



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 101 076 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
28.05.2003 Bulletin 2003/22

(21) Numéro de dépôt: **99934807.1**

(22) Date de dépôt: **29.07.1999**

(51) Int Cl.7: **F42B 3/195, F42B 3/12**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR99/01872

(87) Numéro de publication internationale:
WO 00/008412 (17.02.2000 Gazette 2000/07)

(54) **PROCEDE DE MISE EN OEUVRE D'UNE SUBSTANCE PYROTECHNIQUE ET INITIATEUR
PYROTECHNIQUE OBTENU AVEC UN TEL PROCEDE**

HERSTELLUNGSVERFAHREN FÜR EINEN PYROTECHNISCHEN SATZ UND EIN MITTELS
DIESES VERFAHREN HERGESTELLTER, PYROTECHNISCHER ZÜNDER

METHOD FOR PREPARING A PYROTECHNIC SUBSTANCE AND RESULTING PYROTECHNIC
INITIATOR

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**

(30) Priorité: **31.07.1998 FR 9809905**

(43) Date de publication de la demande:
23.05.2001 Bulletin 2001/21

(73) Titulaire: **GIAT INDUSTRIES
78000 Versailles (FR)**

(72) Inventeurs:
• **ROUER, Alain
F-65800 Aureilhan (FR)**

• **VIDOT, Jean, Paul
F-65320 Bordères sur l'Echez (FR)**
• **TIPA, Christian
F-65000 Tarbes (FR)**

(74) Mandataire: **Célanie, Christian
Cabinet Célanie,
13 route de la Minière,
BP 214
78002 Versailles Cedex (FR)**

(56) Documents cités:
EP-A- 0 340 761 EP-A- 0 864 843
FR-A- 2 418 781 FR-A- 2 714 457
US-A- 3 134 329 US-A- 3 906 858
US-A- 5 647 924

EP 1 101 076 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] Le domaine de la présente invention est celui des procédés de mise en oeuvre des substances pyrotechniques pour réaliser un composant pyrotechnique.

[0002] Différents procédés sont connus pour réaliser les composants pyrotechniques.

[0003] Un tel composant comprend généralement une substance pyrotechnique sensible au choc ou à l'échauffement (explosif primaire) qui est destinée à initier une composition pyrotechnique renforcatrice (de flamme pour un inflammateur ou bien de choc pour un détonateur).

[0004] Cet explosif primaire pourra être mélangé à la composition renforcatrice (comme dans les brevets EP600791 et FR2720493) ou adjacent à celle ci (comme dans le brevet GB960186).

[0005] La substance sensible comprend le plus souvent un explosif primaire, tel le trinitrorésorcinate de plomb, l'azoture de plomb ou l'azoture d'argent.

[0006] Les composants pyrotechniques à initiation électrique utilisent un élément résistif, tel un fil chaud ou bien une plaquette semi conductrice.

[0007] Les brevets EP600791 et FR2720493 décrivent de tels initiateurs électriques destinés plus particulièrement à être utilisés pour le déclenchement des sécurités automobiles (coussins de sécurité gonflables communément appelés "airbags").

[0008] Les initiateurs connus présentent des inconvénients.

[0009] Ainsi la mise en oeuvre des explosifs primaires génère des risques importants pour la sécurité des personnels.

[0010] En effet, les composants actuels imposent la mise en contact de substances explosives primaires très sensibles avec l'élément résistif. Ce contact, que l'on souhaite le plus intime possible, impose l'emploi de matières explosives de faible granulométrie et donc de mauvaise coulabilité. Cela rend le chargement difficile et augmente le risque d'initiation accidentelle qui se trouve encore accru par la pollution excessive des moyens industriels de chargement par la substance primaire.

[0011] De plus, le chargement d'une matière pulvérulente implique un minimum de remplissage du fond de l'alvéole du composant afin de recouvrir entièrement l'élément résistif. Il en résulte une mise en place surabondante de la substance primaire ce qui pénalise à la fois le coût de fabrication et la sécurité.

[0012] Enfin, le matériau pulvérulent doit être comprimé. L'élément résistif peut subir lors de cette compression des contraintes considérables pouvant entraîner sa rupture.

[0013] Un autre mode de mise en oeuvre connu prévoit de réaliser une suspension de la substance pyrotechnique sensible dans un solvant liquide dans lequel un liant (de type actif ou non) est dissous. Les solvants habituels sont l'eau, l'alcool ou l'acétone. Le solvant est

éliminé par chauffage ou séchage après mise en place de la composition.

[0014] Un tel procédé présente des inconvénients.

[0015] Lorsque le solvant utilisé est l'eau, il est éliminé difficilement, ce qui conduit à des étapes de séchage longues et pouvant dégrader les performances des compositions.

[0016] Lorsque le solvant est volatil, son élimination engendre des vapeurs toxiques et/ou explosives (alcool, acétone...) dangereuses pour le personnel.

[0017] Les composants pyrotechniques modernes notamment ceux mis en oeuvre dans le domaine de la sécurité automobile apportent encore d'autres contraintes.

[0018] L'élément résistif est maintenant réalisé sous la forme d'un pont semi conducteur, les dimensions du pont résistif sont donc très réduites (de l'ordre de 50 micromètres x 150 micromètres) et il devient donc indispensable d'utiliser une substance pyrotechnique sensible qui soit d'une granulométrie très fine, inférieure aux dimensions du pont (granulométrie inférieure à 50 micromètres).

[0019] Un tel choix augmente les difficultés de mise en place de la substance primaire dont la sensibilité est accrue par la finesse de la granulométrie.

[0020] Enfin on cherche maintenant à rendre les composants utilisés dans le domaine automobile non polluants et non toxiques ce qui exclut l'emploi des explosifs primaires à base de plomb. Or les compositions pyrotechniques énergétiques connues et non toxiques (telle que le Zirconium/Perchlorate de potassium ou le Bore/nitrate de potassium) ne peuvent être, dans leurs formes industrielles courantes, directement initiées avec un pont semi conducteur.

[0021] En effet, les formes courantes et peu coûteuses de ces compositions ont une granulométrie forte et sont enrobées. Le recours à une granulométrie très fine pour ces compositions pyrotechniques n'est pas satisfaisant industriellement (coût trop élevé) et accroît les risques (accroissement de sensibilité et pollution des outillages par la poussière active).

[0022] La demande de brevet EP-0 864 843, non publiée mais bénéficiant d'une date de dépôt antérieure, décrit un procédé un procédé de mise en oeuvre d'une substance pyrotechnique

[0023] Le brevet EP-A-0 340 761 décrit un procédé de réalisation d'un chargement propulsif pour munition consistant à mettre l'explosif en suspension dans un liant inerte durcissable et à mettre le matériau pâteux obtenu dans la douille. Ce brevet ne concerne pas une composition d'initiation.

[0024] C'est le but de l'invention que de pallier à de tels inconvénients.

[0025] Ainsi, l'invention propose un procédé de mise en oeuvre d'une substance pyrotechnique qui permette à la fois de réduire les risques pour le personnel attaché à sa fabrication et de diminuer les coûts de réalisation des composants pyrotechniques tels que les initiateurs.

Le procédé selon l'invention permet également de définir un composant pyrotechnique pour systèmes de sécurité automobile dont la fiabilité est améliorée et dont la non toxicité est assurée.

[0026] Ainsi, l'invention a pour objet un procédé de mise en oeuvre d'au moins une substance pyrotechnique pour réaliser un composant pyrotechnique, notamment un initiateur à pont résistif, selon lequel on met tout d'abord la substance pyrotechnique pulvérulente en suspension dans un liant inerte, liquide ou pâteux, et susceptible de durcir par polymérisation, puis on met le matériau pyrotechnique ainsi formé en place à l'état liquide ou pâteux dans le composant, caractérisé en ce qu'on polymérise au moins partiellement in situ le matériau par rayonnement ou bombardement pour durcir le liant portant la ou les substances pyrotechniques, la polymérisation étant complétée par un chauffage de la composition.

[0027] De façon préférentielle, le liant sera choisi de façon à être polymérisé au moins partiellement par rayonnement ultraviolet.

[0028] On pourra choisir une source ultraviolet émettant également dans le domaine infrarouge, source qui assurera ainsi le chauffage de la composition. Alternativement, le chauffage de la composition pourra être assuré par un four.

[0029] Le liant pourra être constitué par une résine photosensible à base de résine naturelle ou de synthèse, la résine de base pourra alors être choisie parmi les résines suivantes : résine acrylique, résine polyuréthane.

[0030] Selon un mode particulier de réalisation, la substance pyrotechnique pourra comporter au moins un explosif primaire.

[0031] Préférentiellement, la substance pyrotechnique comportera comme explosif primaire un sel de dinitro-benzo-furoxane.

[0032] Le matériau pyrotechnique pourra comporter 40 à 60% en masse de substance pyrotechnique en suspension dans 60% à 40% en masse de résine.

[0033] Selon une autre caractéristique du procédé selon l'invention, on dépose sur un élément résistif d'un initiateur pyrotechnique une part du matériau pyrotechnique liquide ou pâteux, puis on procède au durcissement du liant en soumettant ce matériau à un rayonnement ultraviolet associé à un chauffage.

[0034] La température de chauffage sera choisie inférieure à 140°C, et de préférence comprise entre 80°C et 100°C.

[0035] L'invention a également pour objet un initiateur pyrotechnique à élément résistif utilisant au moins une substance pyrotechnique ainsi mise en oeuvre initiateur qui est caractérisé en ce que l'élément résistif est totalement recouvert par un matériau pyrotechnique d'initiation formé de la ou des substances pyrotechniques incorporées dans un liant inerte durci par polymérisation par un rayonnement ultraviolet associé à un chauffage.

[0036] Cet initiateur pyrotechnique pourra comporter

une composition pyrotechnique disposée au contact du matériau pyrotechnique d'initiation et comprimée sur celui-ci.

[0037] Avantageusement l'élément résistif pourra être un pont semi conducteur.

[0038] La granulométrie moyenne de la substance pyrotechnique sera alors inférieure ou égale à 50 micromètres.

[0039] La substance pyrotechnique incorporée au liant sera de préférence un sel de dinitro benzo furoxane, par exemple le dinitro benzo furoxanate de potassium.

[0040] La composition pyrotechnique pourra être choisie parmi les compositions suivantes : Zirconium/perchlorate de potassium, Bore/nitrate de potassium.

[0041] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre de modes particuliers de réalisation, description faite en référence au dessin annexé qui représente un exemple de composant pyrotechnique obtenu avec le procédé selon l'invention.

[0042] En se reportant à cette figure, un initiateur pyrotechnique 1 selon l'invention comprend un boîtier 2 métallique (par exemple en acier inoxydable) sur lequel est réalisé un surmoulage en matière plastique 3 du type polyamide ou polycarbonate.

[0043] Le boîtier 2 est fermé par un bouchon 4 également en matière plastique.

[0044] Le boîtier 2 comprend une paroi 5 cylindrique soudée à un fond 6 qui est traversé complètement par une électrode 7a et partiellement par une électrode 7b.

[0045] L'électrode 7b est en contact électrique avec le fond 6 et l'électrode 7a est isolée électriquement du fond par un manchon isolant 8 (par exemple en verre).

[0046] Une plaquette 14 semi conductrice est formée d'un substrat isolant 9 à base de silicium non dopé qui est collé sur le fond 6. Cette plaquette comporte un pont serai conducteur 10 (par exemple en silicium dopé) qui est recouvert partiellement par deux plots conducteurs 11a, 11b, par exemple en aluminium.

[0047] L'écartement entre les plots est compris entre 60 et 100 micromètres et de préférence de l'ordre de 80 micromètres. Le plot 11b est relié à l'électrode 7a par un fil de liaison 12 fixé par soudure. Le plot 11a est relié à l'électrode 7b par l'intermédiaire du fond métallique 6 au travers d'un puits semi conducteur 13 (silicium dopé) qui traverse le substrat isolant 9.

[0048] Une telle structure est décrite en détails par le brevet FR2720493.

[0049] Conformément à l'invention, un matériau pyrotechnique d'initiation 15 (qui est donc sensible à l'échauffement) est déposé sur la plaquette 14 et recouvre également le fil 12 et les soudures. Ce matériau pyrotechnique est constitué par au moins une substance pyrotechnique pulvérulente mélangée à un liant inerte durci.

[0050] La granulométrie moyenne de la substance pyrotechnique sera choisie du même ordre de grandeur que les dimensions du pont semi-conducteur. Une telle

disposition permet d'assurer un transfert thermique par convection et/ou projection lors de la montée en température du pont semi conducteur. On assure ainsi une initiation fiable de la substance pyrotechnique par le pont résistif.

[0051] Le pont a généralement des dimensions de l'ordre de 50 micromètres x 150 micromètres. On adoptera donc pour la composition une granulométrie inférieure ou égale à 50 micromètres.

[0052] Le liant inerte choisi sera à température ambiante un liquide ou une pâte et sera susceptible de durcir par polymérisation in situ.

[0053] Une fois durci le matériau 15 formé du liant portant la substance pyrotechnique recouvre et protège à la fois mécaniquement et chimiquement la plaquette 14 ainsi que le fil 12 et ses soudures.

[0054] Une composition pyrotechnique renforcatrice 16 remplit l'ensemble du boîtier 2. Elle se trouve donc au contact du matériau pyrotechnique d'initiation 15 et pourra être initiée par ce dernier.

[0055] La composition pyrotechnique pourra être comprimée dans le boîtier, notamment par l'intermédiaire du bouchon 4. Le matériau 15 protège le pont résistif ainsi que la plaquette, le fil et les soudures qui ne peuvent donc pas être détériorés.

[0056] La fiabilité de l'initiateur selon l'invention se trouve donc accrue.

[0057] A titre de variante, et pour minimiser les quantités de matériau mis en oeuvre, il est bien entendu possible de ne déposer le matériau d'initiation 15 que sur la plaquette 14.

[0058] Le procédé de mise en oeuvre de la substance pyrotechnique selon l'invention permet d'obtenir le matériau pyrotechnique d'initiation 15.

[0059] Ce procédé est le suivant :

[0060] Au cours d'une première étape on mélange la ou les substances pyrotechniques pulvérulentes avec le liant inerte.

[0061] Dans l'exemple précédemment décrit on choisira comme substance un explosif primaire, par exemple du trinitrorésorcinate de plomb, de l'azoture de plomb, de l'azoture d'argent, ou un sel de dinitro benzo furoxane tel que le dinitro benzo furoxanate de potassium (ou KDNBF).

[0062] Les sels de dinitro benzo furoxane seront préférés en raison de leur non toxicité (absence de plomb ou de métaux lourds).

[0063] Le liant polymérisable sera choisi compatible chimiquement avec le ou les explosifs primaires utilisés (n'induisant pas de réaction avec lui au cours des phases de vieillissement). On choisira de préférence le liant parmi les résines photosensibles (qui incorporent d'une façon connue un photosensibilisant) et qui sont élaborées à partir de résines de synthèses. Ces résines sont donc (selon le choix effectué) polymérisables par rayonnement (ultraviolet, X, micro ondes) ou par bombardement (électronique).

[0064] Les résines photosensibles sont connues et

disponibles dans le commerce et on pourra notamment choisir une résine photosensible dont la résine de base sera choisie parmi les résines suivantes : résine acrylique, résine epoxy, résine polyuréthane, résine silicone, résine polyester, résine anaérobie (résine ne se polymérisant qu'en absence d'air).

[0065] On préférera les résines photosensibles acryliques ou polyuréthanes.

[0066] Si on expose aux UV une goutte d'une telle résine photosensible, le rayonnement provoque une polymérisation de surface isolant le reste de la résine. La polymérisation à coeur sera obtenue (suivant la résine choisie) par chauffage, ou réaction chimique (les résines anaérobies photosensibles notamment pourront se polymériser totalement après exposition aux UV car elles se trouveront isolées de l'air par la croûte résultant de la polymérisation UV de la surface de la goutte).

[0067] La viscosité du liant sera choisie en fonction des caractéristiques du système de dépose de matériau dans le composant. On préférera les résines plutôt liquides pour faciliter la distribution du matériau.

[0068] Les proportions relatives liant/substance pyrotechnique primaire seront choisies par l'homme du métier en fonction de la sensibilité recherchée pour le matériau final et de celle de l'explosif primaire utilisé. On pourra adopter des proportions comprises entre 40% et 60% en masse pour la substance pyrotechnique et 60% et 40% en masse pour le liant. Une égale proportion 50/50 pourra être adoptée.

[0069] Un premier avantage de cette première étape de mise en oeuvre est que l'explosif primaire dont la granulométrie est extrêmement fine se trouve enrobé par un liant qui le désensibilise. La conservation du matériau peut ainsi être assurée à l'abri de la lumière (pour éviter le durcissement) et en toute sécurité.

[0070] Un deuxième avantage de cette mise en oeuvre est que le mélange liquide ou pâteux (suivant la viscosité de la résine utilisée) peut être aisément distribué mécaniquement dans le boîtier du composant pyrotechnique à réaliser, par exemple à l'aide d'une seringue ou d'une trémie à vis sans fin (deuxième étape du procédé).

[0071] Un troisième avantage est qu'il est possible avec le procédé selon l'invention de minimiser la quantité de substance pyrotechnique primaire à granulométrie réduite disposée dans chaque composant tout en dosant précisément ladite quantité.

[0072] Il n'est ainsi plus nécessaire de remplir le fond du boîtier avec une composition sensible pour assurer le recouvrement du pont résistif. A titre d'exemple, une simple goutte d'environ 1 milligramme assure le recouvrement de ce pont et le bon fonctionnement du composant, alors qu'il était nécessaire avec les procédés antérieurs de déposer près de 30 milligrammes d'une composition pulvérulente.

[0073] Après mise en place du matériau pyrotechnique dans le composant, on fait durcir celui ci par polymérisation (3^e étape). On utilisera par exemple pour ce-

la une source de rayonnement ultraviolet du commerce (longueur d'onde 365 nanomètres), qui sera disposée à une distance du matériau de 20 à 35 mm.

[0074] On pourra choisir une source standard ne filtrant pas le rayonnement infrarouge. Par exemple une lampe référence Pk102 produite par la société Fisnar. Cette lampe a une puissance de 400 W, elle rayonne dans le domaine Ultraviolet entre 320 nanomètres et 390 nanomètres et assure également une température de chauffage de 100° à 40mm de distance.

[0075] Le temps d'exposition du matériau sera aisément déterminé en fonction des caractéristiques de la résine choisie et de la masse totale à polymériser. Cette durée d'exposition est par exemple inférieure à 10 minutes pour une massé d'environ 1,1 mg de matériau (épaisseur de goutte déposée d'environ 1 mm).

[0076] Le choix d'une source UV ne filtrant pas les infra rouges permet de compléter la polymérisation qui est initiée par le rayonnement UV.

[0077] Les infra rouges assurent ainsi un chauffage de la composition (ou post cuisson) qui entraînera la polymérisation complète de la composition.

[0078] On pourra alternativement assurer ce chauffage par un moyen classique, tel qu'un passage au four.

[0079] Une telle disposition permettra de faciliter la mise en oeuvre industrielle puisque la durée d'exposition aux UV pourra être fortement réduite, le chauffage étant assuré par le four. Or l'exposition aux UV consomme de l'énergie et impose des précautions du point de vue de la mise en oeuvre par le personnel (capotages protecteurs).

[0080] On pourra par exemple initier la polymérisation par une exposition aux UV de 2 secondes. La polymérisation sera complétée par une cuisson au four à une température de 80°C à 100°C pendant environ 10 minutes.

[0081] Dans tous les cas le moyen de chauffage sera choisi de façon à ne pas échauffer excessivement le composant pyrotechnique pour ne pas l'initier (généralement le taux d'élévation de température devra être inférieur à 0,5°C/seconde), la température du four ou celle assurée par la source UV non filtrée ne devra pas dépasser 140°C.

[0082] Une fois le durcissement réalisé, on procède au chargement de la composition pyrotechnique 16 d'une façon classique (mise en place à l'état granulaire par trémie, bouchage du composant, compression in situ, soudure du bouchon 4 sur le surmoulage 3).

[0083] A titre d'exemple, on a réalisé ainsi un matériau pyrotechnique associant 53% en masse (soit 0,54 mg) d'une résine polyuréthane de viscosité 110 centipoises avec 47% en masse de KDNBF (soit 0,48 mg). La résine est une résine de la série 602 produite par UVEXS Incorporated (580 North Pastoria Avenue Sunnyvale California).

[0084] La polymérisation sous UV dans les conditions opératoires décrites précédemment (sources UV non filtrée) a conduit à une solidification du matériau pyrotech-

nique sur le pont résistif semi-conducteur.

[0085] Les initiateurs réalisés ont ensuite été chargés avec 120 mg d'une composition pyrotechnique 16 associant Zirconium et perchlorate de potassium dans les proportions classiques de 60% en masse de Zirconium pour 40% en masse de perchlorate.

[0086] Les essais d'initiation conduits ont permis de mesurer un délai d'initiation Tf inférieur à 500 microsecondes et une pression de sortie du composant supérieure à 5 MPa (essais conduits dans une bombe manométrique de 3 cm³ avec une intensité de courant d'initiation de 1,5 ampères. Aucun raté n'a été constaté pour 50 composants testés.

[0087] Ce composant ne met en oeuvre que 1,1 milligrammes de matériau pyrotechnique d'initiation. Les performances obtenues sont pourtant analogues à celles d'un composant classique dans lequel près de 30 milligrammes d'une composition d'initiation pulvérulente de styphnate de plomb sont utilisés et associés à 50mg de composition renforcatrice Bore / Nitrate de potassium.

[0088] On a également réalisé un matériau pyrotechnique associant 40% en masse (soit 2,4 mg) d'une résine acrylique de viscosité 110 centipoises avec 60% en masse de KDNBF (soit 3,6mg). La résine est une résine référence 30-23 produite par la société Loxeal srl (via Gioberti 20031 Cesano Maderno (Italie)).

[0089] La polymérisation a également été réalisée à titre expérimental avec la source UV non filtrée décrite précédemment afin d'assurer une polymérisation à coeur (exposition pendant 10 minutes).

[0090] Elle a conduit à une solidification du matériau pyrotechnique sur le pont résistif semi-conducteur.

[0091] Les initiateurs réalisés ont ensuite été chargés avec 120 mg d'une composition pyrotechnique 16 associant Zirconium et perchlorate de potassium dans les proportions classiques de 60% en masse de Zirconium pour 40% en masse de perchlorate.

[0092] Les essais d'initiation conduits ont permis encore de mesurer un délai d'initiation Tf inférieur à 500 microsecondes et une pression de sortie du composant supérieure à 5 MPa (essais conduits dans une bombe manométrique de 3 cm³ avec une intensité de courant d'initiation de 1,5 ampères. Aucun raté n'a été constaté pour 50 composants testés.

[0093] Ce composant ne met en oeuvre que 6 milligrammes de matériau pyrotechnique d'initiation. Les performances obtenues sont pourtant analogues à celles d'un composant classique dans lequel près de 30 milligrammes d'une composition d'initiation pulvérulente de styphnate de plomb sont utilisés et associés à 50mg de composition renforcatrice Bore / Nitrate de potassium.

[0094] Dans ce dernier exemple la masse de composition utilisée est supérieure (6mg contre 1,1mg dans le premier exemple). Le volume de la goutte est également supérieur et améliore la protection de l'élément résistif (notamment du fil de connexion et des soudures. On ac-

croît ainsi la fiabilité.

[0095] Pour réaliser un initiateur destiné aux applications automobiles, on préférera associer un matériau pyrotechnique incorporant un sel de dinitro benzo furoxane (explosif primaire sans plomb) avec une composition pyrotechnique énergétique sans plomb (telles que Zirconium (60%) /perchlorate de potassium (40%) ou Bore (25%) / nitrate de potassium (75%)).

[0096] Les sels de dinitro benzo furoxane sont intéressants en raison de leur non toxicité, mais ils présentent pour inconvénients d'être chers et peu énergétiques. Grâce à l'invention il est possible de minimiser la quantité nécessaire de cet explosif sous la forme d'une suspension dans une goutte de liant solidifiable (moins de 1mg d'explosif primaire) qui est en contact intime avec le pont résistif. Son faible niveau d'énergie est néanmoins suffisant pour permettre l'initiation de la composition $Zr/KClO_4$ ou B/KNO_3 qui dans sa forme industrielle (forte granulométrie et enrobage) ne peut pas être initiée directement par le pont semi conducteur.

[0097] La structure de l'initiateur (forme du boîtier, du bouchon, présence ou non d'un surmoulage) peut bien entendu être différente.

[0098] A titre de variante il est également possible de mettre en oeuvre le procédé ainsi décrit avec d'autres types d'initiateurs, par exemple à fil chaud ou à percussion.

[0099] Dans tous les cas le procédé selon l'invention permet de simplifier et rendre plus sûre la fabrication des composants pyrotechniques, tout en protégeant l'élément résistif des contraintes mécaniques subies lors notamment de la compression de la composition pyrotechnique.

[0100] Il est également possible de mettre en oeuvre le procédé selon l'invention avec d'autres substances pyrotechniques, par exemple des mélanges associant au moins un oxydant avec au moins un réducteur et avec ou sans explosif primaire.

Revendications

1. Procédé de mise en oeuvre d'au moins une substance pyrotechnique pour réaliser un composant pyrotechnique, notamment un initiateur à pont résistif, dans lequel on met tout d'abord au moins une substance pyrotechnique pulvérulente en suspension dans un liant inerte, liquide ou pâteux, et susceptible de durcir par polymérisation, et on met le matériau pyrotechnique ainsi formé en place à l'état liquide ou pâteux dans le composant, procédé **caractérisé en ce qu'on** polymérise au moins partiellement in situ le matériau par rayonnement ou bombardement pour durcir le liant portant la ou les substances pyrotechniques, la polymérisation étant complétée par un chauffage de la composition.
2. Procédé de mise en oeuvre selon la revendication

1, **caractérisé en ce que** le liant est polymérisé au moins partiellement par rayonnement ultraviolet.

3. Procédé de mise en oeuvre selon la revendication 2, **caractérisé en ce qu'on** choisit une source ultraviolet émettant également dans le domaine infrarouge, source qui assure ainsi le chauffage de la composition.
4. Procédé de mise en oeuvre selon une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le chauffage de la composition est assuré par un four.
5. Procédé de mise en oeuvre selon une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le liant est constitué par une résine photosensible à base de résine naturelle ou de synthèse.
6. Procédé de mise en oeuvre selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le liant est une résine photosensible dont la résine de base est choisie parmi les résines suivantes : résine acrylique, résine polyuréthane.
7. Procédé de mise en oeuvre selon une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** la substance pyrotechnique comporte au moins un explosif primaire.
8. Procédé de mise en oeuvre selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** la substance pyrotechnique comporte comme explosif primaire un sel de dinitro-benzo-furoxane.
9. Procédé selon une des revendications 6 à 8, **caractérisé en ce que** le matériau pyrotechnique comporte 40 à 60% en masse de substance pyrotechnique en suspension dans 60% à 40% en masse de résine.
10. Procédé selon une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** on dépose sur un élément résistif d'un initiateur pyrotechnique une part du matériau pyrotechnique liquide ou pâteux, puis on procède au durcissement du liant en soumettant ce matériau à un rayonnement ultraviolet associé à un chauffage.
11. Procédé de mise en oeuvre selon une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** la température de chauffage est inférieure à 140°C, et de préférence comprise entre 80°C et 100°C.
12. Initiateur pyrotechnique (1) à élément résistif utilisant au moins une substance pyrotechnique mise en oeuvre suivant le procédé des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** l'élément résistif (10) est totalement recouvert par un matériau pyrotech-

nique d'initiation (15) formé de la ou des substances pyrotechniques incorporées dans un liant inerte durci par polymérisation par un rayonnement ultra-violet associé à un chauffage.

13. Initiateur pyrotechnique selon la revendication 12, **caractérisé en ce qu'il** comporte une composition pyrotechnique (16) disposée au contact du matériau pyrotechnique d'initiation (15) et comprimée sur celui-ci.
14. Initiateur pyrotechnique selon une des revendications 12 ou 13, **caractérisé en ce que** l'élément résistif est un pont semi conducteur (10).
15. Initiateur pyrotechnique selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** la granulométrie moyenne de la substance pyrotechnique est inférieure ou égale à 50 micromètres.
16. Initiateur pyrotechnique selon une des revendications 13 à 15, **caractérisé en ce que** la substance pyrotechnique incorporée au liant est un sel de dinitro benzo furoxane, par exemple le dinitro benzo furoxanate de potassium.
17. Initiateur pyrotechnique selon la revendication 16, **caractérisé en ce que** la composition pyrotechnique est choisie parmi les compositions suivantes : Zirconium/perchlorate de potassium, Bore/nitrate de potassium.

Claims

1. A process for implementing at least one pyrotechnic substance to produce a pyrotechnic component, notably a resistive-bridge initiator, in which a pulverulent pyrotechnic substance is firstly employed, suspended in an inert, liquid or pasty binder, able to harden by polymerisation, and thereafter the pyrotechnic material thus formed is put into place in its liquid or pasty state in the component, **characterized in that** the material is at least partially polymerised in situ by radiation or bombardment to harden the binder carrying the pyrotechnic substance or substances, said polymerisation being completed by heating the composition.
2. A process for implementing according to Claim 1, **characterised in that** the binder is at least partially polymerised by ultra-violet radiation.
3. A process for implementing according to Claim 2, **characterised in that** an ultra-violet source emitting in the infrared spectrum is chosen, such source thereby heating the composition.
4. A process for implementing according to one of Claims 1 or 2, **characterised in that** the composition is heated in a drying oven.
5. A process for implementing according to one of Claims 1 or 2, **characterised in that** the binder is constituted by a photosensitive resin formed of natural or synthetic resin.
6. A process for implementing according to Claim 5, **characterised in that** the binder is a photosensitive resin whose base resin is selected from among the following types of resin: acrylic resin, polyurethane resin.
7. A process for implementing according to one of Claims 1 to 6, **characterised in that** the pyrotechnic substance incorporates at least one primary explosive.
8. A process for implementing according to Claim 7, **characterised in that** the pyrotechnic substance incorporates a dinitro-benzo-furoxane salt by way of a primary explosive.
9. A process for implementing according to Claims 6 to 8, **characterised in that** the pyrotechnic material incorporates 40 to 60% in mass of a pyrotechnic substance suspended in 60 to 40% in mass of resin.
10. A process for implementing according to one of Claims 1 to 9, **characterised in that** part of the liquid or pasty pyrotechnic material is deposited on a resistive element of a pyrotechnic initiator, then the binder is hardened by the material being subjected to ultra-violet radiation combined with heating.
11. A process for implementing according to one of Claims 1 to 10, **characterised in that** the heating temperature is less than 140°C, and preferably between 80°C and 100°C.
12. A pyrotechnic initiator (1) having a resistive element that uses at least one pyrotechnic substance implemented according to the process described in Claims 1 to 11, **characterised in that** the resistive element (10) is totally covered by an initiating pyrotechnic material (15) formed of the pyrotechnic substance or substances incorporated into an inert binder hardened by polymerisation by ultra-violet radiation combined with heating.
13. A pyrotechnic initiator according to Claim 12, **characterised in that** it incorporates a pyrotechnic composition (16) placed in contact with the initiating pyrotechnic material (15) and compressed on to it.
14. A pyrotechnic initiator according to one of Claims

12 or 13, **characterised in that** the resistive element is be a semi-conductive bridge (10).

15. A pyrotechnic initiator according to Claim 14, **characterised in that** the average particle size of the pyrotechnic substance is less than or equal to 50 micrometers. 5
16. A pyrotechnic initiator according to one of Claims 13 to 15, **characterised in that** the pyrotechnic substance incorporated into the binder is a dinitrobenzo-furoxane salt, for example potassium dinitrobenzo-furoxanate. 10
17. A pyrotechnic initiator according to Claim 16, **characterised in that** the pyrotechnic composition is chosen from among the following compositions: zirconium/ potassium perchlorate, boron/potassium nitrate. 15

Patentansprüche

1. Verfahren zum Einsatz von wenigstens einer pyrotechnischen Substanz, um ein pyrotechnisches Bauteil bereitzustellen, insbesondere einen resistiven Brückenzünder, gemäß welchem als erstes die fein pulverisierte, pyrotechnische Substanz in Suspension in einem inerten, flüssigen oder breiartigen Bindemittel, welches geeignet ist, durch Polymerisation auszuhärten, aufgeschlämmt wird, dann das so gebildete pyrotechnische Material im flüssigen oder breiartigen Zustand in das Bauteil eingebracht wird, Verfahren **dadurch gekennzeichnet, dass** das Material wenigstens teilweise durch Strahlung oder Beschuß an Ort und Stelle polymerisiert wird, um das die pyrotechnische oder die pyrotechnischen Substanzen tragende Bindemittel aushärten zu lassen, wobei die Polymerisation durch eine Erwärmung des Gemisches vervollständigt wird. 25
2. Verfahren zum Einsatz nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bindemittel wenigstens teilweise durch ultraviolette Strahlung polymerisiert wird. 30
3. Verfahren zum Einsatz nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** es eine ultraviolette Quelle ausgewählt wird, die ebenfalls im Infrarotbereich ausstrahlt, wobei die Quelle so die Erwärmung des Gemisches gewährleistet. 35
4. Verfahren zum Einsatz nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erwärmung des Gemisches durch einen Ofen sichergestellt wird. 40
5. Verfahren zum Einsatz nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bindemittel durch ein strahlungsempfindliches Harz auf der Basis von Natur- oder Kunstharz gebildet wird. 45
6. Verfahren zum Einsatz nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Bindemittel durch ein strahlungsempfindliches Harz gebildet wird, wobei das Grundharz dann aus den folgenden Harzen ausgewählt wird: Acrylharz, Polyurethanharz. 50
7. Verfahren zum Einsatz nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die pyrotechnische Substanz wenigstens einen Primärsprengstoff umfasst. 55
8. Verfahren zum Einsatz nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die pyrotechnische Substanz als Primärsprengstoff ein Salz von Dinitrobenzo-furoxan umfasst.
9. Verfahren zum Einsatz nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das pyrotechnische Material 40 bis 60 Massen-% von pyrotechnischer Substanz in Suspension in 60 bis 40 Massen-% von Harz umfasst.
10. Verfahren zum Einsatz nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Teil des flüssigen oder breiartigen pyrotechnischen Materials auf ein resistives Element eines pyrotechnischen Zünders abgelegt wird, dann wird weiter mit dem Aushärten des Bindemittels verfahren, indem dieses Material einer mit einer Erwärmung verbundenen ultravioletten Strahlung unterzogen wird.
11. Verfahren zum Einsatz nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperatur zur Erwärmung kleiner als 140°C gewählt wird und vorzugsweise zwischen 80°C und 100°C liegt.
12. Pyrotechnischer Zünder (1) mit resistivem Element, welcher wenigstens eine so eingesetzte pyrotechnische Substanz verwendet und nach dem Verfahren der Ansprüche 1 bis 11 einsetzt, Zünder **dadurch gekennzeichnet, dass** das resistive Element (10) vollkommen durch ein pyrotechnisches Zündermaterial (15), das durch die in einem inerten, durch Polymerisation durch eine mit einer Erwärmung verbundenen ultravioletten Strahlung ausgehärteten Bindemittel eingebundenen pyrotechnische oder pyrotechnischen Substanzen gebildet wird, bedeckt wird.
13. Pyrotechnischer Zünder nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** er ein pyrotechnisches Gemisch (16) umfasst, das in Kontakt mit

dem pyrotechnischen Zündermaterial (15) angeordnet ist und auf diesem zusammengedrückt wird.

14. Pyrotechnischer Zünder nach einem der Ansprüche 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das resistive Element eine Halbleiterbrücke (10) ist. 5
15. Pyrotechnischer Zünder nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mittlere Körnung der pyrotechnischen Substanz kleiner als oder gleich 50 Mikrometer ist. 10
16. Pyrotechnischer Zünder nach einem der Ansprüche 13 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die in das Bindemittel eingebundene pyrotechnische Substanz vorzugsweise ein Salz von Dinitrobenzofuroxan ist, zum Beispiel das Dinitrobenzofuroxanat von Kalium. 15
17. Pyrotechnischer Zünder nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** das pyrotechnische Gemisch aus den folgenden Gemischen ausgewählt ist: Zirkonium/Kaliumperchlorat, Bor/Kaliumnitrat. 20

25

30

35

40

45

50

55

