



(11) **EP 1 319 641 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
20.10.2010 Bulletin 2010/42

(51) Int Cl.:
C06C 7/00 *(2006.01)* **F42B 3/13** *(2006.01)*
C06C 7/02 *(2006.01)*

(21) Numéro de dépôt: **02293070.5**

(22) Date de dépôt: **12.12.2002**

(54) **Procédé de réalisation d'un initiateur électro-pyrotechnique par emploi d'une colle aqueuse**

Verfahren zur Herstellung eines elektro-pyrotechnischen Zünders unter Verwendung eines wässrigen Klebstoffes

Method for making an electro-pyrotechnic initiator by using an aqueous glue

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
IE IT LI LU MC NL PT SE SI SK TR**

(30) Priorité: **14.12.2001 FR 0116218**

(43) Date de publication de la demande:
18.06.2003 Bulletin 2003/25

(73) Titulaire: **LIVBAG
75017 Paris (FR)**

(72) Inventeurs:
• **Duguet, Jean-René
95470 Survilliers (FR)**

• **Pillaert, Jérôme
60300 Senlis (FR)**

(74) Mandataire: **Branger, Jean-Yves et al
Cabinet Régimbeau
Bureau de Rennes - Saint Grégoire
Espace Performance
Bâtiment K
35769 Saint-Grégoire Cedex (FR)**

(56) Documents cités:
**EP-A- 1 030 159 WO-A-95/11421
WO-A-98/45663 FR-A- 2 720 494
FR-A- 2 781 878 US-A- 4 016 018**

EP 1 319 641 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] 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 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, l'application la plus courante est celle des allumeurs pour dispositifs de sécurité destinés à protéger les occupants d'un véhicule automobile.

[0002] Un initiateur électro-pyrotechnique est constitué d'un élément résistif chauffant et d'une substance 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.

[0003] 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 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 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 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 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 explosives sèches. Par ailleurs, lors de la compression, l'élément résistif peut être endommagé.

[0004] Afin de palier aux inconvénients des techniques de compression, précédemment décrits, et d'assurer un étroit contact de la substance pyrotechnique avec 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.

[0005] 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 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.

[0006] Une autre réalisation connue est celle décrite dans 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 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 lier la laque à l'élément résistif.

[0007] 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 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.

[0008] 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 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 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.

[0009] L'homme du métier est donc toujours à la recherche 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 temps.

[0010] La présente invention a pour objet un tel procédé.

[0011] 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.

[0012] 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.

[0013] 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.

[0014] 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.

[0015] Le séchage est effectué selon un mode de séchage 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.

[0016] La substance explosive entrant dans la composition de la colle aqueuse est choisie dans le groupe constitué par 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. Selon une deuxième variante préférée de l'invention, la substance explosive est un mélange de zirconium et de perchlorate de potassium.

[0017] Ce procédé de réalisation permet de réaliser des colles aqueuses exemptes de plomb. En effet, la substance explosive entrant dans la composition peut être exempte de plomb, ce qui permet de réaliser des colles aqueuses compatibles avec l'environnement.

[0018] La teneur en substance explosive de la laque pyrotechnique après séchage est comprise entre 65% et 95% en poids par rapport au poids total de la laque pyrotechnique.

[0019] 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 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.

[0020] Selon une variante préférée de l'invention, la 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.

[0021] 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.

[0022] 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.

[0023] Selon une variante préférée de l'invention, la colle aqueuse comprend en outre des additifs tels qu'un agent épaississant et un marqueur RX.

[0024] 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.

[0025] 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.

[0026] 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.

[0027] 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.

[0028] Le tensioactif est choisi parmi les tensioactifs anioniques et l'alcool polyvinylique.

[0029] 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.

[0030] 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.

[0031] 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 photographié sur un support de circuit imprimé ou un pont en couches minces monté en surface sur un support de circuit imprimé.

[0032] 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".

[0033] On décrit ci-après une réalisation préférée de l'invention en se référant aux figures 1 et 2.

[0034] 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.

[0035] La figure 2 est un schéma du dispositif permettant de réaliser le procédé objet de l'invention.

[0036] 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 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 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 5 et l'élément résistif 11 et est surmontée par un capuchon métallique 7 renfermant une composition pyrotechnique renforcitrice 8, ce capuchon métallique 7 étant soudé sur le chemisage 9 métallique cylindrique de la traversée verre/métal.

[0037] 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.

[0038] En se référant à la figure 2, on décrit maintenant un mode préféré de réalisation de l'initiateur décrit précédemment.

[0039] On place dans un véhicule 13 des initiateurs électro-pyrotechniques 1 non encore assemblés avec le capuchon métallique 7 et la composition pyrotechnique renforcitrice 8. Ce véhicule 13 contient 10 rangées de 20 inflammateurs.

[0040] 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 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 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 ± 5 tours par minute afin de maintenir en suspension les éléments de la colle.

[0041] On crée, dans l'atmosphère surmontant la colle, à 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.

[0042] Le véhicule 20 contenant les inflammateurs dont 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.

[0043] 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 $9\text{mg} \pm 3\text{mg}$.

[0044] Après séchage, la laque pyrotechnique est 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.

[0045] 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 :

[0046]

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

[0047] La suspension aqueuse d'éthylène vinylpolyacétate est commercialisée par la société Labord SA sous la dénomination 239M.

* laque pyrotechnique selon l'invention, après séchage :

- dinitrobenzofuroxanate de potassium	72,0 ± 1,0%
- éthylène vinylpolyacétate (EVA) + alcool polyvinylique	6,0 ± 0,5%
- hydroxypropyl cellulose	2,0 ± 0,05%
- 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

[0048]

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

[0049] * laque pyrotechnique selon l'état de la technique, après séchage :

- 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%

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

[0050] Deux types d'essais permettent de quantifier l'adhérence de la laque pyrotechnique sur l'élément résistif. Pour réaliser ces deux essais, on utilise l'initiateur électro-pyrotechnique décrit précédemment.

[0051] Le premier essai consiste à soumettre l'initiateur à une accélération supérieure à 20 000g, soit supérieure à 196 000m/s² dans le sens positif de l'axe de l'initiateur perpendiculaire au plan de collage de la laque pyrotechnique.

[0052] Ce test est renouvelé sur le même initiateur jusqu'à mettre en évidence la séparation de la laque pyrotechnique de l'élément résistif sur lequel elle est collée.

[0053] Un second essai consiste à tester l'adhérence d'une laque pyrotechnique non active, c'est-à-dire dans 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.

Exemple 1**[0054]**

5		1 ^{er} essai : pourcentages de pièces qui se décollent	2 ^{ème} essai : contrainte maximale mesurée pour obtenir le décollement des 2 éprouvettes
10	Composition A (ou composition A modifiée pour le 2 ^{ème} essai)	10 % des pièces se décollent après 7 essais	9,3 N/cm ²
	Composition B (ou composition B modifiée pour le 2 ^{ème} essai)	40 % des pièces se décollent après 1 seul essai	1,1 N/cm ²

15 **[0055]** 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/s².

20 **[0056]** 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.

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

25 **[0057]** Pour réaliser ce test de performance, on utilise l'initiateur électro-pyrotechnique décrit précédemment.

[0058] Ce test consiste à conditionner l'initiateur à -40°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 0,2.10⁵ Pa, soit 0,2 bar soit générée à l'intérieur de la bombe manométrique.

30 **[0059]** On prend comme temps t₀ le moment où l'on envoie l'impulsion électrique.

Exemple 2**[0060]**

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

[0061] 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

45 **[0062]** Pour réaliser ce test, on utilise l'initiateur électro-pyrotechnique précédemment décrit. On sépare physiquement la charge renforçatrice du corps de l'initiateur.

50 **[0063]** 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 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 t₀ correspondant au début de l'impulsion électrique. On calcule ensuite le temps Δt qui s'écoule entre les deux montées en pression ($\Delta t = t_2 - t_1$).

55 **[0064]** 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.

[0065] On effectue cet essai sur des initiateurs neufs et sur des initiateurs vieillis (vieillessement accéléré de 400

heures à 107°C).

Exemple 3

[0066]

	Temps Δt dans le cas d'initiateurs neufs	Temps Δt dans le cas d'initiateurs vieillis
Composition A	0,79 ms	0,88 ms
Composition B	1,02 ms	3,88 ms

[0067] 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 vieillis.

Revendications

- Procédé de réalisation d'un initiateur électro-pyrotechnique (1) comprenant une laque pyrotechnique (6) 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 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.
- Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le séchage de la colle aqueuse est effectué par rayonnement infra-rouge.
- 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).
- 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.
- Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** l'explosif primaire est un sel de dinitrobenzofuroxanne.
- Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** l'explosif primaire est le dinitrobenzofuroxanate de potassium.
- Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la substance explosive est un mélange de zirconium et de perchlorate de potassium.
- 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 poids de la colle aqueuse.
- 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% en poids par rapport au poids total de la laque pyrotechnique.
- Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** 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.
- Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la suspension aqueuse à base de copolymère contient en outre un tensio-actif choisi dans le groupe constitué par les tensio-actifs anioniques et l'alcool polyvinylique.
- Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la suspension aqueuse à base de copolymère contient 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 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.

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.

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 copolymère éthylène/acétate de vinyle ou acétate de vinyle/acétate d'éthylène/éthylène,
- de 0 à 25 % en poids d'additifs.

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

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 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 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 résistif chauffant (11) est un filament cylindrique.

22. Initiateur électro-pyrotechnique (1) selon la revendication 20, **caractérisé en ce que** l'élément 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 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 explosive est un explosif primaire.

25. Initiateur électro-pyrotechnique (1) selon la revendication 24, **caractérisé en ce que** l'élément résistif chauffant (11) est un pont semi-conducteur dit SCB.

Claims

1. Process for the preparation of an electropyrrotechnic initiator (1) comprising a pyrotechnic varnish (6) in contact with a resistive heating element (11), **characterized in that** the pyrotechnic varnish is obtained by depositing, on the resistive element, of an aqueous adhesive composed of a dispersion of an explosive substance and of additives in an aqueous suspension based on a copolymer chosen from ethylene/vinyl acetate copolymers and vinyl acetate/ethylene acetate/ethylene copolymers, and drying the said aqueous adhesive at a temperature of between 55°C and 75°C.

2. Process according to claim 1, **characterized in that** the drying of the aqueous adhesive is carried out by infrared radiation.

3. Process according to claim 1, **characterized in that** the aqueous adhesive is deposited in the liquid state on the resistive element in the form of a calibrated drop, using a varnishing device (15) comprising an air-operated metering device (18).
- 5 4. Process according to claim 1, **characterized in that** the explosive substance is chosen from the group consisting of primary explosives and oxidizer-reducer mixtures.
5. Process according to claim 4, **characterized in that** the primary explosive is a dinitrobenzofuroxan salt.
- 10 6. Process according to claim 5, **characterized in that** the primary explosive is potassium dinitrobenzofuroxane.
7. Process according to claim 4, **characterized in that** the explosive substances is a mixture of zirconium and of potassium perchlorate.
- 15 8. Process according to claim 1, **characterized in that** the water content of the aqueous adhesive before drying is between 55 and 70% by weight with respect to the weight of the aqueous adhesive.
9. Process according to claim 1, **characterized in that** the content of explosive substance in the pyrotechnic varnish after drying is between 65 and 95% by weight with respect to the total weight of the pyrotechnic varnish.
- 20 10. Process according to claim 1, **characterized in that** the amount of copolymer is between 50 and 60% by weight with respect to the total weight of the aqueous suspension based on said copolymer.
- 25 11. Process according to claim 1, **characterized in that** the copolymer-based aqueous suspension additionally comprises a surfactant chosen from the group consisting of anionic surfactants and polyvinyl alcohol.
12. Process according to claim 1, **characterized in that** the copolymer-based aqueous suspension additionally comprises a plasticizer chosen from phthalates.
- 30 13. Process according to claim 1, **characterized in that** the aqueous adhesive additionally comprises a thickening agent based on modified cellulose.
14. Process according to claim 1, **characterized in that** the aqueous adhesive additionally comprises a metal powder or a metal salt which is opaque to X-rays.
- 35 15. Process according to claim 14, **characterized in that** the metal is chosen from the group consisting of tungsten, zirconium, bismuth and silver.
- 40 16. Electropyrotechnic initiator (1) prepared according to claim 1 comprising a pyrotechnic varnish initiated by a resistive heating element, **characterized in that** the pyrotechnic varnish comprises: from 60 to 95% by weight of explosive substance, from 5 to 15% by weight of surfactant and of ethylene/vinyl acetate or vinyl acetate/ethylene acetate/ethylene copolymer, from 0 to 25% by weight of additives.
- 45 17. Electropyrotechnic initiator (1) according to claim 16, **characterized in that** the additives comprise a thickening agent and an X-ray marker.
18. Electropyrotechnic initiator (1) according to claim 17, **characterized in that** the thickening agent is based on modified cellulose.
- 50 19. Electropyrotechnic initiator (1) according to claim 17, **characterized in that** the X-ray marker is a metal powder or a metal salt, the metal being chosen from the group consisting of tungsten, zirconium, bismuth and silver.
20. Electropyrotechnic initiator (1) according to claim 16, **characterized in that** the explosive substance is chosen from the group consisting of primary explosives and oxidizer-reducer mixtures.
- 55 21. Electropyrotechnic initiator (1) according to claim 20, **characterized in that** the resistive heating element is a cylindrical filament.

22. Electropyrotechnic initiator (1) according to claim 20, **characterized in that** the resistive heating element is a bridge directly photoetched onto a printed circuit support.
23. Electropyrotechnic initiator (1) according to claim 20, **characterized in that** the resistive heating element is a bridge, made of thin layers, which is surface mounted on a printed circuit support.
24. Electropyrotechnic initiator (1) according to claim 20, **characterized in that** the explosive substances is a primary explosive.
25. Electropyrotechnic initiator (1) according to claim 24, **characterized in that** the resistive heating element is a semiconductor bridge referred to as SCB.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines elektropyrotechnischen Zünders (1), umfassend einen pyrotechnischen Lack (6), der von einem Wärmewiderstandselement (11) gezündet wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** der pyrotechnische Lack erhalten wird durch Ablegen auf dem Widerstandselement eines wässrigen Klebstoffes, der aus einer Dispersion einer explosiven Substanz und Additiven in einer wässrigen Suspension auf der Basis eines Copolymers gebildet ist, das aus den Copolymeren Ethylen/Vinylacetat und den Copolymeren Vinylacetat/Ethylenacetat/Ethylen ausgewählt ist, dann durch Trocknen des wässrigen Klebstoffes bei einer Temperatur zwischen 55°C und 75°C.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Trocknen des wässrigen Klebstoffes durch Infrarotbestrahlung durchgeführt wird.
3. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der wässrige Klebstoff liquid auf dem Widerstandselement in Form eines kalibrierten Tropfen abgelegt wird, mit Hilfe eines Lackierers (15), der einen pneumatischen Dosierer (18) umfasst.
4. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die explosive Substanz aus der Gruppe gewählt wird, die aus primären Explosivstoffen und oxidierend-reduzierenden Mischungen gebildet ist.
5. Verfahren gemäß Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der primäre Explosivstoff ein Dinitrobenzofuroxansalz ist.
6. Verfahren gemäß Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der primäre Explosivstoff Kaliumdinitrobenzofuroxanat ist.
7. Verfahren gemäß Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die explosive Substanz eine Mischung aus Zirkonium und Kaliumperchlorat ist.
8. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wassergehalt des wässrigen Klebstoffes vor dem Trocknen zwischen 55 und 70 Gew. % in Bezug zum Gewicht des wässrigen Klebstoffes beträgt.
9. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gehalt der explosiven Substanz des pyrotechnischen Lacks nach Trocknen zwischen 65 und 95 Gew. % in Bezug zum Gesamtgewicht des pyrotechnischen Lacks beträgt.
10. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Menge an Copolymer zwischen 50 und 60 Gew. % in Bezug zum Gesamtgewicht der wässrigen Suspension auf Copolymer-Basis beträgt.
11. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wässrige Suspension auf Copolymer-Basis außerdem ein Tensioaktiv enthält, das gewählt ist aus der Gruppe, die aus anionischen Tensioaktiven und Polyvinylalkohol gebildet ist.
12. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die wässrige Suspension auf Copolymer-Basis außerdem einen Weichmacher enthält, der aus Phthalaten gewählt ist.

13. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der wässrige Klebstoff außerdem ein Verdickungsmittel auf der Basis modifizierter Zellulose enthält.
14. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der wässrige Klebstoff außerdem einen Metallstaub oder ein Metallsalz enthält, das für Röntgenstrahlen undurchdringlich ist.
15. Verfahren gemäß Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Metall aus der Gruppe gewählt ist, die aus Wolfram, Zirkonium, Bismut oder Silber gebildet ist.
16. Elektropyrotechnischer Zünder (1) hergestellt gemäß Anspruch 1, umfassend einen pyrotechnischen Lack (6), der von einem Wärmewiderstandselement (11) gezündet wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** der pyrotechnische Lack umfasst:
 - von 60 bis 95 Gew.% explosive Gewichtssubstanz,
 - von 5 bis 15 Gew.% Tensioaktiv und Copolymer Ethylen/Vinylacetat oder Vinylacetat/Ethylenacetat/Ethylen,
 - von 0 bis 25 Gew.% Additive.
17. Elektropyrotechnischer Zünder (1) gemäß Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Additive ein Verdickungsmittel und einen RX-Marker enthalten.
18. Elektropyrotechnischer Zünder (1) gemäß Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verdickungsmittel auf Basis modifizierter Zellulose ist.
19. Elektropyrotechnischer Zünder (1) gemäß Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** der RX-Marker ein Metallpulver oder ein Metallsalz ist, wobei das Metall aus der Gruppe gewählt ist, die aus Wolfram, Zirkonium, Bismut oder Silber gebildet ist.
20. Elektropyrotechnischer Zünder (1) gemäß Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die explosive Substanz aus der Gruppe gewählt ist, die aus den primären Explosivstoffen und den oxidierend-reduzierenden Mischungen gebildet ist.
21. Elektropyrotechnischer Zünder (1) gemäß Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Wärmewiderstandselement (11) ein zylindrisches Filament ist.
22. Elektropyrotechnischer Zünder (1) gemäß Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Wärmewiderstandselement (11) eine direkt auf einen Träger einer gedruckten Leiterplatte photogravierte Brücke ist.
23. Elektropyrotechnischer Zünder (1) gemäß Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Wärmewiderstandselement (11) eine Brücke mit dünnen Schichten ist, die auf der Oberfläche auf einem Träger einer gedruckten Leiterplatte angebracht ist.
24. Elektropyrotechnischer Zünder (1) gemäß Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** die explosive Substanz ein primärer Explosivstoff ist.
25. Elektropyrotechnischer Zünder (1) gemäß Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Wärmewiderstandselement (11) eine Halbleiterbrücke, genannt SCB, ist.

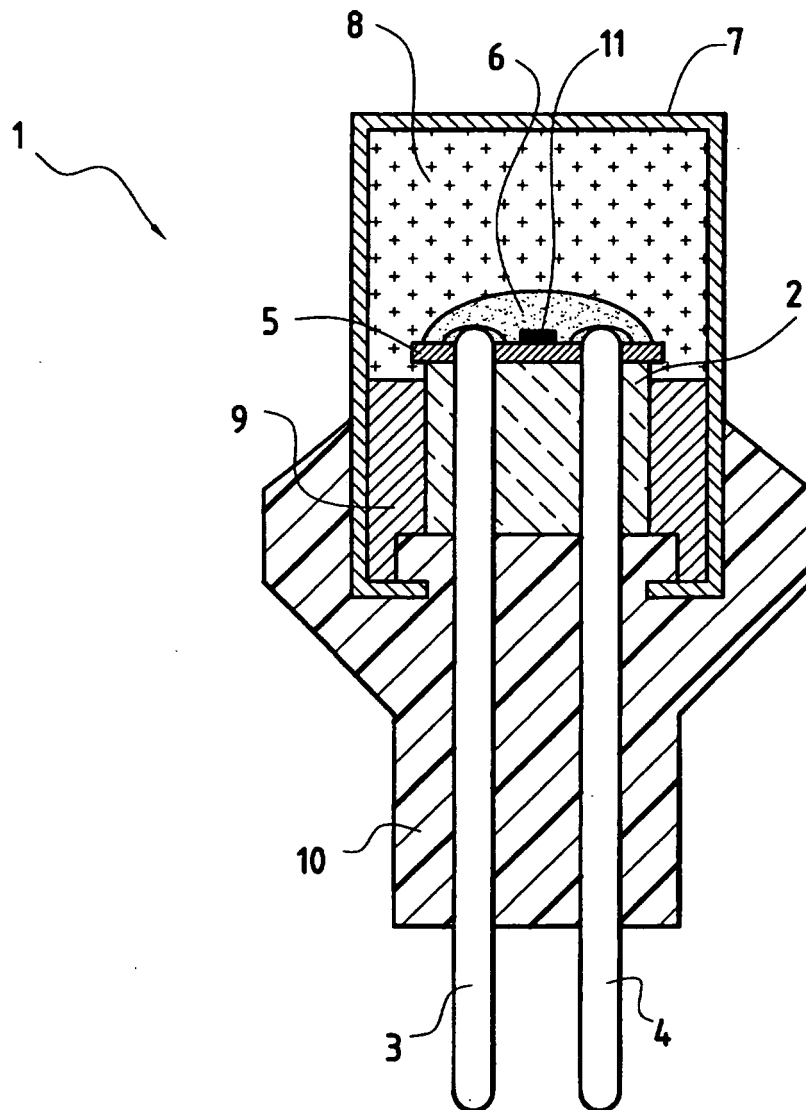


FIG.1

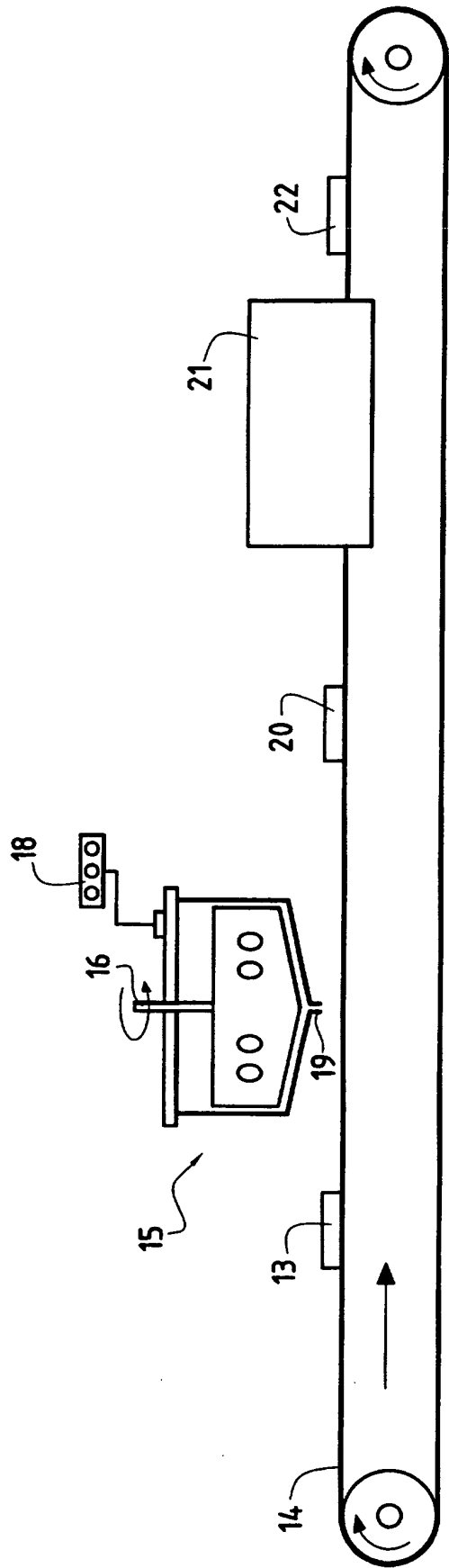


FIG.2

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- FR 2704944 [0005]
- US 5544585 A [0005]
- FR 2794235 [0006]
- US 09275555 B [0006]
- FR 2781878 [0008] [0012]