

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Numéro de publication:

0 269 475 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication de fascicule du brevet:
27.03.91

(51) Int. Cl.⁵: **F42B 3/18**

(21) Numéro de dépôt: **87402337.7**

(22) Date de dépôt: **20.10.87**

(54) Protection d'un dispositif électro-pyrotechnique vis-à-vis des décharges électrostatiques.

(30) Priorité: **27.10.86 FR 8614923**

(43) Date de publication de la demande:
01.06.88 Bulletin 88/22

(45) Mention de la délivrance du brevet:
27.03.91 Bulletin 91/13

(84) Etats contractants désignés:
DE GB IT

(56) Documents cités:
EP-A- 0 029 671
DE-A- 3 415 625
US-A- 3 333 538
US-A- 4 061 088

(73) Titulaire: **SOCIETE EUROPEENNE DE PROPULSION (S.E.P.) S.A.**
24, rue Salomon de Rothschild
F-92150 Suresnes(FR)

(72) Inventeur: **Gramond, Jean-Marie**
2, rue J. d'Alembert
F-33700 Merignac(FR)
Inventeur: **Lissilour, André**
29, rue Clément Ader
F-33150 Cenon(FR)
Inventeur: **Goutti, René**
38, Allée des Bouvreuils La Palombière
F-33320 Le Taillan Medoc(FR)

(74) Mandataire: **Joly, Jean-Jacques et al**
CABINET BEAU DE LOMENIE 55, rue d'Amsterdam
F-75008 Paris(FR)

EP 0 269 475 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

La présente invention concerne la protection des dispositifs électro-pyrotechniques vis-à-vis des décharges électrostatiques.

Dans un dispositif électro-pyrotechnique, la mise à feu de la composition pyrotechnique est produite par la chaleur dégagée par effet Joule par un circuit d'initiation comprenant au moins un élément résistant placé au contact de la composition pyrotechnique et alimenté en courant électrique par des broches de connexion.

Il est impératif de protéger de tels dispositifs vis-à-vis des décharges électrostatiques pour éviter une mise à feu intempestive. Les décharges entre points reliés électriquement entraînent une production de chaleur par effet Joule ; on peut se prémunir vis-à-vis d'une telle agression en utilisant une composition pyrotechnique ayant une température élevée d'auto-inflammation ou en aménageant des moyens de dissipation calorifique. Par contre, ces protections sont inefficaces dans le cas de décharges électrostatiques entre points isolés électriquement, lorsque ces décharges provoquent la formation d'un arc au sein de la composition pyrotechnique.

C'est pourquoi l'invention a plus particulièrement pour objet la protection des dispositifs électro-pyrotechniques vis-à-vis des décharges électrostatiques entre points isolés.

Il a été proposé à cet effet d'aménager des passages préférentiels de l'arc dans une zone éloignée de la composition pyrotechnique. Des solutions connues consistent à connecter une broche du circuit d'initiation à la masse du système, ou à interposer entre une broche du circuit d'initiation et la masse une résistance relativement grande devant celle de l'élément résistant. Il a encore été suggéré d'utiliser un matériau thermoplastique ou élastomère rendu légèrement conducteur par incorporation de particules ou billes conductrices et disposé entre la masse et les broches du circuit d'initiation, ou encore d'aménager des éclateurs de faibles dimensions et de grande précision entre la masse et les broches du circuit d'initiation.

Ainsi, le document EP-A-0 029 671 montre un dispositif de protection constitué d'un disque isolant partiellement recouvert d'une couche de cuivre qui définit des trajets préférentiels d'arcs entre les broches de connexion et la masse, en cas de décharge électrostatique.

Bien qu'efficaces, ces solutions connues présentent divers inconvénients. La réalisation de trajets résistifs entre les broches du circuit d'initiation et la masse est souvent incompatible avec les conditions d'isolation requises. Quant aux éclateurs de faibles dimensions et de grande précision utilisés, ils sont très onéreux sans toujours permettre

une constance de la valeur de claquage dans le temps et dans un milieu environnant ayant des caractéristiques variables.

Ainsi, la présente invention a-t-elle pour but de fournir un moyen de protection qui puisse être facilement intégré aux dispositifs électro-pyrotechniques et permette à un coût relativement peu élevé d'obtenir une tension de claquage constante et invariable.

Ce but est atteint grâce à un dispositif de protection par éclateur aménageant une zone de claquage au moins entre chaque broche de connexion et la masse, et situé dans un emplacement isolé de celui du ou de chaque élément résistant, dispositif de protection dans lequel, conformément à l'invention, l'éclateur comprend un substrat dont au moins la couche superficielle est conductrice et est reliée à la masse, une couche isolante en une ou plusieurs parties formée sur le substrat par dépôt en couche mince d'un matériau isolant, et des couches conductrices reliées respectivement aux broches de connexion et formées en des zones différentes sur la couche isolante pour aménager lesdites zones de claquage à travers la couche isolante entre le substrat et, respectivement, chacune des couches conductrices.

Une caractéristique importante de l'invention consiste dans la réalisation de la couche isolante par un procédé de dépôt. Tout procédé de dépôt connu peut être utilisé, en particulier les procédés de formation de couches minces ou épaisses dans le domaine de la fabrication des semi-conducteurs et circuits intégrés. A titre indicatif, on pourra réaliser la couche isolante par évaporation, pulvérisation, bombardement ionique, dépôt chimique ou autre. La délimitation de la couche isolante ou son usinage éventuel sont de même réalisés par tout procédé connu, par exemple par masquage ou par gravure chimique ou ionique.

La formation de la couche isolante par dépôt en couche mince apporte plusieurs avantages.

D'abord, la tension de claquage est aisément ajustable à la demande par réglage de l'épaisseur du dépôt de la couche isolante.

Par ailleurs, l'éclateur est facilement adaptable à tous les dispositifs électro-pyrotechniques quels que soient les dispositions et le nombre des points isolés à protéger.

De plus, il s'est avéré que les caractéristiques électriques de l'éclateur restent inchangées après plusieurs séries de décharges électrostatiques, et que la tension de claquage est indépendante de la pression et de la nature du milieu environnant. Ce dernier point est particulièrement important dans le cas de dispositifs électro-pyrotechniques utilisés lors de vols spatiaux ou dans un vide partiel.

D'autres particularités et avantages du dispositif de protection selon l'invention ressortiront à la

lecture de la description faite ci-après, à titre indicatif mais non limitatif, en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique et partielle en coupe d'un premier dispositif électro-pyrotechnique muni de moyens de protection à éclateur conformes à l'invention ;
- la figure 2 est une vue partielle à échelle agrandie et en coupe montrant plus particulièrement les moyens de protection de la figure 1 ;
- la figure 3 est une vue partielle de dessus de l'éclateur de la figure 2 ;
- la figure 4 est une vue partielle à échelle agrandie et en coupe d'un autre mode de réalisation d'un éclateur utilisable pour la protection d'un dispositif électro-pyrotechnique du type de celui de la figure 1 ;
- la figure 5 est une vue partielle de dessus de l'éclateur de la figure 4 ;
- la figure 6 est une vue schématique et partielle en coupe d'un deuxième dispositif électro-pyrotechnique muni de moyens de protection conformes à l'invention ;
- la figure 7 est une vue de dessus à échelle agrandie et en coupe suivant le plan VII-VII de la figure 6 ;
- la figure 8 est une vue partielle à échelle agrandie de l'éclateur de la figure 7 en coupe suivant le plan VIII-VIII ; et
- la figure 9 est une vue schématique et partielle en coupe montrant une variante de montage des moyens de protection dans un dispositif électro-pyrotechnique tel que celui de la figure 6.

La figure 1 montre un dispositif électro-pyrotechnique qui, de façon en soi connue, comprend un élément résistant 10 au contact d'une composition pyrotechnique 12 logée dans une enveloppe cylindrique 14. Des broches de connexion 16, 18 permettent l'alimentation électrique de l'élément résistant 10 pour provoquer la mise à feu de la composition pyrotechnique par la chaleur dégagée par effet Joule.

Les broches de connexion 16, 18 traversent une pièce isolante 20 à laquelle elles sont scellées. Les broches 16, 18 sont reliées à l'élément résistant 10 du côté de la pièce isolante 20 en contact avec la composition pyrotechnique 12 et font saillie à partir du côté opposé de la pièce 20 pour être connectées à une prise (non représentée) permettant la liaison avec une source d'énergie électrique.

La composition pyrotechnique 12 est logée dans le corps cylindrique 22 du dispositif électro-pyrotechnique par l'intermédiaire d'une jupe antistatique 24 qui supporte l'enveloppe 14 et qui est elle-même maintenue à l'intérieur du corps 22. Le maintien de la pièce isolante 20 est assuré par une

bague de centrage 26 également logée dans le corps 22. Le reste du dispositif électro-pyrotechnique, en particulier la partie inférieure du corps 22 pouvant renfermer des compositions spécifiques d'allumage ou de détonation, n'est pas représenté.

Conformément à l'invention, la protection du dispositif décrit ci-dessus vis-à-vis des décharges électrostatiques entre points isolés (entre les broches 16, 18 et la masse métallique du dispositif) est assurée par un éclateur en couche mince.

Dans l'exemple illustré par les figures 1 à 3, l'éclateur 30 comprend un substrat métallique conducteur 32 qui est placé sur la pièce isolante 20 du côté de celle-ci opposé à la composition pyrotechnique 10. Le substrat 32 est de forme annulaire et est porté par un épaulement interne 28 du corps 22 auquel il est fixé, par exemple par soudage, ce qui assure la connexion du substrat 32 à la masse mécanique et électrique du dispositif électro-pyrotechnique. On notera que le corps 22 est formé en plusieurs parties: une partie supérieure portant l'éclateur, une partie intermédiaire portant la jupe 24 et la bague 26 et une partie inférieure renfermant le reste du dispositif, ces différentes parties étant assemblées bout à bout par soudage.

Le substrat annulaire 32 est traversé par les broches 16, 18 et un jeu suffisant est ménagé entre les broches 16, 18 et la paroi du passage central du substrat 32 pour que les intervalles entre ces pièces ne puissent constituer des trajets préférentiels d'arc en cas de décharge électrostatique.

En effet, ces trajets préférentiels sont constitués par des zones de claquage 40, 42 aménagées sur le substrat 32 pour assurer une protection vis-à-vis des agressions électrostatiques entre la masse et, respectivement, les broches 16, 18.

Chaque zone de claquage est située au sein d'une couche isolante formée par un dépôt en couche mince d'un matériau isolant sur le substrat conducteur 32. La couche isolante peut être en une seule partie commune aux deux zones de claquage ou, comme dans l'exemple illustré, en deux parties 44, 46 formées dans des zones différentes de la surface du substrat 32 (voir notamment figure 3). Des couches conductrices, ou électrodes 48, 50, sont formées sur la ou les couches isolantes 44, 46 également par dépôt en couche mince d'un matériau conducteur. Les liaisons électriques entre les électrodes 48, 50 et, respectivement, les broches 16, 18 sont assurées par des filaments conducteurs 52, 54 soudés à une extrémité sur les électrodes 48, 50, respectivement, et à l'autre extrémité sur des bagues conductrices élastiques 56, 58 enserrant les broches 16, 18, respectivement.

Comme déjà indiqué, les couches isolantes 44, 46 sont déposées par tout procédé connu de dépôt en couche mince ou épaisse utilisé dans la technologie de fabrication des semi-conducteurs et cir-

cuits intégrés, par exemple par évaporation, pulvérisation, bombardement ionique ou dépôt chimique. De même, le dessin de la ou des couches isolantes est obtenu par tout procédé connu de masquage ou de gravure. La formation des couches conductrices 48, 50 sur les couches isolantes 44, 46 est également réalisée par tout procédé connu de dépôt de couches conductrices minces ou épaisses.

La réalisation de la ou des couches isolantes 44, 46 par une technique de dépôt en couche mince permet d'ajuster précisément la tension de claquage par réglage de l'épaisseur de la couche isolante déposée. A titre d'exemple, des couches de dioxyde de silicium d'épaisseur égale à 2,5 microns ont permis d'obtenir des tensions de claquage d'environ 800 V.

En plus de la facilité et de la précision de réglage de la tension de claquage, le dispositif de protection selon l'invention présente d'autres avantages. Il est d'abord tout à fait apparent que son intégration dans le dispositif électro-pyrotechnique est facile à réaliser. De plus, non seulement une tension de claquage précise peut être obtenue, mais cette tension de claquage conserve sa valeur après plusieurs séries de décharges électrostatiques et malgré des modifications de l'environnement du dispositif (notamment pression et nature du milieu environnant).

Bien entendu, différentes variantes de réalisation du dispositif de protection des figures 1 à 3 pourront être envisagées.

Ainsi, les zones de claquage pourront être formées sur une face quelconque du substrat 32. Par ailleurs, on pourra utiliser pour l'éclateur un substrat isolant, par exemple la pièce isolante 20 elle-même, sur lequel est déposée une couche métallique conductrice reliée à la masse mécanique et électrique du dispositif électro-pyrotechnique. La ou les couches isolantes et les électrodes conductrices définissant les zones de claquage sont alors formées sur cette couche métallique superficielle.

Une autre variante de réalisation de l'éclateur est illustrée par les figures 4 et 5. Les éléments communs avec le dispositif des figures 1 à 3 portent les mêmes références.

Dans ce mode de réalisation, les zones de claquage sont aménagées sur la face du substrat 32 tournée vers la pièce isolante 20. Chaque zone de claquage, par exemple 40', est formée par une couche mince isolante 44' déposée sur le substrat conducteur 32 et une couche conductrice ou électrode 48' déposée sur la couche 44'.

La liaison électrique entre l'électrode 48' et la broche 16 est réalisée par un revêtement métallique 52' déposé sur la pièce isolante 20 et formant un trajet conducteur entre la zone de la pièce 20 qui vient au contact de l'électrode 46' et une métal-

lisation 56' du trou 16a formé dans la pièce isolante 20 pour le passage de la broche 16. Comme le montre la figure 4, le revêtement 52' peut être formé dans un lamage de la pièce isolante 20. La surface du revêtement 52' est polie en même temps que celle de la pièce 20 de manière à se trouver dans un même plan et ne pas présenter d'aspérité susceptible d'endommager la couche isolante 44'.

Le contact électrique entre la broche 16 et la métallisation 56' est assuré par le scellement de la broche dans le trou 16a. Le contact électrique entre l'électrode 48' et le revêtement 52' est assuré par la pression exercée au montage du dispositif entre la jupe 24, qui s'appuie par son rebord inférieur sur la face inférieure de l'enveloppe 14 de la composition pyrotechnique 12, et l'épaulement 28 qui s'appuie sur la face supérieure du substrat 32. La permanence de ce contact par pression pourra être assurée par des moyens élastiques, par exemple une couche d'élastomère 28a interposée entre l'épaulement 28 et le substrat 32.

On a envisagé ci-avant le cas d'un dispositif électro-pyrotechnique comprenant un seul élément résistant. L'invention est de la même façon applicable aux dispositifs électro-pyrotechniques comprenant, pour des raisons de redondance, deux éléments résistants. Un tel dispositif à deux éléments résistants est illustré par les figures 6 et 8.

De la même façon que dans le dispositif de la figure 1, chaque élément résistant 110, 111 est situé au contact d'une composition pyrotechnique 112 logée dans une enveloppe cylindrique 114. Des broches de connexion 116, 118 sont prévues pour l'alimentation électrique de l'élément résistant 110, ainsi que des broches 117, 119 pour l'alimentation de l'élément résistant 111. L'énergie électrique est fournie par l'intermédiaire d'un connecteur 101 fixé latéralement à la partie supérieure du corps 122 du dispositif électro-pyrotechnique. Les circuits 116-110-118 et 117-111-119 sont branchés en parallèle sur les bornes 102 et 103 sur connecteur 101, les liaisons entre les broches 116 à 119 et les bornes 102, 103 étant réalisées par des conducteurs souples 104 à 107. Les broches 116 à 119 traversent une pièce isolante 120 à laquelle elles sont scellées et qui est placée au contact de la composition pyrotechnique 112. Le maintien de cette composition 112 et de la pièce isolante 120 dans le corps 122 du dispositif électro-pyrotechnique est assuré au moyen d'une jupe antistatique 124 et d'une bague 126, comme dans le mode de réalisation de la figure 1.

Conformément à l'invention, la protection du dispositif décrit ci-dessus vis-à-vis des décharges électrostatiques est assurée au moyen d'un éclateur en couche mince. Dans l'exemple illustré, l'éclateur 130 aménage six zones de claquage en-

tre les broches de connexion et la masse du dispositif, ainsi qu'entre broches de connexion reliées à des éléments résistants différents. On notera que trois zones de claquage pourraient suffire en raison du branchement en parallèle des broches de connexion. Le choix de six zones de claquage différentes est dicté ici par souci de redondance.

L'éclateur 130 montré sur les figures 6 à 8 comprend un substrat annulaire métallique 132 placé sur la pièce isolante 120 et traversé par les broches 116 à 119. Le substrat conducteur 132 est fixé par soudage à un épaulement interne 128 du corps 122, ce qui assure sa connexion à la masse mécanique et électrique du dispositif.

Des zones de claquage 140, 141, 142, 143 entre la masse et, respectivement, les broches 116, 117, 118 et 119 sont formées sur le substrat 132. A cet effet, celui-ci est revêtu d'une couche isolante 144 formée par un dépôt en couche mince d'un matériau isolant. Des couches conductrices ou électrodes 148, 149, 150, 151 sont formées par dépôt en couche mince d'un matériau conducteur sur la couche isolante 144 en différentes zones réparties sur le pourtour de l'éclateur (voir notamment figure 8). Des filaments conducteurs 152, 153, 154, 155 relient les électrodes 148 à 151 respectivement à des bagues conductrices élastiques 156, 157, 158, 159 enserrant les broches 116 à 119. On notera que la couche isolante 144 pourra être formée en plusieurs parties séparées portant chacune une électrode particulière.

Deux zones de claquage supplémentaires 240 et 242 sont formées sur l'éclateur 130 pour la protection des agressions électrostatiques respectivement entre les broches de connexion 116 et 117 et entre les broches de connexion 118 et 119, c'est-à-dire entre broches reliées à des éléments résistants différents.

Les zones de claquage 240, 242 sont aménagées en formant des couches isolantes 244, 246 par dépôt en couche mince d'un matériau isolant sur les électrodes 148, 150 reliées aux broches 116, 118. Des couches conductrices, ou électrodes, 249, 251 sont formées sur les couches isolantes 244, 246 par dépôt en couche mince d'un matériau conducteur. Les électrodes 249, 251 sont reliées électriquement aux broches 117, 119. On pourra à cet effet utiliser des filaments conducteurs reliant les électrodes 249, 251 respectivement aux bagues 157, 159. Une autre solution consiste, comme dans l'exemple illustré, à prolonger les couches conductrices 249, 251 jusqu'à recouvrir au moins en partie les électrodes 149, 151. Les filaments conducteurs 153 et 155 qui réalisent la liaison avec les broches 118 et 119 peuvent être alors soudés sur les électrodes 249, 251.

En variante, les zones de claquage supplémentaires entre broches de connexion pourront être

formées sur les électrodes 149, 151 au lieu de l'être sur les électrodes 148, 150.

La figure 9 illustre enfin un autre montage d'un dispositif de protection selon l'invention pour un dispositif électro-pyrotechnique à deux éléments isolants.

Le dispositif de la figure 9 se distingue de celui des figures 6 à 8 essentiellement en ce que l'éclateur 130' constitue un couvercle fermant le corps 122 à son extrémité supérieure. Le substrat métallique 132' est relié à la masse mécanique et électrique, par exemple par vissage sur le corps 122, tandis que les zones de claquage sont aménagées sur la face inférieure du substrat 132'. Pour le reste, l'éclateur est identique celui décrit en référence aux figures 6 à 8.

Bien entendu, d'autres dispositions de l'éclateur dans le dispositif électro-pyrotechnique pourront être adoptées dans la mesure où elles contribuent à aménager des zones de claquage éloignées de la composition pyrotechnique.

Revendications

1. Dispositif de protection vis-à-vis des décharges électrostatiques d'un dispositif électro-pyrotechnique comprenant une composition pyrotechnique (12; 112), au moins un élément résistant (10; 110) adjacent à la composition pyrotechnique et des broches de connexion (16, 18; 116, 117, 118, 119) reliées à l'élément résistant, pour permettre la mise à feu de la composition pyrotechnique par la chaleur dégagée par effet Joule par l'élément résistant lorsqu'il est alimenté en courant électrique par l'intermédiaire des broches de connexion, ledit dispositif de protection comportant au moins un éclateur (30; 130) aménageant au moins une zone de claquage entre chaque broche de connexion et la masse du dispositif électro-pyrotechnique et étant situé dans un emplacement isolé de celui du ou de chaque élément résistant, caractérisé en ce que: l'éclateur (30; 130) comprend un substrat (32; 132) dont au moins la couche superficielle est conductrice et est reliée à la masse, une couche isolante (44, 46; 44', 144) en une ou plusieurs parties formées sur le substrat par dépôt en couche mince d'un matériau isolant, et des couches conductrices (48, 50; 48', 50'; 148, 149, 150, 151) reliées respectivement aux broches de connexion (16, 18; 116, 117, 118, 119) et formées en des zones différentes sur la couche isolante pour aménager des zones de claquage (40, 42; 140, 141, 142, 143) entre le substrat et, respectivement, chacune des

couches conductrices.

2. Dispositif de protection selon la revendication 1, caractérisé en ce que la liaison électrique entre une broche de connexion (16, 18; 116, 117, 118, 119) et la partie conductrice correspondante de l'éclateur (30; 130) est réalisée au moyen d'un conducteur (52, 54; 152, 153, 154, 155) soudé à ladite partie conductrice et à une bague conductrice (56, 58; 156, 157, 158, 159) enserrant la broche de connexion. 5 10
3. Dispositif de protection selon la revendication 1, caractérisé en ce que la liaison électrique entre une broche de connexion (16) et la partie conductrice correspondante de l'éclateur est réalisée au moyen d'un dépôt conducteur (52', 56') qui est formé sur une pièce isolante (20) traversée par la broche de connexion et qui est en contact avec la broche de connexion et avec la partie conductrice correspondante de l'éclateur. 15 20
4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, pour la protection d'un système électro-pyrotechnique comprenant deux éléments résistants (110, 111), chacun relié à deux broches de connexion, caractérisé en ce que l'éclateur (130) aménage en outre au moins une zone de claquage supplémentaire (240, 242) entre une broche de connexion (116, 118) reliée à l'un des éléments résistants et une broche de connexion (117, 119) reliée à l'autre élément résistant, la ou chaque zone de claquage supplémentaire étant formée par deux parties conductrices (148-249, 150-251) reliées respectivement aux broches de connexion correspondantes (116-117, 118-119) et une partie isolante (244, 246) qui est interposée entre les parties conductrices et qui est formée par dépôt d'un matériau isolant en couche mince sur l'une de ces parties conductrices. 25 30 35 40
5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'éclateur comprend un substrat commun (132), une première couche isolante (144) formée sur le substrat en une ou plusieurs parties, des premières couches conductrices (148-151) formées en des zones différentes sur la première couche isolante pour aménager des premières zones de claquage (140-143) entre le substrat et, respectivement, chaque première couche conductrice, une seconde couche isolante (244, 246) formée par dépôt en couche mince sur une au moins des premières couches conductrices, et une seconde couche conductrice (249, 251) formée 45 50 55

sur la seconde couche isolante pour aménager au moins une seconde zone de claquage (240, 242) entre une première et une seconde couche conductrice, celles-ci étant électriquement reliées respectivement à une broche de connexion d'un élément résistant et à une broche de connexion de l'autre élément résistant.

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'éclateur (30 ; 130) et le ou chaque élément résistant (10 ; 110, 111) sont disposés sur deux côtés opposés d'une pièce isolante (20 ; 120) qui, de même que l'éclateur, est traversée par les broches de connexion.

Claims

1. A device for electrical discharge protection of an electro-pyrotechnical device comprising: a pyrotechnic composition (12; 112); at least one resistance element (10; 110) adjacent the pyrotechnic composition; and connecting pins (16, 18; 116 - 119) connected to the resistance element for igniting the pyrotechnic composition by the heat dissipated by the resistance element when it is electrically energized by way of the connecting pins, the protective device comprising at least one spark gap (30; 130) which provides at least one breakdown zone between each connecting pin and the body of the electropyrrotechnic device and is disposed in a position isolated from the position of the or each resistance element, characterised in that the spark gap (30; 130) comprises: a substrate (32; 132), at least the surface layer of which is conductive and is connected to the body; an insulating layer (44, 46; 44', 144) embodied by one or more parts formed on the substrate by thin-layer deposition of an insulant and conductive layers (48, 50; 48', 50; 148 - 151) respectively connected to the connecting pins (16, 18; 116 - 119) and formed in different zones on the insulating layer to provide breakdown zones (40, 42; 140 - 143) between the substrate and each of the respective conductive layers.
2. A protective device according to claim 1, characterised in that the electrical connection between a connecting pin (16, 18; 116 - 119) and the corresponding conductive part of the spark gap (30; 130) is embodied by means of a conductor (52, 54; 152 - 155) welded to the conductive part and to a conductive ring (56, 58; 156 - 159) engaged around the connecting pin.

3. A protective device according to claim 1, characterised in that the electrical connection between a connecting pin (16) and the corresponding conductive part of the spark gap is embodied by means of a conductive deposit (52', 56') which is formed on an insulating member (20) through which the connecting pin extends, the conductive deposit (52', 56') being in contact with the connecting pin and with the corresponding conductive part of the spark gap.
4. A device according to any of the previous claims for protecting an electropyrrotechnic system comprising two resistance elements (110, 111) each connected to two connecting pins, characterised in that the spark gap (130) also provides at least one supplementary breakdown zone (240, 242) between a connecting pin (116, 118) connected to one of the resistance elements and a connecting pin (117, 119) connected to the other resistance element, the or each supplementary breakdown zone being formed by two conductive parts (148 and 249, 150 and 251) respectively connected to the corresponding connecting pins (116 and 117; 118 and 119) and an insulating part (244, 246) which is interposed between the conductive parts and which is formed by the deposition of a thin-layer of insulant on one of the conductive parts.
5. A device according to claim 4, characterised in that the spark gap comprises: a common substrate (132); a first insulating layer (144) formed on one or more parts of the substrate; first conductive layers (148, 151) formed on various parts of the first insulating layer to provide first breakdown zones (140, 143) between the substrate and each respective first conductive layer; a second insulating layer (244, 246) formed by a thin-layer deposit on at least one of the first conductive layers; and a second conductive layer (249, 251) formed on the second insulating layer to provide at least one second breakdown zone (240, 242) between a first conductive layer and a second conductive layer, the last-mentioned layers being electrically connected respectively to a connecting pin of one resistance element and to a connecting pin of the other resistance element.
6. A device according to any of the previous claims, characterised in that the spark gap (30; 130) and the or each resistance element (10; 110, 111) are disposed on two opposite sides of an insulating member (20; 120) through

which, as in the case of the spark gap, the connecting pins extend.

5 Ansprüche

1. Schutzvorrichtung gegenüber elektrostatischen Entladungen einer elektro-pyrotechnischen Vorrichtung mit einer pyrotechnischen Mischung (12; 112), mindestens einem an die pyrotechnische Mischung angrenzenden Widerstandselement (10; 110) und mit dem Widerstandselement verbundenen Kontaktstiften (16, 18; 116, 117, 118, 119) für die Zündung der pyrotechnischen Mischung durch die durch den Joule-Effekt vom Widerstandselement freigesetzte Wärme, während er im elektrischen Strom mittels der Kontaktstifte eingespeist wird, die Schutzvorrichtung mindestens einen Entlader (30; 130) aufweist, indem mindestens ein Durchschlagbereich zwischen jedem Kontaktstift und der Masse der pyrotechnischen Vorrichtung angeordnet ist und an einer isolierten Stelle des oder jedes Widerstandselementes liegt, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Entlader (30; 130) ein Substrat (32; 132) enthält, von dem wenigstens die Oberflächenschicht leitfähig und mit der Masse verbunden ist, eine Isolierschicht (44, 46; 44', 144) in einem oder mehreren Abschnitten, die auf dem Substrat durch Niederschlag eines Isoliermaterials in dünner Schicht gebildet werden, und leitfähige Überzüge (48, 50; 48', 50'; 148, 149, 150, 151), die jeweils mit den Kontaktstiften (16, 18; 116, 117, 118, 119) verbunden sind und in verschiedenen Bereichen auf der Isolationschicht ausgebildet sind, um Durchschlagbereiche (40, 42; 140, 141, 142, 143) zwischen dem Substrat und jeweils jeder der leitfähigen Schichten einzurichten.
2. Schutzvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß die elektrische Verbindung zwischen einem Kontaktstift (16, 18; 116, 117, 118, 119) und dem entsprechenden leitfähigen Abschnitt des Entladers (30; 130) mittels eines an den leitfähigen Abschnitt und an einen leitfähigen Ring (56, 58; 156, 157, 158, 159) angeschweißten Leiters (52, 54; 152, 153, 154, 155) verwirklicht wird, der den Kontaktstift umschließt.
3. Schutzvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß die elektrische Verbindung zwischen einem Kontaktstift (16) und dem entsprechenden leitfähigen Abschnitt des Entladers mittels ei-

nes Leiter-Niederschlags (52', 56') verwirklicht wird, der auf einem Isolierteil (20) gebildet wird, der von dem Kontaktstift durchquert wird und der in Berührung mit dem Kontaktstift und dem entsprechenden leitfähigen Abschnitt des Entladers steht.

5

Widerstandselement (10; 110, 111) auf zwei entgegengesetzten Seiten eines Isolierteils (20; 120) angeordnet ist, das ebenso wie der Entlader von den Kontaktstiften durchquert wird.

4. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche für den Schutz eines elektro-pyrotechnischen Systems mit zwei Widerstandselementen (110,111), die jedes mit zwei Kontaktstiften verbunden sind, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Entlader (130) außerdem wenigstens einen Hilfs-Durchschlagbereich (240,242) zwischen einem Kontaktstift (116,118), der mit dem einen Widerstandselement verbunden ist, und einem Kontaktstift (117,119), der mit dem anderen Widerstandselement verbunden ist, wobei der oder jeder Hilfs-Durchschlagbereich durch zwei leitfähige Abschnitte (148-249, 150-251) gebildet wird, die jeweils mit den entsprechenden Kontaktstiften (116-117, 118-119) verbunden sind, und einen Isolierteil (244,246) aufweist, der zwischen die leitfähigen Abschnitte gesetzt ist und der durch Niederschlag eines Isoliermaterials in dünner Schicht auf die eine dieser leitfähigen Abschnitte gebildet wird.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Entlader ein gemeinsames Substrat (132) aufweist, eine erste auf dem Substrat in einem oder mehreren Abschnitten ausgebildete Isolationsschicht (144), erste in verschiedenen Bereichen auf der ersten Isolationsschicht ausgebildete leitfähige Schichten (148-151), um die ersten Durchschlagbereiche (140-143) zwischen dem Substrat und jeweils jeder ersten leitfähigen Schicht anzuordnen, eine zweite durch Niederschlag in dünner Schicht auf wenigstens einer der ersten leitfähigen Schichten ausgebildete Isolierschicht (244,246) und eine zweite auf der zweiten Isolierschicht ausgebildete leitfähige Schicht (249,251), um wenigstens einen zweiten Durchschlagbereich (240,242) zwischen einer ersten und einer zweiten leitfähigen Schicht anzuordnen, wobei diese Schichten jeweils mit einem Kontaktstift des einen Widerstandselements und einem Kontaktstift des anderen Widerstandselements verbunden sind.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Entlader (30; 130) und das oder jedes

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

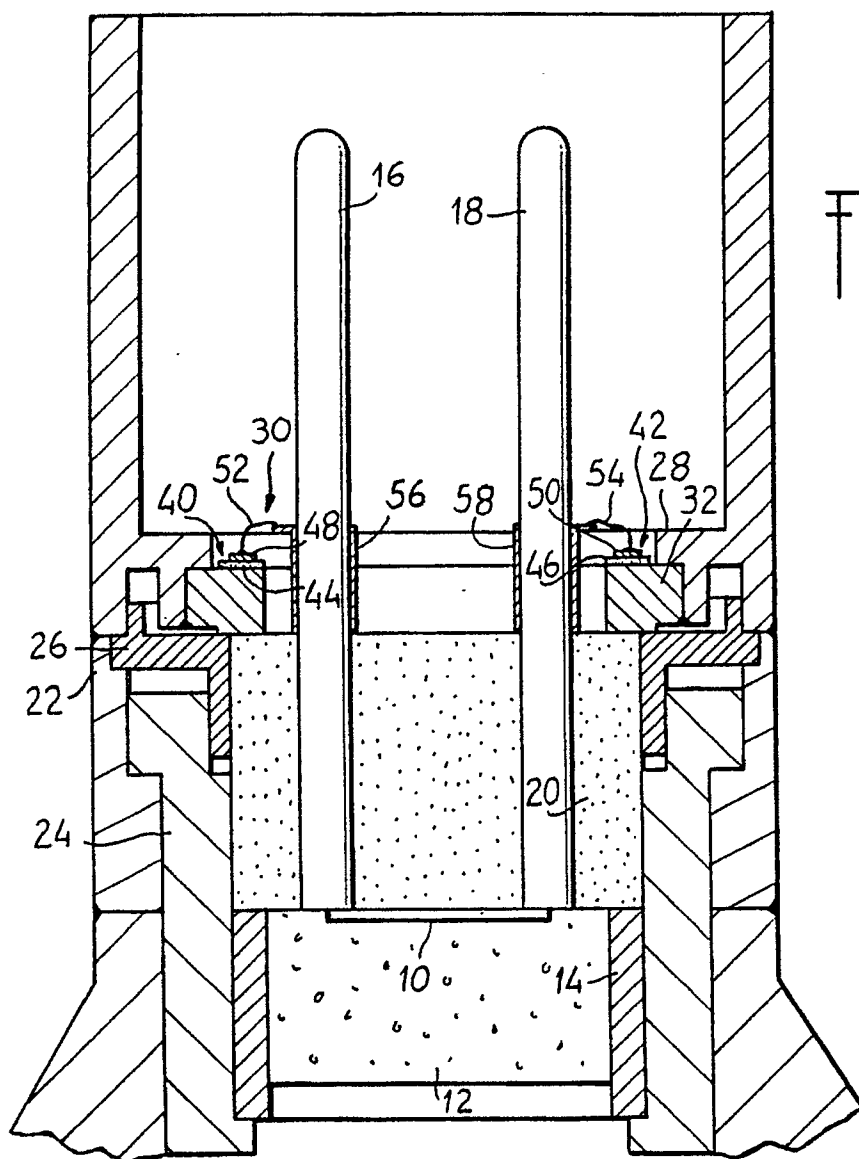


Fig. 1

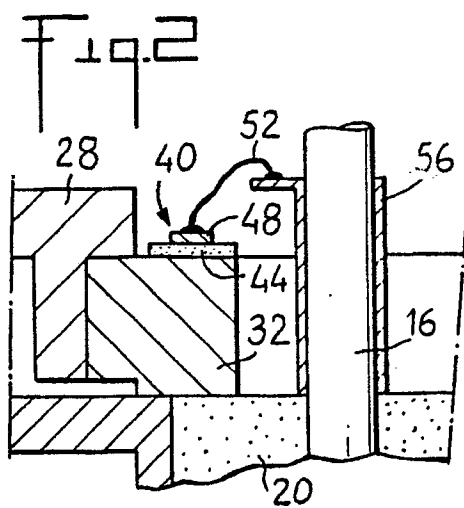


Fig. 2

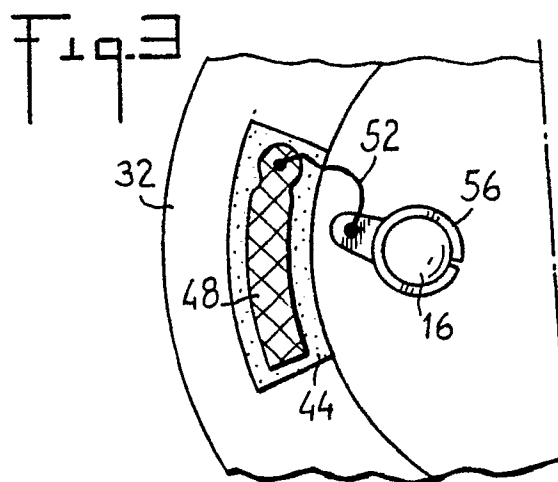
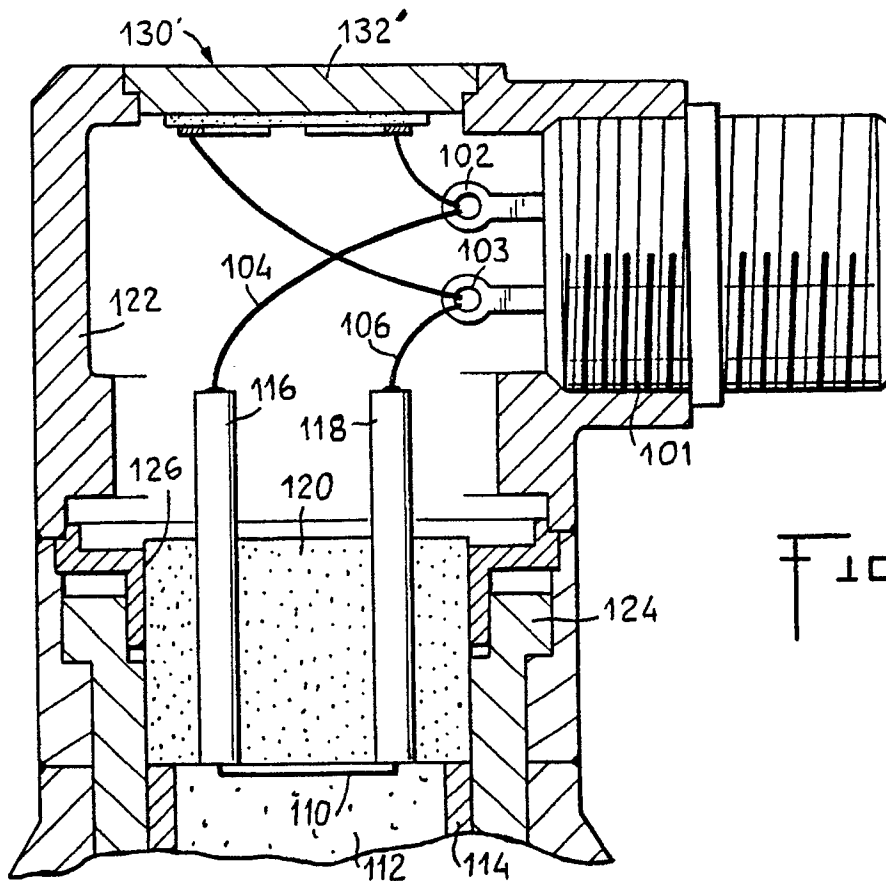
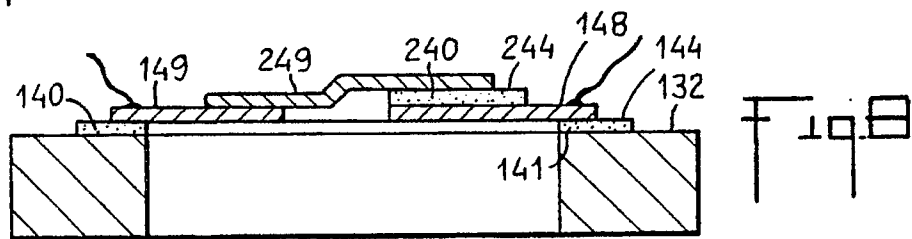
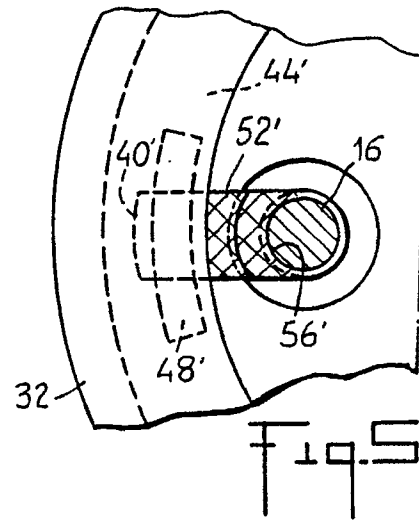
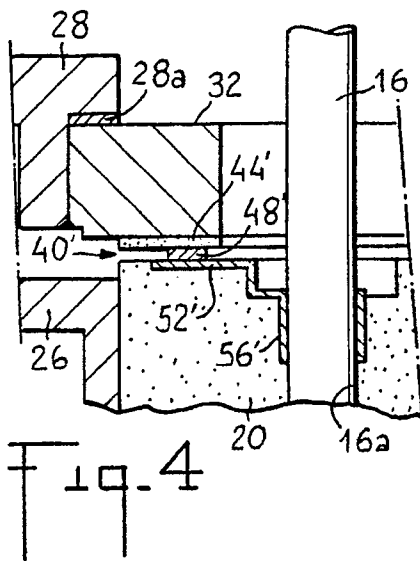


Fig. 3



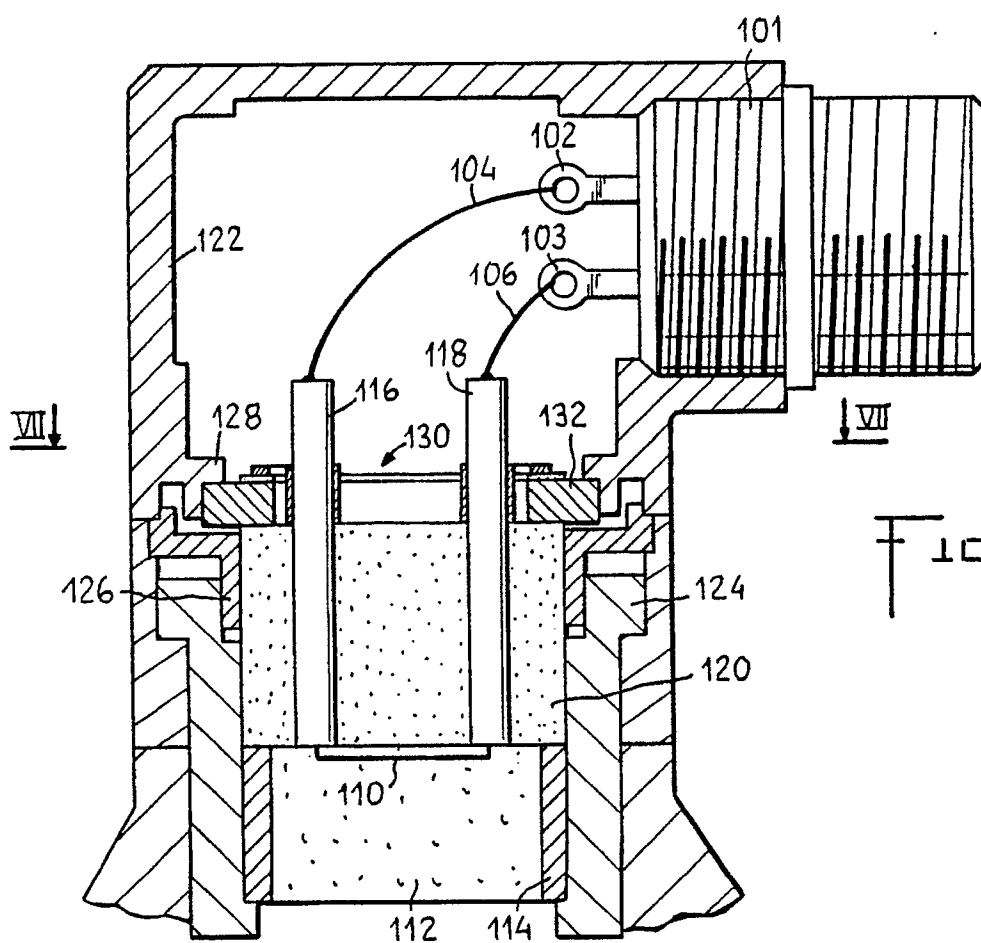


Fig. 6

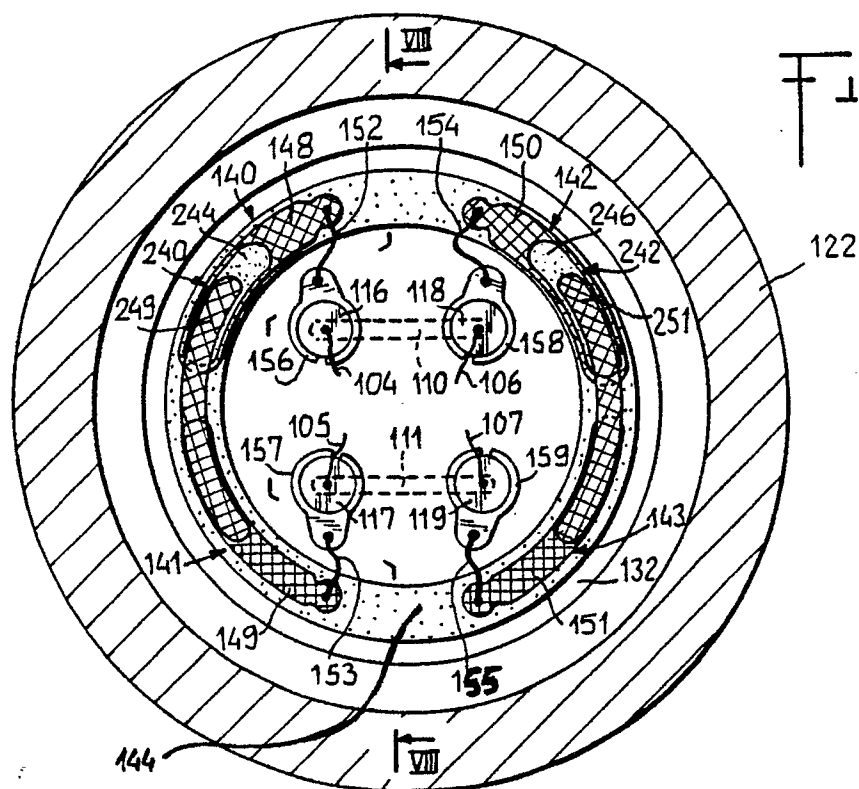


Fig. 7