclume et d'un ensemble constitué d'un pont fusible (111, 112) sur lequel est positionnée une mince couche d'un matériau (13) et placé entre le premier élément cylindrique (1) et le canon (3, 30) ;
- des moyens d'alimentation électrique desdits moyens de commande, comprenant au moins une surface conductrice (10) disposée sur le fond de l'enclume (1) et des moyens de traversée électrique hermétique (14) reliant ladite surface conductrice (10) et une extrémité dudit pont fusible (111, 112) à travers ladite enclume ;
- des moyens pyrotechniques (4, 5, 6) déclenchés par lesdits moyens électriques de commande à couche projetée ; et
- un second élément cylindrique (2 ; 2') en matériau isolant formant douille et des moyens d'assemblage hermétiques entre la douille et l'enclume ;

ledit détonateur étant caractérisé en ce que ladite douille a une extrémité s'appuyant sur

ladite enclume (1) et une autre extrémité comportant un épaulement de guidage (20 ; 20'), en ce qu'il est prévu en outre une pièce de contact cylindrique souple (9) enroulée autour de ladite douille entre ledit épaulement et le bord circulaire de l'enclume, et en ce qu'il est prévu des moyens de fermeture hermétique (7, 8 ; 7') dudit détonateur fixés à l'extrémité de ladite douille (2 ; 2') portant ledit épaulement (20 ; 20') et maintenant les moyens pyrotechniques (4, 5, 6) à l'intérieur de la douille contre ledit canon (3, 30).

2. Détonateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits moyens d'assemblage hermétique comprennent une bague métallique cylindrique à collerette (12 ; 12') fixée sur le corps cylindrique de la douille (2 ; 2') et sur la surface de l'enclume (1) portant ledit pont fusible.

3. Détonateur selon la revendication 2, caractérisé en ce que la surface de ladite enclume (1) portant le pont fusible comporte une surface conductrice circulaire périphérique (110), le côté (111) du pont fusible non relié auxdits moyens de traversée électrique (14) étant relié à ladite surface conductrice (110), et en ce que ledit pont fusible (111, 112) et ladite surface conductrice (110) sont formées par une couche métallique déposée sur ladite enclume (1).

4. Détonateur selon la revendication 3, caractérisé en ce que ladite bague métallique (12) est brasée sur ladite surface conductrice circulaire (110) et sur ladite douille (2) dont la surface latérale a été métallisée.

5. Détonateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que lesdits moyens de fermeture hermétique comprennent un cylindre de fermeture (7 ; 7') fixé dans l'ouverture de la douille (2) au niveau de l'épaulement de guidage (20 ; 20') et un couvercle (8) venant coiffer ledit cylindre de fermeture et lesdits moyens pyrotechniques, contenus dans ladite douille (2) prolongée par ledit cylindre (7 ; 7'), et brasé sur celui-ci, de façon à appuyer lesdits moyens pyrotechniques, ledit canon et ledit matériau (13) contre ladite enclume (1).

6. Détonateur selon la revendication 5, caractérisé en ce que lesdits moyens pyrotechniques comprennent un étui cylindrique (4) dans lequel est compressé un chargement explosif (5, 6).



La douille 2' peut être réalisée en matériau polymère hautes performances par exemple par injection d'un polyétheréthercétone (PEEK) chargé de fibres de verre pour une bonne résistance mécanique. On peut aussi utiliser du polyéthersulfone (PES) chargé de fibres de verre. Le matériau choisi doit résister aux hautes températures (minimum 200°C) et être étanche même sous faible épaisseur.

De même, l'enclume 1 peut aussi être réalisée avec les mêmes matériaux selon la même technique. Dans ce cas, les traversées étanches 14 et la surface de contact plan 10 sont alors réalisées sous forme d'inserts. Seuls, le circuit fusible et la surface conductrice 110 sont réalisés par pulvérisation cathodique et gravure chimique.

La fabrication du détonateur selon l'invention avec une enclume et une douille en matériau plastique est encore plus économique, tout en conservant les avantages déjà mentionnés ci-dessus.

Bien entendu, les exemples de réalisation décrits ne sont nullement limitatifs de l'invention. On pourrait imaginer notamment, sans sortir du cadre de l'invention d'utiliser une douille totalement cylindrique, la pièce 9 devant toutefois être brasée à la bague 12 ou 12'.

## Revendications

### 1. Détonateur pyrotechnique à connexions coaxiales comportant :

- des moyens électriques de commande à couche projetée, composés d'un canon (3, 30), d'un premier élément cylindrique (1) en matériau isolant formant enclume et d'un ensemble constitué d'un pont fusible (111, 112) sur lequel est positionnée une mince couche d'un matériau (13) et placé entre le premier élément cylindrique (1) et le canon (3, 30) ;
- des moyens d'alimentation électrique desdits moyens de commande, comprenant au moins une surface conductrice (10) disposée sur le fond de l'enclume (1) et des moyens de traversée électrique hermétique (14) reliant ladite surface conductrice (10) et une extrémité dudit pont fusible (111, 112) à travers ladite enclume ;
- des moyens pyrotechniques (4, 5, 6) déclenchés par lesdits moyens électriques de commande à couche projetée ; et
- un second élément cylindrique (2 ; 2') en matériau isolant formant douille et des moyens d'assemblage hermétiques entre la douille et l'enclume ;

ledit détonateur étant caractérisé en ce que ladite douille a une extrémité s'appuyant sur

ladite enclume (1) et une autre extrémité comportant un épaulement de guidage (20 ; 20'), en ce qu'il est prévu en outre une pièce de contact cylindrique souple (9) enroulée autour de ladite douille entre ledit épaulement et le bord circulaire de l'enclume, et en ce qu'il est prévu des moyens de fermeture hermétique (7, 8 ; 7') dudit détonateur fixés à l'extrémité de ladite douille (2 ; 2') portant ledit épaulement (20 ; 20') et maintenant les moyens pyrotechniques (4, 5, 6) à l'intérieur de la douille contre ledit canon (3, 30).

2. Détonateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits moyens d'assemblage hermétique comprennent une bague métallique cylindrique à collerette (12 ; 12') fixée sur le corps cylindrique de la douille (2 ; 2') et sur la surface de l'enclume (1) portant ledit pont fusible.

3. Détonateur selon la revendication 2, caractérisé en ce que la surface de ladite enclume (1) portant le pont fusible comporte une surface conductrice circulaire périphérique (110), le côté (111) du pont fusible non relié auxdits moyens de traversée électrique (14) étant relié à ladite surface conductrice (110), et en ce que ledit pont fusible (111, 112) et ladite surface conductrice (110) sont formées par une couche métallique déposée sur ladite enclume (1).

4. Détonateur selon la revendication 3, caractérisé en ce que ladite bague métallique (12) est brasée sur ladite surface conductrice circulaire (110) et sur ladite douille (2) dont la surface latérale a été métallisée.

5. Détonateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que lesdits moyens de fermeture hermétique comprennent un cylindre de fermeture (7 ; 7') fixé dans l'ouverture de la douille (2) au niveau de l'épaulement de guidage (20 ; 20') et un couvercle (8) venant coiffer ledit cylindre de fermeture et lesdits moyens pyrotechniques, contenus dans ladite douille (2) prolongée par ledit cylindre (7 ; 7'), et brasé sur celui-ci, de façon à appuyer lesdits moyens pyrotechniques, ledit canon et ledit matériau (13) contre ladite enclume (1).

6. Détonateur selon la revendication 5, caractérisé en ce que lesdits moyens pyrotechniques comprennent un étui cylindrique (4) dans lequel est compressé un chargement explosif (5, 6).



7. Détonateur selon la revendication 6; caractérisé en ce que ledit étui est en acier inoxydable.
8. Détonateur selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, caractérisé en ce que ledit cylindre de fermeture (7) est brasé sur ladite douille (2) dont la surface interne a été métallisée à son extrémité côté épaulement de guidage (20).
9. Détonateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que la douille (2) et l'enclume (1) sont en alumine.
10. Détonateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 ou 5 à 7, caractérisé en ce que ladite douille (2') est en un matériau plastique et en ce que ladite bague (12') et ledit cylindre de fermeture (7') sont réalisés sous forme d'inserts noyés dans la douille, ladite bague (12') étant brasée sur ladite enclume (1).
11. Détonateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que ladite enclume (1) est en un matériau plastique et en ce que lesdits moyens de traversée hermétiques (14) et ladite surface conductrice (10) sur le fond de l'enclume sont réalisés sous forme d'inserts.
12. Détonateur selon l'une des revendications 10 ou 11, caractérisé en ce que ledit matériau plastique est un polyétheréthercétone chargé de fibres de verre.
13. Détonateur selon l'une des revendications 10 ou 11, caractérisé en ce que ledit matériau plastique est un polyéthersulfone chargé de fibres de verre.
14. Détonateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que ladite pièce de contact cylindrique souple (9) est enroulée autour de ladite bague (12) et en contact électrique avec celle-ci.
15. Détonateur selon la revendication 14, caractérisé en ce que ladite pièce de contact (9) est brasée sur la surface cylindrique externe de ladite bague (12).
16. Détonateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, caractérisé en ce que ledit épaulement de guidage (20 ; 20') de la douille (2 ; 2') porte sur sa face opposée à l'enclume (1) une surface d'appui (21 ; 21') pour transmettre une pression de contact nécessaire pour la connexion dudit détonateur par ladite

surface conductrice (10) sur le fond de l'enclume.

17. Procédé de montage d'un détonateur pyrotechnique à connexions coaxiales selon l'une quelconque des revendications 1 à 9 ou 14 à 16, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant à :
  - assembler la douille (2) et le cylindre de fermeture (7) par brasure à haute température du cylindre sur la surface interne métallisée de la douille ;
  - assembler la douille (2) et la bague à collerette (12) par brasure à basse température de la bague sur la surface latérale externe métallisée de la douille ;
  - braser ladite douille assemblée sur ladite enclume (1) par l'intermédiaire de la collerette de la bague (12) ;
  - monter ladite pièce de contact cylindrique souple (9) sur ladite surface latérale externe de la douille (2) ;
  - mettre en place, à l'intérieur de la douille, successivement ladite couche de matériau (13), le canon (3, 30) et lesdits moyens pyrotechniques (4, 5, 6) ; et
  - fermer l'ensemble par le couvercle (8) avec compression desdits éléments mis en place dans la douille, en soudant au laser ledit couvercle sur le cylindre de fermeture (7).

### Claims

1. Pyrotechnic detonator having coaxial connections, including:
  - projected-layer electrical actuation means composed of a barrel (3, 30), of a first cylindrical element (1) made of insulating material forming an anvil and of an assembly consisting of a fusible bridge (111, 112), on which is positioned a thin layer of material (13), this fusible bridge being placed between the first cylindrical element (1) and the barrel (3, 30);
  - electrical supply means for the said actuation means, comprising at least one conducting surface (10) arranged on the bottom of the anvil (1) and hermetic electrical feed-through means (14) connecting the said conducting surface (10) and one end of the said fusible bridge (111, 112) through the said anvil;
  - pyrotechnic means (4, 5, 6) initiated by the said projected-layer electrical actuation means; and



- a second cylindrical element (2; 2') made of insulating material, forming a socket, and hermetic assembly means between the socket and the anvil;

the said detonator being characterized in that the said socket has one end bearing on the said anvil (1) and another end including a guide shoulder (20; 20'), in that there is furthermore provided a flexible cylindrical contact piece (9) wound around the said socket between the said shoulder and the circular edge of the anvil and in that there are provided means (7, 8; 7') for hermetically sealing the said detonator, which means are fixed at that end of the said socket (2; 2') carrying the said shoulder (20; 20') and keeping the pyrotechnic means (4, 5, 6), inside the socket, against the said barrel (3, 30).

2. Detonator according to Claim 1, characterized in that the said hermetic assembly means comprise a flanged cylindrical metal ring (12; 12') fixed to the cylindrical body of the socket (2; 2') and to that surface of the anvil (1) carrying the said fusible bridge.
3. Detonator according to Claim 2, characterized in that that surface of the said anvil (1) carrying the fusible bridge includes a peripheral circular conducting surface (110), the side (111) of the fusible bridge not connected to the said electrical feed-through means (14) being connected to the said conducting surface (110), and in that the said fusible bridge (111, 112) and the said conducting surface (110) are formed by a metallic layer deposited on the said anvil (1).
4. Detonator according to Claim 3, characterized in that the said metal ring (12) is soldered to the said circular conducting surface (110) and to the said socket (2) whose lateral surface has been metallized.
5. Detonator according to any one of Claims 1 to 4, characterized in that the said hermetic sealing means comprise a sealing cylinder (7; 7') fixed in the opening of the socket (2) at the guide shoulder (20; 20') and a cap (8) fitting over the said sealing cylinder and the said pyrotechnic means contained in the said socket (2) extended by the said cylinder (7; 7'), and soldered to the latter, so as to press the said pyrotechnic means, the said barrel and the said material (13) against the said anvil (1).
6. Detonator according to Claim 5, characterized in that the said pyrotechnic means comprise a cylindrical case (4) in which an explosive

charge (5, 6) is compressed.

7. Detonator according to Claim 6, characterized in that the said case is made of stainless steel.
8. Detonator according to any one of Claims 5 to 7, characterized in that the said sealing cylinder (7) is soldered to the said socket (2) whose inner surface has been metallized at its end on the guide shoulder (20) side.
9. Detonator according to any one of Claims 1 to 8, characterized in that the socket (2) and the anvil (1) are made of alumina.
10. Detonator according to any one of Claims 1 to 3 or 5 to 7, characterized in that the said socket (2') is made of a plastic and in that the said ring (12') and the said sealing cylinder (7') are produced in the form of inserts embedded in the socket, the said ring (12') being soldered to the said anvil (1).
11. Detonator according to any one of Claims 1 to 10, characterized in that the said anvil (1) is made of a plastic and in that the said hermetic feed-through means (14) and the said conducting surface (10) on the bottom of the anvil are produced in the form of inserts.
12. Detonator according to either of Claims 10 and 11, characterized in that the said plastic is a glass-fibre-filled polyetheretherketone.
13. Detonator according to either of Claims 10 and 11, characterized in that the said plastic is a glass-fibre-filled polyethersulphone.
14. Detonator according to any one of Claims 1 to 13, characterized in that the said flexible cylindrical contact piece (9) is wound around the said ring (12) and in electrical contact with it.
15. Detonator according to Claim 14, characterized in that the said contact piece (9) is soldered to the outer cylindrical surface of the said ring (12).
16. Detonator according to any one of Claims 1 to 15, characterized in that the said guide shoulder (20; 20') of the socket (2; 2') possesses, on its face on the opposite side from the anvil (1), a bearing surface (21; 21') for transmitting the contact pressure necessary for connecting the said detonator via the said conducting surface (10) on the bottom of the anvil.



17. Method of fitting a pyrotechnic detonator having coaxial connections, according to any one of Claims 1 to 9 or 14 to 16, characterized in that it comprises the steps consisting in:

- assembling the socket (2) and the sealing cylinder (7) by high-temperature soldering of the cylinder to the metallized inner surface of the socket;
- assembling the socket (2) and the flanged ring (12) by low-temperature soldering of the ring to the metallized outer lateral surface of the socket;
- soldering the said assembled socket to the said anvil (1) by means of the flange of the ring (12);
- fitting the said flexible cylindrical contact piece (9) over the said outer lateral surface of the socket (2);
- installing in succession, inside the socket, the said layer of material (13), the barrel (3, 30) and the said pyrotechnic means (4, 5, 6); and
- sealing the whole unit by means of the cap (8), compressing the said elements installed in the socket, by laser welding the said cap to the sealing cylinder (7).

#### Patentansprüche

1. Pyrotechnischer Detonator mit coaxialen Anschlüssen, der aufweist:

- elektrische Steuermittel mit Schleuderschicht, die aus einer Strahlbüchse (3, 30), einem ersten, eine Rückstoßplatte bildenden zylindrischen Element (1) aus Isoliermaterial und einer von einer Schmelzbrücke gebildete Einheit (111, 112) bestehen, auf der eine dünne Schicht eines Materials (13) liegt und die zwischen dem ersten zylindrischen Element (1) und der Strahlbüchse (3, 30) angeordnet ist,
- elektrische Speisemittel für die Steuermittel mit mindestens einer leitenden Fläche (10) auf der Rückseite der Rückstoßplatte (1) und mit hermetisch dichten elektrischen Durchlaßmitteln (14), die die leitende Fläche (10) und ein Ende der Schmelzbrücke (111, 112) durch die Rückstoßplatte hindurch miteinander verbinden,
- pyrotechnische Mittel (4, 5, 6), die von den elektrischen Steuermitteln mit Schleuderschicht ausgelöst werden,
- und ein zweites zylindrisches Element (2; 2') aus Isoliermaterial in Form einer Hülse sowie hermetisch dichte Montagemitel zwischen der Hülse und der Rück-

stoßplatte,

dadurch gekennzeichnet, daß die Hülse mit einem Ende auf der Rückstoßplatte (1) aufliegt und an einem anderen Ende eine Führungsschulter (20; 20') enthält, daß außerdem ein elastisches zylindrisches Kontaktstück (9) vorgesehen ist, das die Hülse zwischen der Schulter und dem kreisförmigen Rand der Rückstoßplatte umgibt, und daß hermetisch dicht schließende Verschlußmittel (7, 8; 7') für den Detonator vorgesehen sind, die an dem Ende der Hülse (2; 2') befestigt sind, an dem die Schulter (20; 20') liegt, und die pyrotechnischen Mittel (4, 5, 6) im Inneren der Hülse gegen die Strahlbüchse (3, 30) drücken.

2. Detonator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel zur hermetisch dichten Montage einen zylindrischen Metallring mit Kragen (12; 12') aufweisen, der am zylindrischen Mantel der Hülse (2; 2') und an der die Schmelzbrücke tragenden Oberfläche der Rückstoßplatte (1) befestigt ist.

3. Detonator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Seite der Rückstoßplatte (1), auf der sich die Schmelzbrücke befindet, eine periphere kreisförmige leitende Oberfläche (110) besitzt, wobei diejenige Seite (111) der Schmelzbrücke, die nicht mit den elektrischen Durchlaßmitteln (14) verbunden ist, mit der peripheren leitenden Oberfläche (110) verbunden ist, und daß die Schmelzbrücke (111, 112) und die periphere leitende Oberfläche (110) aus einer auf die Rückstoßplatte (1) aufgetragenen Metallschicht bestehen.

4. Detonator nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Metallring (12) auf die periphere leitende Oberfläche (110) und auf die Hülse (2) aufgelötet ist, deren Mantelfläche metallbeschichtet ist.

5. Detonator nach einem beliebigen der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel zum hermetisch dichten Verschluß einen Verschlußzylinder (7; 7'), der in der Öffnung der Hülse (2) in Höhe der Führungsschulter (20; 20') befestigt ist, und einen Deckel (8) aufweisen, der auf den Verschlußzylinder paßt und die pyrotechnischen Mittel einschließt, die sich in der durch den Zylinder (7; 7') verlängerten Hülse (2) befinden, wobei der Deckel auf den Verschlußzylinder so aufgeschweißt ist, daß die pyrotechnischen Mittel, die Strahlbüchse und das Material (13) auf die Rückstoßplatte (1) gepreßt werden.



6. Detonator nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die pyrotechnischen Mittel ein zylindrisches Etui (4) aufweisen, in dem sich eine komprimierte Explosivladung (5, 6) befindet. 5
7. Detonator nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Etui aus rostfreiem Stahl ist.
8. Detonator nach einem beliebigen der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Verschlußzylinder (7) auf die Hülse (2) aufgelötet ist, deren innere Oberfläche an ihrem der Führungsschulter (20) benachbarten Ende metallbeschichtet ist. 10
9. Detonator nach einem beliebigen der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Hülse (2) und die Rückstoßplatte (1) aus Aluminiumoxid sind. 15
10. Detonator nach einem beliebigen der Ansprüche 1 bis 3 oder 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Hülse (2) aus einem Kunststoffmaterial und der Ring (12) sowie der Verschlußzylinder (7) aus in die Hülse eingebetteten Einsätzen bestehen, wobei der Ring (12) auf die Rückstoßplatte (1) aufgelötet ist. 20
11. Detonator nach einem beliebigen der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückstoßplatte (1) aus einem Kunststoffmaterial besteht und daß die hermetisch dichten Durchlaßmittel (14) und die leitende Fläche (10) auf der Rückseite der Rückstoßplatte als Einsätze ausgebildet sind. 25
12. Detonator nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Kunststoffmaterial aus Polyäther-Ätherketon mit Glasfasern besteht. 30
13. Detonator nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Kunststoffmaterial aus Polyäthersulfon mit Glasfasern besteht. 35
14. Detonator nach einem beliebigen der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß das elastische zylindrische Kontaktstück (9) um den Ring (12) herumgerollt ist und mit diesem in elektrischem Kontakt steht. 40
15. Detonator nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Kontaktstück (9) auf die äußere Zylinderfläche des Rings (12) aufgelötet ist. 45
16. Detonator nach einem beliebigen der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Führungsschulter (20; 20') der Hülse (2; 2') auf ihrer der Rückstoßplatte (1) angewandten Seite eine Auflagefläche (21; 21') aufweist, um einen Kontaktdruck zu übertragen, der für den Anschluß des Detonators über die leitende Fläche (10) auf der Rückseite der Rückstoßplatte erforderlich ist. 50
17. Verfahren zur Montage eines pyrotechnischen Detonators mit coaxialen Anschlüssen nach einem beliebigen der Ansprüche 1 bis 9 oder 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß es die folgenden Verfahrensschritte aufweist:
  - die Hülse (2) und ein Verschlußzylinder (7) werden durch Hochtemperatur-Lötung des Zylinders auf die metallbeschichtete Innenoberfläche der Hülse zusammengebaut,
  - die Hülse (2) und ein Ring (12) mit einem Kragen werden durch eine Nieder-temperatur-Lötung des Rings auf der metallbeschichteten Manteloberfläche der Hülse montiert,
  - die montierte Hülse wird auf die Rückstoßplatte (1) über den Kragen des Rings (12) aufgelötet,
  - das flexible zylindrische Kontaktstück (9) wird auf der äußeren Manteloberfläche der Hülse (2) montiert,
  - in der Hülse werden nacheinander die Schleuderschicht (13), die Strahlbüchse (3, 30) und die pyrotechnischen Mittel (4, 5, 6) in die Hülse eingesetzt,
  - das Ganze wird durch einen Deckel (8) verschlossen, wobei die in die Hülse eingesetzten Elemente komprimiert werden, worauf der Deckel mit dem Verschlußzylinder (7) mittels Laserstrahl verschweißt wird. 55