



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt : **94400953.9**

(51) Int. Cl.⁵ : **F42B 3/12**

(22) Date de dépôt : **03.05.94**

Une requête en rectification Fig. 1 a été présentée conformément à la règle 88 CBE. Il est statué sur cette requête au cours de la procédure engagée devant la division d'examen (Directives relatives à l'examen pratiqué à l'OEB, A-V, 3.).

(30) Priorité : **05.05.93 FR 9305370**

(43) Date de publication de la demande :
28.12.94 Bulletin 94/52

(84) Etats contractants désignés :
AT CH DE FR IT LI

(71) Demandeur : **NCS PYROTECHNIE ET TECHNOLOGIES**
Rue de la Cartoucherie
B.P. no. 1
Survilliers
F-95470 Fosses (FR)

(72) Inventeur : **Duguet, Jean-René**
37, rue de la Chapelle
F-60560 Orry la Ville (FR)

(74) Mandataire : **Ahner, Francis et al**
CABINET REGIMBEAU
26, avenue Kléber
F-75116 Paris (FR)

(54) **Initiateur électro-pyrotechnique.**

(57) Initiateur électro-pyrotechnique (100) comprenant une charge pyrotechnique initiée par un élément résistif chauffant placé au contact de cette charge.

Selon l'invention, l'élément résistif comprend une bande plate (110) de faible largeur l, de préférence entre 80 et 300 micromètres, constituée par un alliage métallique résistif et déposée sur un support de circuit imprimé (101), ledit élément résistif étant relié à deux amenées de courant (102,103) par l'intermédiaire de deux surfaces étendues conductrices de courant (121,122) et en ce que la charge pyrotechnique (104) est une substance thermosensible, appliquée sous la forme d'une laque explosive, recouvrant l'élément résistif.

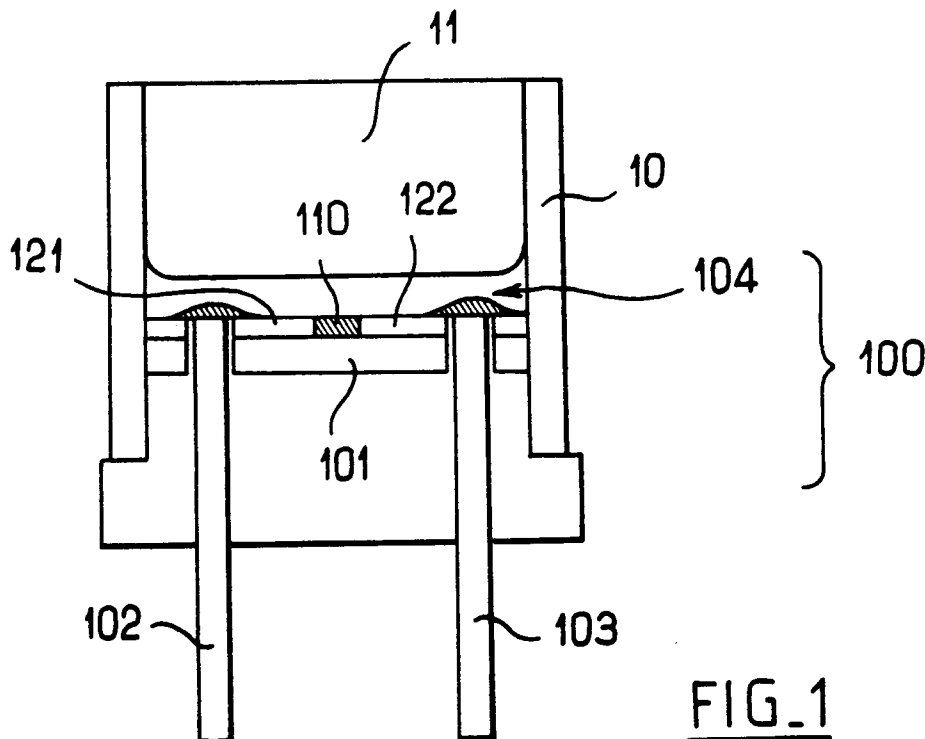


FIG. 1

La présente invention concerne un initiateur électro-pyrotechnique comprenant une charge pyrotechnique initiée par un élément résistif chauffant placé au contact de cette charge.

L'invention concerne également un procédé de réalisation d'un tel initiateur.

Une application particulièrement avantageuse de l'invention est notamment l'allumage de la chaîne pyrotechnique d'un dispositif du type "air-bag", mais peut concerner également les missiles ou engins spatiaux et, en général, tout système d'initiation électro-pyrotechnique dont on exige une grande régularité de fonctionnement et une très grande fiabilité.

On connaît actuellement un tel initiateur dans lequel l'élément résistif est un filament cylindrique de faible diamètre, constitué par un alliage de grande résistivité. Ce filament résistif est relié par soudure à ses deux extrémités respectivement à deux amenées de courant.

En outre, les initiateurs selon la technique connue comportent une substance thermosensible en contact étroit avec l'élément résistif. Cette substance se présente, soit sous la forme d'une masse pulvérulente compactée par une forte compression, soit sous la forme d'une allumette en forme dite de "perle" obtenue par une technique classique de trempage. En un temps très court après le début du passage du courant électrique dans l'élément résistif, l'élévation par effet Joule de la température de ladite substance thermosensible jusqu'au point d'autodécomposition rapide de celle-ci, provoque sa déflagration et cette réaction pyrotechnique allume une poudre d'appoint ou une composition pyrotechnique renforçatrice dans le cas d'un allumeur ; elle amorce la détonation d'une charge primaire dans le cas d'un détonateur.

Toutefois, les initiateurs connus décrits ci-dessus présentent un certain nombre d'inconvénients :

- tout d'abord, la manipulation et la soudure directe du filament résistif de quelques dizaines de microns de diamètre aux amenées de courant est toujours délicate à réaliser à l'échelle industrielle,
- en outre, les initiateurs obtenus présentent des valeurs de résistance électrique assez dispersées du fait d'une définition forcément imprécise de la longueur utile entre soudures dudit filament,
- par ailleurs, il peut s'avérer difficile, dans le cas d'une substance thermosensible pulvérulente, d'assurer et de maintenir l'étroit contact nécessaire avec le filament résistif. On est alors contraint d'utiliser des bagues métalliques très résistantes et de très fortes compressions. Dans le cas d'une allumette obtenue par trempage, la forme de la perle et donc sa masse sont variables. De plus, dans le cas d'un allumeur, la poudre renforçatrice est généralement de la poudre noire qui impose, pour obtenir un allumage correct, une masse de substance thermosensible assez forte (de l'ordre de 30mg), nécessitant des pesées intégrées au procédé de fabrication.

En conséquence, les initiateurs selon les techniques antérieures présentent généralement des performances assez dispersées en matière de sensibilité, de temps de fonctionnement et d'intensité du phénomène pyrotechnique de sortie. De plus leur tenue aux environnements sévères, et en particulier aux chocs et vibrations rencontrés au cours de la vie du produit, peut poser des problèmes.

Afin de pallier les inconvénients présentés des techniques antérieures la présente invention propose un initiateur électro-pyrotechnique dans lequel l'élément résistif est une bande plate (110) de faible largeur l, de préférence comprise entre 80 et 300 micromètres, et de longueur L comprise entre 0,3 et 3 mm, obtenue par photogravure d'une feuille mince d'alliage métallique résistif d'épaisseur comprise entre 1 et 15µm préalablement collée sur un support de circuit imprimé (101), ledit élément résistif (110) étant relié par ses extrémités à deux amenées de courant (102, 103) par l'intermédiaire de deux surfaces étendues conductrices de courant (121, 122) et dans lequel la charge pyrotechnique (104) est une substance thermosensible, appliquée sous la forme d'une laque explosive, recouvrant l'élément résistif (100).

Les dimensions de l'élément résistif, déterminées par le calcul et par un grand nombre d'essais pratiques, sont réalisées avec une très grande précision grâce aux techniques connues de photolithographie et l'utilisation de compositions renforçatrices oxydant-réducteur au lieu de la poudre noire permet un allumage très fiable, même avec une masse très réduite de substance thermosensible sous forme d'une couche fine de laque explosive. Le procédé de dépôt de celle-ci et son contrôle sont donc facilités dans une production industrielle.

Un tel initiateur est réalisé de façon simple suivant une technique de fabrication de circuits imprimés, bien connue de l'homme du métier. Sa forme peut être adaptée aux caractéristiques recherchées et elle est extrêmement précise et reproductible en grande série. En outre, l'initiateur selon l'invention comprend des surfaces étendues conductrices de l'électricité, reliées d'une part aux extrémités de l'élément résistif, et qui permettent d'autre part d'être connectées facilement aux amenées de courant par des techniques classiques bien connues de l'homme du métier, telles que la soudure, la brasure ou bien le sertissage.

Ainsi selon l'invention, l'initiateur électro-pyrotechnique est robuste, insensible aux agressions extérieures et de durée de vie prolongée. Ses caractéristiques de sensibilité sont fiables et ses délais de fonctionnement courts et réguliers, ce qui permet de l'appliquer par exemple aux allumeurs pour Air-Bag des nouvelles générations.

La description qui va suivre en regard des dessins annexés, donnés à titre d'illustration non limitative, fera

bien comprendre en quoi consiste l'invention et comment elle peut être réalisée.

La figure 1 est une vue schématique de côté en coupe longitudinale d'un système comprenant un initiateur selon l'invention.

La figure 2 est une vue schématique partielle de dessus d'un circuit imprimé constituant l'initiateur selon l'invention.

La figure 3 est une vue schématique en coupe selon le plan A-A du circuit imprimé de la figure 2.

La figure 4 est une vue schématique en coupe selon le plan B-B du circuit imprimé de la figure 2.

Sur la figure 1, on a représenté un système d'initiation qui comprend un capuchon 10, réalisé en matière plastique ou bien métallique, dans lequel est ménagé en partie supérieure un réservoir 11. Ce réservoir 11 contient une composition renforçatrice telle qu'une composition d'allumage ou une poudre ou un explosif primaire. Le capuchon 10 est disposé de façon solidaire sur une tête électro-pyrotechnique 100 de telle manière que ladite tête 100 est placée juste en dessous du fond du réservoir 11 à proximité de la composition renforçatrice. Cette tête 100 est destinée à initier la composition renforçatrice placée dans le réservoir 11.

Comme on peut le voir sur la figure 1 et plus particulièrement sur les figures 2, 3 et 4, la tête électro-pyrotechnique 100 comprend un support de circuit imprimé 101 placé à l'intérieur du capuchon 10. Ce support de circuit imprimé 101 est ici réalisé en une matière plastique composite, telle que par exemple une résine époxy chargée de fibres de verre. En outre, le support de circuit imprimé 101 comporte sur sa surface supérieure, disposée en regard du fond du réservoir 11, une bande plate 110 constituée par un alliage métallique résistif et présentant ici une forme parallélogrammique. Afin d'assurer, dans une production en grande série, la précision absolument indispensable de cette bande plate résistive, celle-ci est par exemple réalisée selon la technique classique de gravure de circuits imprimés dits "en couche mince" qui consiste à photograver une feuille mince d'un alliage résistif tel que le nickel-chrome, collée sur le support de circuit imprimé 101 et préalablement masquée de façon adéquate selon un dessin désiré.

Par ailleurs, la tête électro-pyrotechnique 100 comporte deux surfaces étendues conductrices de courant 122 adjacentes aux petits côtés de la bande plate 110 et dont les dimensions sont grandes vis-à-vis de cette dernière. On réalise ces surfaces conductrices de courant 121,122 par photogravure de manière à faire apparaître deux plages conductrices adjacentes à ladite bande plate 110 en recouvrant la feuille d'alliage résistif précédemment gravée d'un métal tel que le cuivre électrolytique que l'on protège éventuellement ensuite par une couche d'étamage 124.

D'autre part, comme le montrent les figures 1 et 2, la tête électro-pyrotechnique 100 comporte ici des broches d'amenées de courant 102,103 parallèles, liées aux deux surfaces conductrices étendues 121,122 et s'étendant perpendiculairement à celles-ci au-delà du support 101 en traversant ce dernier. La liaison solide des broches 102,103 aux deux grandes surfaces 121,122 est réalisée à l'aide de techniques classiques, bien connues de l'homme du métier, telles que la pression mécanique, le sertissage, la brasure ou bien tout autre moyen de soudure avec ou sans métal d'apport. Ces broches permettent d'amener le courant jusqu'à la bande résistive via les surfaces conductrices, ladite bande résistive chauffant alors elle seule par effet Joule, au moment du passage du courant électrique.

Il convient de noter que les dimensions de la bande résistive 110 ainsi que celles des surfaces d'amenées de courant 121,122 ont été déterminées de façon expérimentale en réalisant un grand nombre d'essais, afin que l'initiateur présente des bonnes caractéristiques de sensibilité et de temps de fonctionnement après le début du passage du courant.

Ainsi, la bande 110 résistive présente de préférence, une largeur l comprise environ entre 80 et 300 micromètres, une longueur L comprise environ entre 0,3 et 3 millimètres et une section rectangulaire d'épaisseur e comprise environ entre 1 et 15 micromètres.

En outre, les surfaces conductrices 121,122 présentent de manière préférentielle une forme et une dimension telles qu'elles assurent l'indépendance de leurs connexions par rapport à l'élément résistif.

Par ailleurs, la tête 100 comporte une substance thermosensible 104 destinée à être initiée par la bande résistive qui chauffe par effet Joule. Cette substance thermosensible se présente sous la forme d'une fine couche d'une laque explosive, de masse faible et inférieure à 15% de la masse totale de la charge pyrotechnique de l'initiateur : elle est constituée par un explosif primaire ou un mélange oxydant-réducteur thermosensible additionné de 2 à 15% d'un liant filmogène. On réalise la laque explosive en mélangeant ledit liant filmogène, préalablement mis en solution dans un solvant approprié, aux substances explosives. Ce mélange est déposé, à l'aide d'un moyen volumétrique ou pondéral classique, sur la bande plate résistive 110 du circuit imprimé constituant une partie de la tête de l'initiateur. Par la suite, le solvant de la laque est évaporé de manière à former une couche mince explosive dure et parfaitement adhérente.

Il convient de noter que la nature du mélange explosif appliqué sous la forme d'une laque est définie de façon à assurer à la fois la dureté et l'adhérence de la laque ainsi que la sensibilité thermique requise pour que la tête de l'initiateur présente une bonne probabilité de fonctionnement dans un temps court après le pas-

sage du courant dans l'élément résistif 110. De plus, ce mélange est défini de façon à procurer une bonne mise en régime de la composition contenue dans le réservoir 11 du capuchon 10, cette composition étant en général ajoutée en vue de renforcer l'effet pyrotechnique d'allumage ou de détonation de l'initiateur.

Dans le cas d'un allumeur, la composition choisie est du type oxydant-réducteur, elle est constituée par exemple d'un mélange de bore et de nitrate de potassium ou d'un mélange d'hydruure de titane et de perchlorate de potassium ou d'un mélange équivalent. Une telle composition s'est révélée facile à allumer en utilisant seulement une masse de laque explosive de l'ordre de 5 à 10mg.

Le liant filmogène préférablement employé doit présenter les caractéristiques suivantes :

- . une excellente adhérence sur le circuit-imprimé à un taux d'extrait sec inférieur ou égal à 10 % de la masse de la laque explosive ;
- . une compatibilité totale avec la substance thermosensible, et en particulier avec les explosifs primaires du type styphnate de plomb généralement employés ;
- . une gêne aussi faible que possible vis à vis de l'allumage de la composition renforçatrice.

Ces différentes contraintes ont conduit à préférer, en tant que liant, sans que cela soit limitatif, des résines du type nitrate ou acétate de cellulose, polymères ou copolymères acryliques, acétate de polyvinyle.

Nous allons maintenant décrire un exemple d'allumeur illustrant, de manière non limitative, un mode de réalisation de l'invention. On remarquera que la laque explosive présente une masse choisie pour permettre, à toute température, l'allumage de la composition renforçatrice, sans représenter une part trop importante de la charge totale de l'allumeur, assurant ainsi une excellente régularité du pouvoir d'allumage de sortie.

Selon cet exemple, l'allumeur comprend un circuit imprimé dont l'élément résistif est une bande de nichrome présentant une épaisseur égale à 5 micromètres, une largeur égale à 100 micromètres et une longueur égale à 0,9 millimètre. Cette bande résistive est déposée sur un support constitué par du verre-époxy, d'épaisseur égale à 0,4 millimètre et est reliée aux broches d'amenées de courant. La laque explosive déposée sur le circuit imprimé présente, après séchage, une masse égale à 10mg et comporte la composition pondérale suivante :

- 95 % de trinitrorésorcinate de plomb,
- 5 % de polymère filmogène de la famille des esters cellulotiques

L'inflammateur ainsi obtenu est recouvert du capuchon dont le réservoir contient 80mg d'une composition d'allumage granulée renfermant 24 % de bore et 70 % de nitrate de potassium, l'ensemble étant alors éventuellement rendu étanche par rapport au milieu ambiant par tout moyen approprié.

L'allumeur ainsi fabriqué, testé selon des procédures connues pour ce type de composant, possède les caractéristiques présentées dans le tableau 1.

TABLEAU I

35	Résistance entre les broches	2 Ω +/- 0,2 Ω
	Intensité électrique de fonctionnement à -35°C (impulsion de 2ms) Probabilité de fonctionnement : 99,99%	1,3 A
40	Temps de fonctionnement à température ambiante (impulsion 1,5 A/2ms)	< 1,5ms
	Intensité électrique de non-feu à 85°C (impulsion de 10s) Probabilité de non fonctionnement : 99,99%	0,2 A
45	Pression maximum en bombe de 5 ml	40bars en < 3ms

L'allumeur décrit précédemment est soumis à la série d'épreuves cumulées d'environnement sévère suivante :

- . 10 chocs thermiques successifs brutaux de -40C à + 105C ;
- . 20 chocs mécaniques (dans quatre directions perpendiculaires) provoquant des accélérations de 5000g (5000 x l'accélération de la pesanteur) chacun ;
- . une heure de secousses selon la norme MIL-STD-331B("Jolt-test"), dans chacune des quatre directions ;
- . 2 heures de vibrations sinusoïdales à trois fréquences différentes dans chacune des quatre directions (soit 24 heures au total),

en comparaison avec des allumeurs issus de la technique traditionnelle. On mesure ensuite les résistances électriques des deux familles d'allumeurs et on procède à leur essai en bombe fermée de 5 centimètres cube. C'est une bombe munie d'un capteur de pression piezoélectrique et d'une chaîne de mesure de pression en

fonction du temps. On obtient les résultats suivants :

VARIATION AVANT-APRES EPREUVE

5		allumeur selon l'invention	moyennes des résultats obtenus avec les allumeurs classiques de la technique antérieure
	résistance électrique	0,00	+ 0,05
10	temps de fonctionnement	- 0,09ms	+ 2,40ms
	temps à la pression maximum	- 0,01ms	+ 2,50ms

On constate donc, en examinant ce résumé des principales caractéristiques, que l'initiateur objet de l'invention supporte avec succès les épreuves d'environnement alors que ce n'est pas le cas d'un initiateur selon la technique antérieure.

Revendications

1. Initiateur électro-pyrotechnique (100) comprenant une charge pyrotechnique (104) initiée par un élément résistif chauffant placé au contact de cette charge, en particulier destiné à l'allumage de la chaîne pyrotechnique d'un dispositif du type "air-bag", caractérisé en ce que l'élément résistif comprend une bande plate (110) de faible largeur l, de préférence comprise entre 80 et 300 micromètres, et de longueur L comprise entre 0,3 et 3 mm, obtenue par photogravure d'une feuille mince d'alliage métallique résistif d'épaisseur comprise entre 1 et 15µm préalablement collée sur un support de circuit imprimé (101), ledit élément résistif (110) étant relié à deux amenées de courant (102, 103) par l'intermédiaire de deux surfaces étendues conductrices de courant (121, 122) et en ce que la charge pyrotechnique (104) est une substance thermosensible, appliquée sous la forme d'une laque explosive, recouvrant l'élément résistif (100).
2. Initiateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la bande plate résistive (110) est constituée par une couche mince d'alliage résistif, tel que le nickel-chrome, adhérente au support (101).
3. Initiateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, caractérisé en ce que la bande plate résistive (110) comporte deux extrémités en contact respectivement avec deux surfaces conductrices de courant (121,122) constituées par une couche mince de métal conducteur, tel que le cuivre, chaque surface conductrice (121,122) présentant une forme et des dimensions assurant son indépendance vis-à-vis de la bande résistive.
4. Initiateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la laque explosive constituant la charge d'initiation est une fine couche adhérente présentant une masse inférieure à 15% de la masse totale de la charge pyrotechnique, et constituée par un explosif primaire ou bien un mélange oxydant-réducteur thermosensible additionné de 2 à 15 % d'un liant filmogène.
5. Initiateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le support de circuit imprimé (101) est réalisé en une matière plastique composite.
6. Procédé de réalisation d'un initiateur électro-pyrotechnique (100) selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes successives suivantes consistant à :
 - coller sur le support de circuit imprimé (101) une feuille mince d'un alliage métallique résistif,
 - photograver la bande plate (110) dans ladite feuille mince d'alliage masquée selon le dessin désiré,
 - masquer la feuille mince gravée de façon à faire apparaître deux plages adjacentes à ladite bande plate (110),
 - recouvrir les deux plages d'une fine couche de métal conducteur de courant tel que le cuivre électrolytique, pour réaliser deux surfaces étendues conductrices de courant (121,122),
 - fixer sur ces surfaces conductrices (121,122) respectivement deux amenées de courant (102,103),
 - mélanger un liant filmogène, préalablement mis en solution dans un solvant approprié, à des substances explosives,

- déposer le mélange obtenu sous forme de laque sur la bande plate résistive (110) du circuit imprimé réalisé précédemment et,
- évaporer le solvant de la laque de façon à former une couche explosive dure et adhérente à la bande résistive (110).

5

7. Système d'initiation, caractérisé en ce qu'il comporte une tête (100) électro-pyrotechnique selon l'une des revendications 1 à 5, ainsi qu'un capuchon (10) contenant une composition renforçatrice d'allumage ou de détonation et recouvrant de façon solidaire ladite tête (100).

10

15

20

25

30

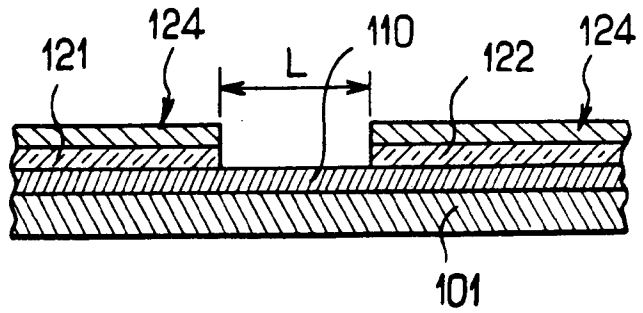
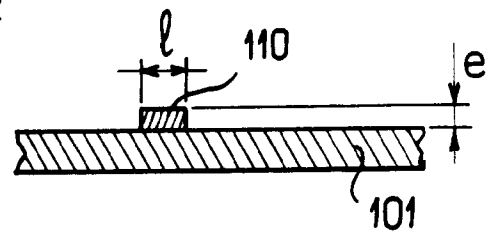
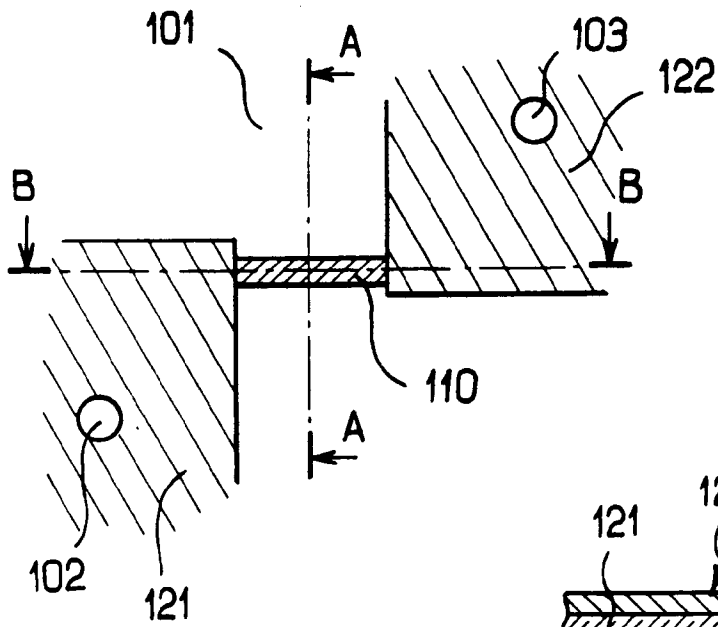
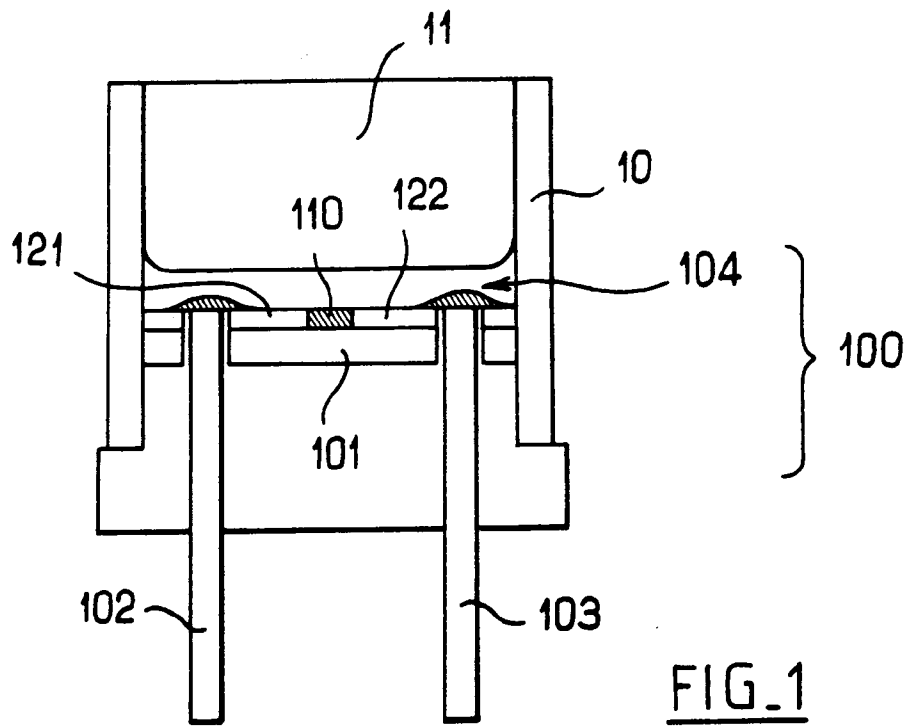
35

40

45

50

55





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 94 40 0953

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.5)
A	US-A-4 729 315 (R.L.PROFFIT)	1,2,7	F42B3/12
A	* colonne 2, ligne 4 - colonne 5, ligne 24; figures *	3	

A	FR-A-2 090 579 (DYNAMIT NOBEL AG)	1,7	
	* page 3, ligne 5 - page 5, ligne 18; figures *		

A	US-A-3 447 416 (M.APSTEIN)	1	

A	US-A-5 029 529 (F.N.MANDIGO)	1	

A	US-A-3 366 055 (L.E.HOLLANDER, JR)	1	

A	US-A-4 040 356 (W.A.VORECK, JR)	1	

			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.5)
			F42B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 8 Juillet 1994	Examineur Triantaphillou, P
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 01.82 (P04C02)