



(22) Date de dépôt/Filing Date: 2002/12/05

(41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 2003/06/14

(45) Date de délivrance/Issue Date: 2005/06/28

(30) Priorité/Priority: 2001/12/14 (01 16218) FR

(51) Cl.Int.<sup>7</sup>/Int.Cl.<sup>7</sup> F42B 3/10, F42C 19/12

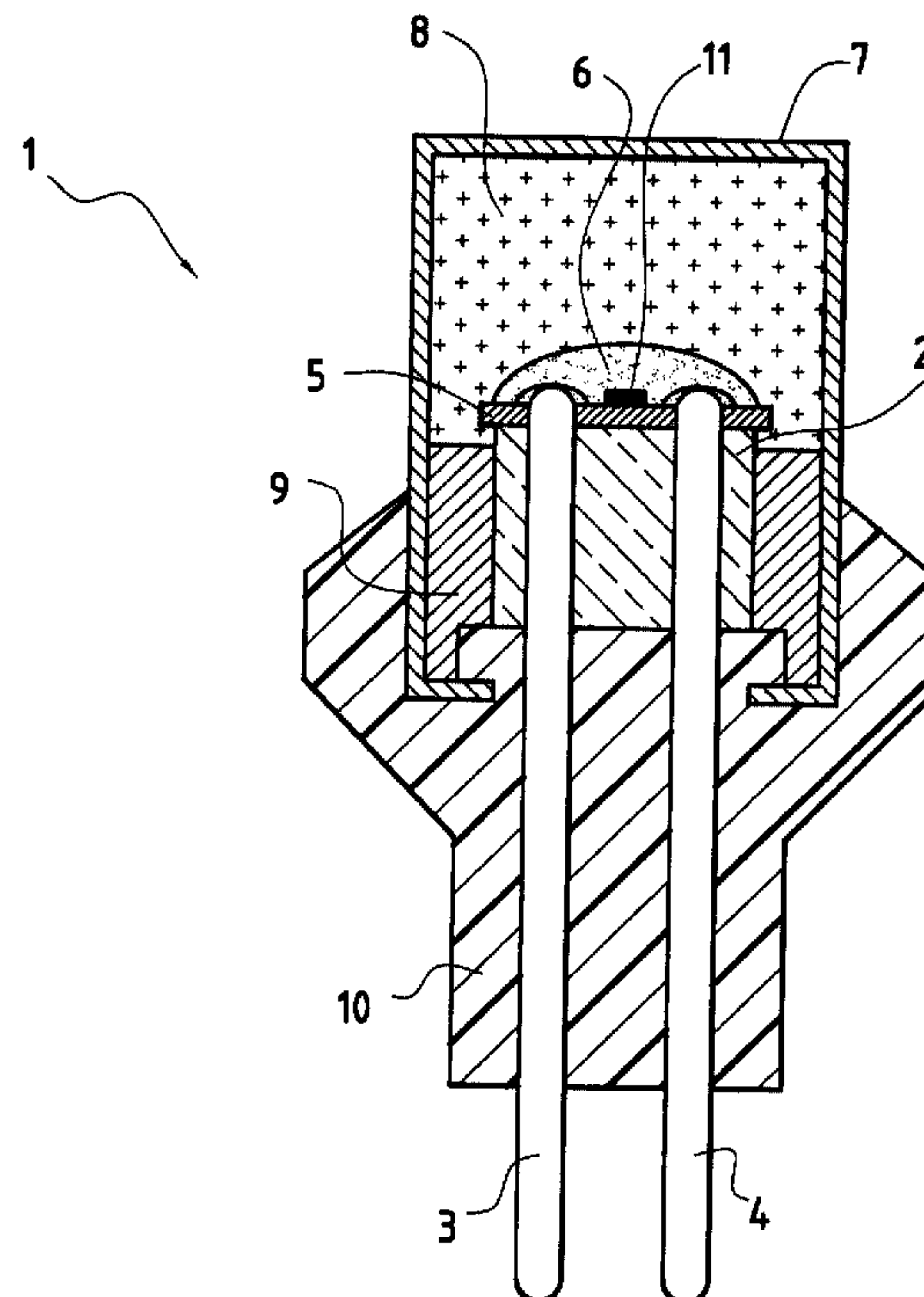
(72) Inventeurs/Inventors:  
DUGUET, JEAN-RENE, FR;  
PILLAERT, JEROME, FR

(73) Propriétaire/Owner:  
LIVBAG SNC, FR

(74) Agent: GOUDREAU GAGE DUBUC

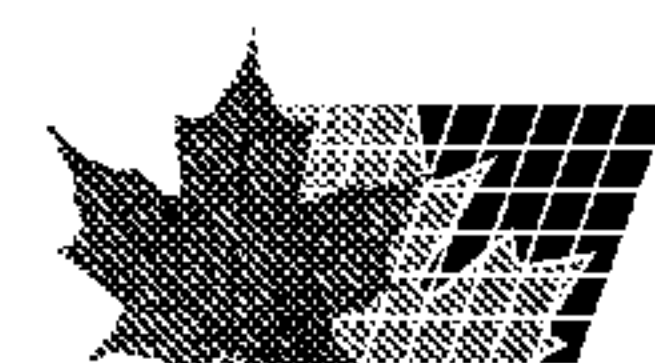
(54) Titre : PROCEDE DE REALISATION D'UN INITIATEUR ELECTRO-PYROTECHNIQUE PAR EMPLOI D'UNE COLLE AQUEUSE

(54) Title: PROCESS FOR PRODUCING AN ELECTRO-PYROTECHNIC INITIATOR BY USING AN AQUEOUS GLUE



(57) **Abrégé/Abstract:**

La présente invention concerne un procédé de réalisation d'un initiateur électro-pyrotechnique (1) comprenant une laque pyrotechnique (6) initiée par un élément résistif chauffant (11). La laque pyrotechnique est obtenue par dépôt, sur l'élément résistif, d'une colle aqueuse constituée d'une dispersion d'une substance explosive et d'additifs dans une suspension aqueuse à base d'un copolymère puis par séchage de ladite colle aqueuse à une température comprise entre 55°C et 75°C. Le copolymère est choisi parmi les copolymères éthylène/acétate de vinyle et les copolymères acétate de vinyle/acétate d'éthylène/éthylène.





**Abrégé :****Procédé de réalisation d'un initiateur électro-pyrotechnique par emploi d'une colle aqueuse.**

5

La présente invention concerne un procédé de réalisation d'un initiateur électro-pyrotechnique (1) comprenant une laque pyrotechnique (6) initiée par un élément résistif chauffant (11). La laque pyrotechnique est obtenue par dépôt, sur l'élément résistif, d'une colle aqueuse constituée d'une dispersion d'une substance explosive et d'additifs dans une suspension aqueuse à base d'un copolymère puis par séchage de ladite colle aqueuse à une température comprise entre 15 55°C et 75°C. Le copolymère est choisi parmi les copolymères éthylène/acétate de vinyle et les copolymères acétate de vinyle/acétate d'éthylène/éthylène.

20

Fig.1 à publier

25

30

35



La présente invention se rapporte au domaine technique des initiateurs électro-pyrotechniques. Plus précisément, l'invention concerne un procédé de réalisation d'un initiateur électro-pyrotechnique. Ce  
5 procédé de fabrication s'adapte à n'importe quel type d'initiateur. Il s'agit soit d'initiateurs détonants, encore appelés détonateurs, soit d'initiateurs type allumeurs, destinés à l'allumage de poudre propulsive ou de substance génératrice de gaz. Dans ce dernier cas,  
10 l'application la plus courante est celle des allumeurs pour dispositifs de sécurité destinés à protéger les occupants d'un véhicule automobile.

Un initiateur électro-pyrotechnique est constitué d'un élément résistif chauffant et d'une substance  
15 thermosensible. L'élément résistif peut se présenter sous la forme d'un filament, d'un élément plat de petite dimension et très mince déposé sur un support de circuit imprimé ou d'un pont résistif ou semi-conducteur en couches minces.

20 Lorsqu'un courant électrique circule dans l'élément résistif, ce dernier est chauffé par effet Joule et de ce fait allume la substance thermosensible. Cette dernière doit donc être en étroit contact avec l'élément résistif afin d'assurer de façon fiable le transfert de  
25 chaleur entre l'élément résistif et la substance thermosensible. Ceci est généralement obtenu en exerçant sur ladite substance, à l'état pulvérulent, une importante force de compression dirigée vers l'élément résistif et assurant ainsi l'intime contact et son  
30 maintien. Un tel procédé de compression présente des inconvénients. En effet, pour être capable de supporter une telle force de compression sans être déformée, la structure de l'initiateur doit comporter des éléments très robustes, tels qu'une bague de compression par  
35 exemple. De plus, le procédé d'assemblage de



l'initiateur nécessite la mise en oeuvre de moyens importants pour doser et comprimer la substance pulvérulente. On utilise généralement une trémie de distribution et une presse hydraulique. Un tel procédé  
5 est généralement effectué sous une pression de l'ordre de 1000 bars. Un tel procédé, souvent employé dans l'industrie, nécessite donc d'importants moyens de protection du personnel contre les risques inhérents à la mise en oeuvre et à la compression de matières  
10 explosives sèches. Par ailleurs, lors de la compression, l'élément résistif peut être endommagé.

Afin de palier aux inconvénients des techniques de compression, précédemment décrits, et d'assurer un étroit contact de la substance pyrotechnique avec  
15 l'élément résistif et ce de manière stable et figée dans le temps, l'homme du métier a alors cherché à « coller » la substance thermosensible sur l'élément résistif. La substance thermosensible est alors déposée sous la forme d'une peinture compacte et adhérente au support.

20 Un premier mode de réalisation est d'utiliser des solvants. Le brevet FR 2704944 et son correspondant US 5544585 décrivent un tel mode de réalisation. La laque explosive décrite dans ce brevet est constituée par un explosif primaire ou un mélange oxydant-réducteur  
25 thermosensible additionné de 2 à 15% de liant filmogène, préalablement mis en solution dans un solvant. La laque est déposée sur l'élément résistif et le solvant est évaporé.

Une autre réalisation connue est celle décrite dans  
30 la demande de brevet FR 2794235 déposée sous priorité US 09275555. La laque explosive comprend une matière pyrotechnique sous forme de particules et un liant constitué d'une résine polymérique en particules. La laque peut en outre comprendre un solvant, l'alcool  
35 éthylique. La laque est d'abord déposée sur l'élément



résistif puis chauffée à une première température, de l'ordre de 100°C, pour chasser le solvant puis à une deuxième température de l'ordre de 150°C, pour agglomérer entre elles les particules du liant et pour  
5 lier la laque à l'élément résistif.

Ces deux modes de réalisation présentent des inconvénients. En effet, dans un atelier destiné à de gros volumes de production, la nécessité de manipuler une substance explosive en présence de solvants volatils  
10 inflammables et de chauffer de telles substances à de fortes températures représente une contrainte non négligeable sur le plan de la sécurité. De plus, des vapeurs toxiques peuvent être produites lors de l'élimination du solvant volatil.

15 Un autre mode de réalisation connu pour coller la substance thermosensible sur l'élément résistif est la polymérisation in situ. Le brevet FR 2781878 décrit un tel mode de réalisation. La substance thermosensible comprend de 40 à 60% en poids de substance pyrotechnique  
20 pulvérulente en suspension dans 60 à 40% en poids de liant inerte, susceptible de durcir par polymérisation. La substance thermosensible est déposée sur l'élément résistif et la polymérisation est obtenue par chauffage ou par rayonnement. Ce mode de réalisation nécessite  
25 dans la pratique des teneurs élevées en liant. Cela limite donc la proportion de matière pyrotechnique dans la substance thermosensible, augmente sa dispersion, et de ce fait diminue la sensibilité de l'initiateur.

L'homme du métier est donc toujours à la recherche  
30 d'un procédé de réalisation d'un initiateur électro-pyrotechnique qui ne présente pas de risques pour la sécurité du personnel et qui permette de déposer et de coller sur l'élément résistif une substance thermosensible, de manière fiable et stable dans le  
35 temps.



La présente invention a pour objet un tel procédé.

L'invention concerne un procédé de réalisation d'un initiateur électro-pyrotechnique comprenant une laque pyrotechnique initiée par un élément résistif chauffant, caractérisé en ce que ladite laque pyrotechnique est obtenue, par dépôt sur l'élément résistif, d'une colle aqueuse constituée d'une dispersion d'une substance explosive et d'additifs dans une suspension aqueuse à base d'un copolymère choisi parmi les copolymères éthylène/acétate de vinyle et les copolymères acétate de vinyle/acétate d'éthylène/éthylène, puis par séchage de ladite colle aqueuse à une température comprise entre 55°C et 75°C. Dans la présente demande, on appelle laque l'élément solide obtenu par évaporation de l'eau contenue dans la goutte de colle aqueuse déposée sur l'initiateur. Cette laque est aussi parfois appelée perle d'allumage.

L'invention présente l'avantage de ne pas mettre en oeuvre de solvants volatils et inflammables. En effet, seule de l'eau est utilisée. Contrairement aux préjugés indiqués dans le brevet FR 2781878, l'eau est éliminée facilement, l'étape de séchage n'est pas longue et cela ne dégrade pas les performances de la substance thermosensible.

Un autre avantage de l'invention est de réaliser une dispersion de la substance explosive dans une suspension aqueuse à base d'un copolymère. Cela permet d'insensibiliser la substance explosive et de la manipuler sans danger à l'état liquide.

La colle aqueuse est déposée liquide sur l'élément résistif sous la forme d'une goutte calibrée, à l'aide d'un laqueur comprenant un doseur pneumatique. La goutte de colle aqueuse est ensuite séchée à une température comprise entre 55°C et 75°C, de préférence à 60°C. Le



fait de chauffer à une température inférieure à 80°C permet d'éviter la formation de bulles et donc un mauvais contact avec l'élément résistif.

Le séchage est effectué selon un mode de séchage  
5 courant dans l'industrie tel que le rayonnement infra-rouge, l'air chaud pulsé ou l'induction. Un mode de séchage préféré est le rayonnement infra-rouge.

La substance explosive entrant dans la composition de la colle aqueuse est choisie dans le groupe constitué par  
10 les explosifs primaires et les mélanges oxydant-réducteur. Selon une première variante préférée de l'invention, l'explosif primaire est un sel de dinitrobenzofuroxane et, mieux encore, l'explosif primaire est le dinitrobenzofuroxanate de potassium.  
15 Selon une deuxième variante préférée de l'invention, la substance explosive est un mélange de zirconium et de perchlorate de potassium.

Ce procédé de réalisation permet de réaliser des colles aqueuses exemptes de plomb. En effet, la  
20 substance explosive entrant dans la composition peut être exempte de plomb, ce qui permet de réaliser des colles aqueuses compatibles avec l'environnement.

La teneur en substance explosive de la laque pyrotechnique après séchage est comprise entre 65% et  
25 95% en poids par rapport au poids total de la laque pyrotechnique.

La teneur en eau de la colle aqueuse avant séchage est comprise entre 55% et 70% en poids par rapport au poids total de la colle aqueuse. Ce procédé de réalisation  
30 permet donc d'avoir, avant séchage, une proportion importante d'eau, ce qui facilite la mise en oeuvre et après séchage, une proportion importante de substance explosive, ce qui rend l'initiateur très réactif.

Selon une variante préférée de l'invention, la  
35 suspension aqueuse à base de copolymère est obtenue par



mise en émulsion de copolymère éthylène/acétate de vinyle ou acétate de vinyle/acétate d'éthylène/éthylène en présence de tensioactif. Les tensioactifs préférés sont les tensioactifs anioniques et l'alcool polyvinylique. La quantité de tensioactif utilisée est comprise entre 0,1 % et 2 % en poids par rapport au poids de la suspension aqueuse à base de copolymère.

Selon une autre variante préférée de l'invention, la suspension aqueuse à base de copolymère comprend en outre un plastifiant. Ce plastifiant est choisi parmi les phtalates. Un plastifiant préféré est le phtalate de dibutyle. Ce composé permet d'améliorer l'adhérence de la colle sur l'élément résistif et d'ajuster la dureté de la colle. La quantité de plastifiant est comprise entre 0 % et 20 % en poids par rapport au poids de la suspension aqueuse à base de copolymère.

De préférence, le copolymère est un copolymère éthylène/acétate de vinyle et la proportion d'éthylène est comprise entre 10 et 30% en poids par rapport au poids total du copolymère éthylène/acétate de vinyle. La quantité de copolymère est comprise entre 50 % et 60 % en poids par rapport au poids total de la suspension aqueuse à base dudit copolymère.

Selon une variante préférée de l'invention, la colle aqueuse comprend en outre des additifs tels qu'un agent épaississant et un marqueur RX.

L'agent épaississant est à base de cellulose modifiée, cela permet d'ajuster la viscosité de la colle, entre 6,5 et 9 Pa.s, au procédé de dépôt. On peut citer notamment comme agent épaississant l'hydroxypropylcellulose, la carboxyméthylcellulose, la méthylhydroxypropylcellulose, l'hydroxyéthylcellulose et la carboxyméthylhydroxyéthylcellulose. La quantité d'agent épaississant est comprise entre 0,5 et 2,5 % en poids par rapport au poids total de la colle aqueuse avant



séchage.

Enfin, la colle peut aussi contenir un marqueur RX. Son rôle est de rendre la colle opaque aux rayons X dans le cas où les autres constituants de la colle aqueuse, et en particulier la substance explosive, ne contiennent pas de métaux lourds. Le marqueur RX est constitué par une poudre de métal ou un sel de métal, ledit métal devant absorber suffisamment les rayons X, tout en étant compatible avec l'environnement. Il est préférentiellement choisi dans le groupe constitué par le tungstène, le zirconium, le bismuth ou l'argent. Ce marqueur permet donc de contrôler l'initiateur au niveau de son procédé de fabrication.

L'originalité fondamentale de l'invention réside dans le fait d'utiliser une colle aqueuse comprenant une substance explosive et un copolymère en suspension dans l'eau. La colle est déposée à l'aide d'un laqueur comprenant un doseur pneumatique, sous la forme d'une goutte calibrée sur l'élément résistif chauffant puis l'eau est évaporée. L'évaporation de l'eau et la nature du copolymère permettent d'obtenir, comme le montrent les essais effectués, une très bonne adhérence de la colle sur l'élément résistif.

L'invention concerne également un initiateur électro-pyrotechnique réalisé selon le procédé précédemment décrit, comprenant une laque pyrotechnique initiée par un élément résistif chauffant, caractérisé en ce que ladite laque pyrotechnique comprend :

- de 60 à 95% en poids de substance explosive,
- de 5 à 15% en poids de tensioactif et de copolymère éthylène/acétate de vinyle ou acétate de vinyle/acétate d'éthylène/éthylène,
- de 0 à 25% en poids d'additifs.

Le tensioactif est choisi parmi les tensioactifs



anioniques et l'alcool polyvinylique.

Les additifs contiennent un agent épaississant et un marqueur RX. L'agent épaississant permet d'ajuster la viscosité de la colle, il est à base de cellulose modifiée. Le marqueur RX permet de rendre la laque pyrotechnique opaque aux rayons X. C'est une poudre de métal ou un sel de métal, le métal étant choisi dans le groupe constitué par le tungstène, le zirconium, le bismuth ou l'argent.

La substance explosive est choisie dans le groupe constitué par les explosifs primaires et les mélanges oxydant-réducteur. Un explosif primaire préféré est un sel de dinitrobenzofuroxanne, et mieux encore le dinitrobenzofuroxanate de potassium et un mélange oxydant-réducteur préféré est le mélange zirconium/perchlorate de potassium.

Un tel initiateur électro-pyrotechnique fonctionne avec n'importe quel type d'élément résistif chauffant. De préférence, l'élément résistif chauffant est un filament cylindrique, un pont directement photogravé sur un support de circuit imprimé ou un pont en couches minces monté en surface sur un support de circuit imprimé.

Selon une variante préférée de l'invention, la substance explosive est un explosif primaire et l'élément résistif est un pont semi-conducteur souvent désigné par l'abréviation SCB provenant de sa désignation anglo-saxonne "semi conductor bridge".

On décrit ci-après une réalisation préférée de l'invention en se référant aux figures 1 et 2.

La figure 1 représente, vu en coupe, un initiateur électro-pyrotechnique réalisé selon le procédé objet de



l'invention, dans lequel l'élément résistif est monté en surface.

La figure 2 est un schéma du dispositif permettant  
5 de réaliser le procédé objet de l'invention.

En se reportant plus particulièrement à la figure 1, on observe que cet initiateur électro-pyrotechnique 1 est réalisé à partir d'une traversée verre/métal  
10 comportant un chemisage métallique 9 et un élément isolant 2 portant les deux électrodes 3, 4. Chacune de ces deux électrodes 3, 4 présente, d'une part, une extrémité supérieure fixée par soudure à un circuit imprimé 5 comportant un élément résistif chauffant 11 du  
15 type CMS ("composant monté en surface"), et d'autre part, une extrémité inférieure destinée à être connectée à une fiche tubulaire correspondante. Le circuit imprimé 5 est lui-même rapporté sur l'élément isolant 2. Une laque pyrotechnique 6 est collée sur le circuit imprimé  
20 5 et l'élément résistif 11 et est surmontée par un capuchon métallique 7 renfermant une composition pyrotechnique renforçatrice 8, ce capuchon métallique 7 étant soudé sur le chemisage 9 métallique cylindrique de la traversée verre/métal.

25 Un surmoulage 10 de résine thermoplastique enrobe partiellement les électrodes 3, 4 et assure, avec le capuchon métallique 7, l'étanchéité de l'initiateur 1.

En se référant à la figure 2, on décrit maintenant  
30 un mode préféré de réalisation de l'initiateur décrit précédemment.

On place dans un véhicule 13 des initiateurs électro-pyrotechniques 1 non encore assemblés avec le capuchon métallique 7 et la composition pyrotechnique  
35 renforçatrice 8. Ce véhicule 13 contient 10 rangées de



20 inflammateurs.

Le véhicule 13 est placé sur un tapis transporteur 14. On place dans un laqueur 15, représenté en coupe, 20g de colle aqueuse. La colle aqueuse est constituée de  
5 2,5% en poids d'éthylène vinylpolyacétate et de tensioactif, de 29% en poids de dinitrobenzofuroxanate de potassium, de 8% en poids de tungstène, de 59,5% en poids d'eau et on rajoute 1% en poids d'hydroxypropyl cellulose pour ajuster la viscosité aux environs de 8  
10 Pa.s. Le laqueur 15 est constitué d'un agitateur rotatif 16. Cet agitateur rotatif 16 est mis en mouvement avec une vitesse de rotation de  $35 \pm 5$  tours par minute afin de maintenir en suspension les éléments de la colle.

On crée, dans l'atmosphère surmontant la colle, à  
15 l'aide d'un doseur pneumatique 18 une surpression temporaire sur la colle aqueuse afin de permettre la constitution de gouttes de colle aqueuse au niveau de la buse 19 de diamètre 0,85mm.

Le véhicule 20 contenant les inflammateurs dont  
20 l'élément résistif 11 est recouvert d'une goutte de colle aqueuse est ensuite amené, par le tapis transporteur 14 dans un four 21 à rayonnement infra-rouge. La température du four est de 60°C et la durée de séjour des inflammateurs dans le four est de 30 minutes.

25 On récupère ensuite, à la sortie du four, le véhicule 22 contenant les inflammateurs séchés, c'est-à-dire recouvert d'une goutte de laque pyrotechnique 6 de masse  $9\text{mg} \pm 3\text{mg}$ .

Après séchage, la laque pyrotechnique est  
30 constituée de 72% en poids de dinitrobenzofuroxanate de potassium, de 6% en poids d'éthylène vinylpolyacétate et de tensioactif, de 2% en poids d'hydroxypropyl cellulose et de 20% en poids de tungstène en poudre.



Les exemples qui suivent illustrent les performances des initiateurs électro-pyrotechniques réalisés selon le procédé objet de l'invention. Pour mesurer ces performances, on a testé deux compositions de laque pyrotechnique, une composition A selon l'invention et une composition B selon l'état de la technique.

Composition A : \* colle aqueuse selon l'invention, avant séchage :

- dinitrobenzofuroxanate de potassium .... 29,0 ± 1,0%
- eau ..... 59,5 ± 1,0%
- éthylène vinylpolyacétate (EVA) +
- 15 alcool polyvinylique ..... 2,5 ± 0,2%
- hydroxypropyl cellulose ..... 1,0 ± 0,05%
- tungstène en poudre ..... 8,0 ± 1,0%

La suspension aqueuse d'éthylène vinylpolyacétate est commercialisée par la société Labord SA sous la dénomination 239M.

\* laque pyrotechnique selon l'invention, après séchage :

- 25 - dinitrobenzofuroxanate de potassium ..... 72,0 ± 1,0%
- éthylène vinylpolyacétate (EVA) +
- alcool polyvinylique ..... 6,0 ± 0,5%
- hydroxypropyl cellulose ..... 2,0 ± 0,05%
- 30 - tungstène en poudre ..... 20,0 ± 1,0%

Composition B : \* colle, avec solvant, selon l'état de la technique (brevet FR 2 704 944 et son correspondant US 5 544 585), avant séchage



- trinitrorésorcinate neutre de plomb  
ultra-fin ..... 59,1 ± 1,0%
- acétochlorure de polyvinyle..... 5,8 ± 0,5%
- méthyléthylcétone ..... 19,8 ± 1,0%
- 5 - acétate de butyle ..... 14,9 ± 1,0%
- dilaurate de dibutylétain (stabilisant) . 0,4 ± 0,05%

\* laque pyrotechnique selon l'état de la  
technique, après séchage :

10

- trinitrorésorcinate neutre de plomb  
ultra-fin ..... 90,5 ± 1,0%
- acétochlorure de polyvinyle..... 8,9 ± 0,5%
- dilaurate de dibutylétain (stabilisant).. 0,6 ± 0,05%

15

Exemple 1 : Adhérence de la laque pyrotechnique sur  
l'élément résistif.

Deux types d'essais permettent de quantifier  
20 l'adhérence de la laque pyrotechnique sur l'élément  
résistif. Pour réaliser ces deux essais, on utilise  
l'initiateur électro-pyrotechnique décrit précédemment.

Le premier essai consiste à soumettre l'initiateur  
à une accélération supérieure à 20 000g, soit supérieure  
25 à 196 000m/s<sup>2</sup> dans le sens positif de l'axe de  
l'initiateur perpendiculaire au plan de collage de la  
laque pyrotechnique.

Ce test est renouvelé sur le même initiateur  
jusqu'à mettre en évidence la séparation de la laque  
30 pyrotechnique de l'élément résistif sur lequel elle est  
collée.

Un second essai consiste à tester l'adhérence d'une  
laque pyrotechnique non active, c'est-à-dire dans  
35 laquelle la substance explosive a été remplacée, pour



des raisons de sécurité, par une substance inerte, sur un support métallique. Pour cela, on colle deux éprouvettes avec cette laque pyrotechnique non active, on effectue un essai de traction sur ces deux éprouvettes et on mesure la contrainte maximale que peut supporter la laque pyrotechnique.

|    |                                                                                   |                                                                          |                                                                                                                |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10 | <u>Exemple 1</u>                                                                  | 1 <sup>er</sup> essai :<br>pourcentages de<br>pièces qui se<br>décollent | 2 <sup>ème</sup> essai :<br>contrainte<br>maximale mesurée<br>pour obtenir le<br>décollement des 2<br>épreuves |
| 15 | Composition A<br>(ou composition A<br>modifiée pour le<br>2 <sup>ème</sup> essai) | 10 % des pièces<br>se décollent<br>après 7 essais                        | 9,3 N/cm <sup>2</sup>                                                                                          |
| 20 | Composition B<br>(ou composition B<br>modifiée pour le<br>2 <sup>ème</sup> essai) | 40 % des pièces<br>se décollent<br>après 1 seul<br>essai                 | 1,1 N/cm <sup>2</sup>                                                                                          |

Le premier essai montre que les allumeurs comprenant un initiateur réalisé selon le procédé objet de l'invention peuvent supporter jusqu'à 6 fois 20 000g d'accélération, c'est-à-dire jusqu'à 6 fois une accélération de 196 000 m/s<sup>2</sup>.

La laque pyrotechnique selon l'invention (composition A) présente donc une meilleure adhérence sur l'élément résistif. Dans le cadre du second essai, on voit que la contrainte maximale mesurée pour obtenir le décollement des deux éprouvettes collées par la perle d'allumage de composition A, c'est-à-dire selon l'invention, est 8,5 fois supérieure à celle mesurée pour obtenir le décollement des deux éprouvettes collées



par la perle d'allumage de composition B, c'est-à-dire selon l'état de la technique.

5 Exemple 2: Performance d'un initiateur réalisé selon le procédé objet de l'invention

Pour réaliser ce test de performance, on utilise l'initiateur électro-pyrotechnique décrit précédemment.

10 Ce test consiste à conditionner l'initiateur à  $-40^{\circ}\text{C}$  pendant 2 heures puis à le placer dans une bombe manométrique et à le soumettre à une impulsion électrique d'une amplitude de 1,2A pendant 2ms. On mesure alors la pression générée par l'initiateur à l'intérieur de la bombe. On appelle "temps d'apparition de pression" le temps nécessaire pour qu'une pression de  
15  $0,2 \cdot 10^5$  Pa, soit 0,2 bar soit générée à l'intérieur de la bombe manométrique.

On prend comme temps  $t_0$  le moment où l'on envoie l'impulsion électrique.

20 Exemple 2

|                                                                         | Temps d'apparition de pression |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Initiateur dont l'élément résistif est recouvert de la composition A    | 0,3 ms - 0,4 ms                |
| 25 Initiateur dont l'élément résistif est recouvert de la composition B | 0,6 ms - 1 ms                  |

30 Les initiateurs dont l'élément résistif est recouvert de la laque pyrotechnique selon l'invention (composition A) donnent des temps de fonctionnement plus courts et plus reproductibles que les initiateurs selon l'état de la technique (composition B).



Exemple 3 : Aptitude de la laque pyrotechnique à initier la charge renforçatrice de l'initiateur électro-pyrotechnique

5        Pour réaliser ce test, on utilise l'initiateur électro-pyrotechnique précédemment décrit. On sépare physiquement la charge renforçatrice du corps de l'initiateur.

10        A cet effet, on place dans une bombe manométrique d'une part l'initiateur comprenant seulement l'élément résistif recouvert de la laque pyrotechnique et d'autre part la charge renforçatrice. Ces deux éléments sont placés à une distance calibrée l'un de l'autre. On soumet, à température ambiante, l'initiateur à une  
15        impulsion électrique d'une amplitude de 1,2A pendant 2ms. On enregistre la courbe de pression et on mesure les temps correspondants à la première montée en pression et à la deuxième montée en pression, à partir du temps  $t_0$  correspondant au début de l'impulsion  
20        électrique. On calcule ensuite le temps  $\Delta t$  qui s'écoule entre les deux montées en pression ( $\Delta t = t_2 - t_1$ ).

25        La première montée en pression est due à la combustion de la laque pyrotechnique et la deuxième montée en pression est due à la combustion de la charge renforçatrice.

30        On effectue cet essai sur des initiateurs neufs et sur des initiateurs vieillis (vieillissement accéléré de 400 heures à 107°C).



|                  |                                                  |                                                     |
|------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <u>Exemple 3</u> | Temps $\Delta t$ dans le cas d'initiateurs neufs | Temps $\Delta t$ dans le cas d'initiateurs vieillis |
| 5 Composition A  | 0,79 ms                                          | 0,88 ms                                             |
| Composition B    | 1,02 ms                                          | 3,88 ms                                             |

10 Ce test montre donc que la laque pyrotechnique objet de l'invention possède un meilleur pouvoir d'allumage de la charge renforçatrice de l'initiateur qu'une laque pyrotechnique selon l'état de la technique, cela se remarque d'autant plus avec des initiateurs  
15 vieillis.

20

25

30

35



**REVENDICATIONS**

- 1.Procédé de réalisation d'un initiateur électro-pyrotechnique (1) comprenant une laque pyrotechnique (6)  
5 initiée par un élément résistif chauffant (11), caractérisé en ce que ladite laque pyrotechnique est obtenue par dépôt, sur l'élément résistif, d'une colle aqueuse constituée d'une dispersion d'une substance explosive et d'additifs dans une suspension aqueuse à  
10 base d'un copolymère choisi parmi les copolymères éthylène/acétate de vinyle et les copolymères acétate de vinyle/acétate d'éthylène/éthylène, puis par séchage de ladite colle aqueuse à une température comprise entre 55°C et 75°C.
- 15 2.Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le séchage de la colle aqueuse est effectué par rayonnement infra-rouge.
- 20 3.Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la colle aqueuse est déposée liquide sur l'élément résistif sous la forme d'une goutte calibrée, à l'aide d'un laqueur (15) comprenant un doseur pneumatique (18).
- 25 4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la substance explosive est choisie dans le groupe constitué par les explosifs primaires et les mélanges oxydant-réducteur.
- 30 5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'explosif primaire est un sel de dinitrobenzofuroxanne.
- 35 6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'explosif primaire est le dinitrobenzofuroxanate de



potassium.

7. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que la substance explosive est un mélange de zirconium  
5 et de perchlorate de potassium.

8. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la teneur en eau de la colle aqueuse avant séchage est comprise entre 55 et 70% en poids par rapport au  
10 poids de la colle aqueuse.

9. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la teneur en substance explosive de la laque pyrotechnique après séchage est comprise entre 65 et 95%  
15 en poids par rapport au poids total de la laque pyrotechnique.

10. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la quantité de copolymère est comprise entre 50 et  
20 60% en poids par rapport au poids total de la suspension aqueuse à base dudit copolymère.

11. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la suspension aqueuse à base de copolymère contient  
25 en outre un tensio-actif choisi dans le groupe constitué par les tensio-actifs anioniques et l'alcool polyvinylique.

12. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la suspension aqueuse à base de copolymère contient  
30 en outre un plastifiant choisi parmi les phtalates.

13. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la colle aqueuse contient en outre un agent  
35 épaississant à base de cellulose modifiée.



14. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la colle aqueuse contient en outre une poudre de métal ou un sel de métal, opaque aux rayons X.

5 15. Procédé selon la revendication 14, caractérisé en ce que le métal est choisi dans le groupe constitué par le tungstène, le zirconium, le bismuth ou l'argent.

10 16. Initiateur électro-pyrotechnique (1) réalisé selon la revendication 1, comprenant une laque pyrotechnique (6) initiée par un élément résistif chauffant (11), caractérisé en ce que la laque pyrotechnique comprend :

- de 60 à 95 % en poids de substance explosive,
- de 5 à 15 % en poids de tensioactif et de
- 15 copolymère éthylène/acétate de vinyle ou acétate de vinyle/acétate d'éthylène/éthylène,
- de 0 à 25 % en poids d'additifs.

20 17. Initiateur électro-pyrotechnique (1) selon la revendication 16, caractérisé en ce que les additifs contiennent un agent épaississant et un marqueur RX.

25 18. Initiateur électro-pyrotechnique (1) selon la revendication 17, caractérisé en ce que l'agent épaississant est à base de cellulose modifiée.

19. Initiateur électro-pyrotechnique (1) selon la revendication 17, caractérisé en ce que le marqueur RX est une poudre de métal ou un sel de métal, le métal

30 étant choisi dans le groupe constitué par le tungstène, le zirconium, le bismuth ou l'argent.

20. Initiateur électro-pyrotechnique (1) selon la revendication 16, caractérisé en ce que la substance

35 explosive est choisie dans le groupe constitué par les



explosifs primaires et les mélanges oxydant-réducteur.

21. Initiateur électro-pyrotechnique (1) selon la revendication 20, caractérisé en ce que l'élément  
5 résistif chauffant (11) est un filament cylindrique.
22. Initiateur électro-pyrotechnique (1) selon la revendication 20, caractérisé en ce que l'élément  
10 résistif chauffant (11) est un pont directement photogravé sur un support de circuit imprimé.
23. Initiateur électro-pyrotechnique (1) selon la revendication 20, caractérisé en ce que l'élément  
15 résistif chauffant (11) est un pont en couches minces monté en surface sur un support de circuit imprimé.
24. Initiateur électro-pyrotechnique (1) selon la revendication 20, caractérisé en ce que la substance  
20 explosive est un explosif primaire.
25. Initiateur électro-pyrotechnique (1) selon la revendication 24, caractérisé en ce que l'élément  
25 résistif chauffant (11) est un pont semi-conducteur dit SCB.



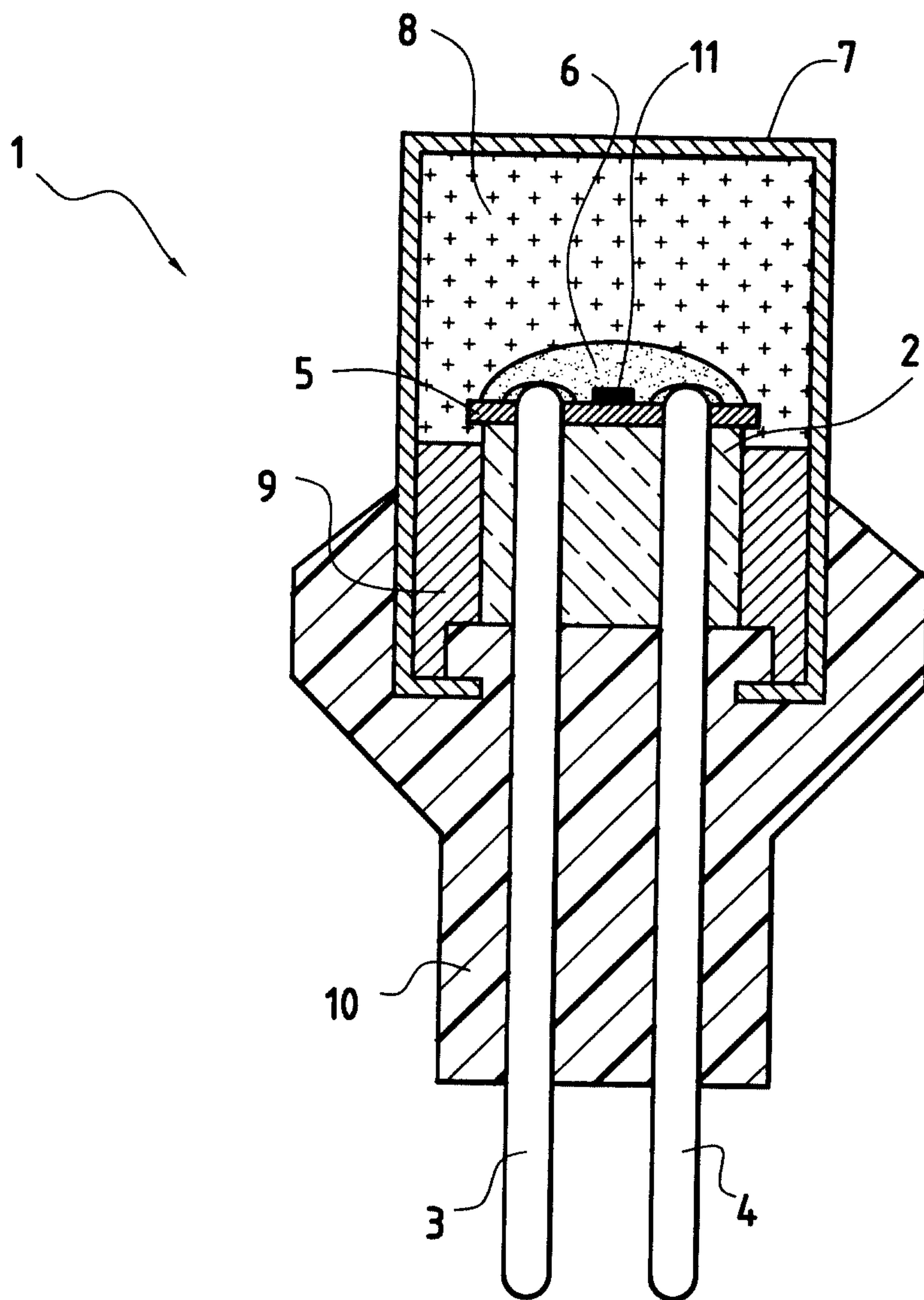


FIG.1



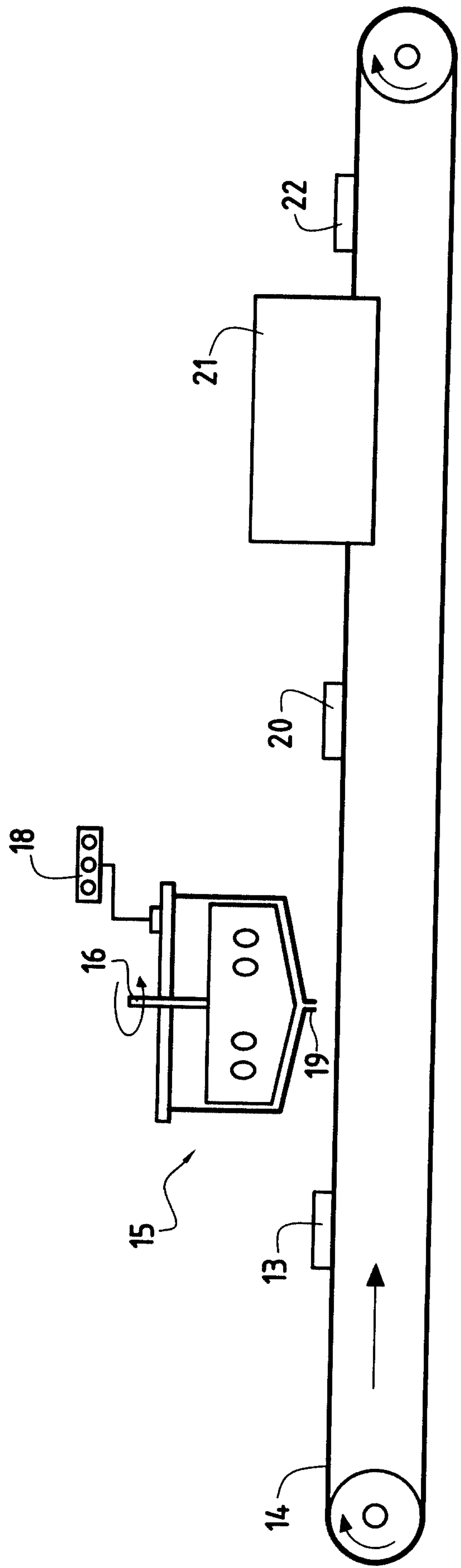


FIG.2



