



⑪ Numéro de publication : **0 534 840 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

②① Numéro de dépôt : 92402603.2

⑤¹ Int. Cl.⁵: **F42C 11/02**

②② Date de dépôt : 23.09.92

(30) Priorité : 24.09.91 FR 9111748

④3 Date de publication de la demande :
31.03.93 Bulletin 93/13

⑧4 Etats contractants désignés :
BE CH DE ES FR GB IE IT LI LU

**(71) Demandeur : ETIENNE LACROIX - TOUS
ARTIFICES SA
6, Boulevard de Joffrey
F-31600 Muret (FR)**

**(72) Inventeur : Vayssie, François Claude
Le Fauga
2, rue du Port, F-31410 Noe (FR)**

74 Mandataire : **Martin, Jean-Jacques et al**
Cabinet REGIMBEAU 26, Avenue Kléber
F-75116 Paris (FR)

54) Dispositif pyrotechnique sensible à l'écrasement, tel qu'un pétard de signalisation, une mine ou analogue.

(57) La présente invention concerne un dispositif pyrotechnique sensible à l'écrasement, tel qu'un pétard de signalisation, une mine, ou analogue.

Ce dispositif comporte, pour l'allumage d'une charge pyrotechnique utile (8), un corps piezo-électrique (16) dont les bornes (17, 18) sont raccordées à des électrodes (30, 36, 31) coopérant avec une charge pyrotechnique d'allumage (37), inflammable par étincelage; lors de l'apparition d'au moins une condition déterminée d'écrasement, des moyens d'actionnement (pédale 44) détectant cette apparition appliquent au corps piezo-électrique (16) une contrainte de compression qui fait apparaître entre ses bornes (17, 18) une haute tension provoquant elle-même l'apparition d'une étincelle ou d'un arc électrique entre les électrodes (30, 36, 31), l'inflammation de la charge pyrotechnique d'allumage (37), et l'allumage de la charge utile (8).

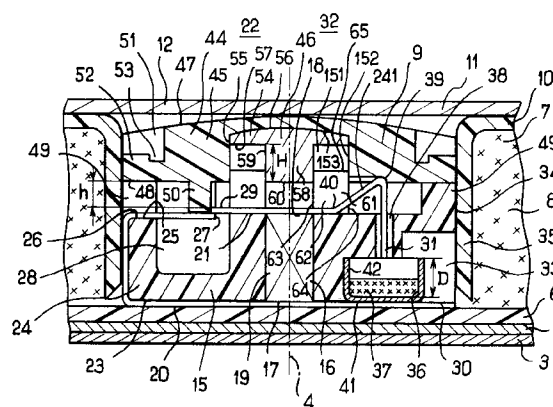


FIG. 3

La présente invention concerne un dispositif pyrotechnique sensible à l'écrasement tel qu'un pétard de signalisation, une mine ou analogue, comportant une charge pyrotechnique utile choisie dans un groupe comportant les charges déflagrantes et les charges militaires à effet thermique, déflagrant, détonant, fumigène ou éclairant, et un dispositif d'allumage comportant une charge pyrotechnique d'allumage en liaison pyrotechnique avec la charge utile et des moyens pour provoquer l'inflammation de la charge d'allumage et, par l'intermédiaire de celle-ci, l'allumage de la charge utile de façon commandée lors de l'apparition d'au moins une condition déterminée d'écrasement.

Un tel dispositif pyrotechnique est décrit par exemple dans la demande de brevet français N° 89 12981 déposée le 4 Octobre 1989 par la Demanderesse, sous forme d'un pétard de signalisation communément dénommé "pétard de voie", destiné à être posé sur une voie ferrée pour signaler, par une déflagration émise au passage d'un train, un danger imposant un arrêt d'urgence de celui-ci.

A cet effet, ce dispositif connu utilise, comme charge d'allumage, une composition pyrotechnique directement sensible à la compression qu'elle subit, entre des composants convenablement conformés du dispositif, lors de l'écrasement de celui-ci par une roue du train.

Le recours à une charge directement sensible à la compression, à titre de charge d'allumage, oblige à concilier un impératif de fiabilité du dispositif, conduisant à choisir une charge d'allumage particulièrement sensible à la compression afin d'offrir une certitude d'inflammation de cette charge d'allumage et, par l'intermédiaire de celle-ci, l'allumage de la charge utile déflagrante lors de l'écrasement du dispositif, et un impératif de sécurité de fabrication, de stockage et de manutention du dispositif, conduisant à choisir une charge d'allumage aussi peu sensible que possible aux chocs, ce qui implique également une faible sensibilité à la compression.

De ce fait, le pétard de voie muni du dispositif d'allumage connu, décrit par exemple dans la demande de brevet français précitée, ne donne pas totale satisfaction, dans la mesure où il ne peut présenter à la fois une sécurité et une fiabilité absolues.

Un problème analogue se pose dans le cas des mines, qui doivent être particulièrement sensibles à l'écrasement, dans des conditions déterminées, mais ne doivent pas mettre en danger les personnels de fabrication, de stockage et de manutention ; à cet effet, les mines sont généralement munies de dispositifs d'allumage complexes, c'est-à-dire à la fois coûteux et délicats à réaliser, d'une part, et sujets aux dysfonctionnement, d'autre part.

Le but de la présente invention est de remédier à ces inconvénients et, à cet effet, il est proposé un dispositif pyrotechnique sensible à l'écrasement, du type

indiqué en préambule, caractérisé en ce que la charge d'allumage est inflammable par étincelage, et en ce que les moyens pour provoquer l'inflammation de la charge d'allumage comportent :

- deux électrodes disposées respectivement de part et d'autre d'une zone déterminée de la charge d'allumage et mutuellement espacées d'une distance déterminée propre à permettre la création d'une étincelle électrique entre elles, à travers ladite zone de la charge d'allumage, pour enflammer cette dernière, au moins dans ladite condition déterminée d'écrasement,
- un corps piezo-électrique comportant deux bornes et susceptible de générer une haute tension entre celles-ci lorsqu'il est soumis à une contrainte de compression d'une valeur dépassant une valeur déterminée, selon une direction déterminée,
- un circuit de raccordement électrique de chaque borne du corps piezo-électrique à une électrode respective,
- des moyens d'actionnement pour détecter l'apparition de ladite condition déterminée d'écrasement et appliquer alors au corps piezo-électrique ladite contrainte de compression.

Dans la mesure où il n'est plus nécessaire que la charge d'allumage soit sensible à l'écrasement, on peut lui donner, ainsi qu'à la charge utile, une composition la rendant peu sensible aux chocs et accroître ainsi considérablement la sécurité de fabrication, de stockage et de manutention du dispositif, dont la sensibilité à l'apparition de la condition déterminée d'écrasement relève d'un choix et d'un calibrage appropriés des moyens d'actionnement, et non plus directement de la nature de la charge d'allumage.

La sécurité de fabrication, de stockage et de manutention du dispositif et sa fiabilité, en termes de certitude de fonctionnement lors de l'apparition de la condition déterminée d'écrasement, peuvent donc être optimisées indépendamment l'une de l'autre, sans incompatibilité.

On peut avantageusement choisir des moyens d'actionnement de type mécanique et l'on remarque qu'alors, le dispositif selon l'invention ne comporte pas de composant susceptible de perdre sa fonctionnalité au cours d'une longue période de temps, si bien qu'il n'impose pas d'intervention de surveillance et de maintenance. Cet avantage est particulièrement important si l'on tient compte de la difficulté de surveillance et de maintenance que présentent les dispositifs pyrotechniques du type concerné par la présente invention, soit du fait qu'ils doivent être conditionnés dans des étuis parfaitement étanches, comme c'est le cas des pétards de signalisation, soit parce qu'ils doivent rester eux-mêmes parfaitement étanches, comme c'est le cas des mines.

Sans contrôle et sans maintenance, un dispositif pyrotechnique conforme à la présente invention peut

ainsi rester propre à remplir sa fonction même après un long temps de stockage et, cependant, sa conception peut rester simple y compris quant aux moyens d'actionnement destinés à détecter l'apparition de la condition déterminée d'écrasement devant provoquer l'inflammation de la charge d'allumage et, par conséquent, l'allumage de la charge utile, et appliquer alors au corps piezo-électrique la contrainte de compression propre à générer la haute tension qui, transmise aux électrodes par le circuit de raccordement électrique, provoque cet étincelage.

Ces moyens d'actionnement peuvent être très divers, en fonction d'une part de choix d'implantation du corps piezo-électrique à l'intérieur du dispositif et d'autre part de la condition terminée d'écrasement dont l'apparition doit provoquer l'étincelage, à savoir généralement l'application plus ou moins brutale, par exemple par un véhicule, d'une charge d'orientation au moins approximativement déterminée, le plus souvent approximativement verticale, au dispositif occupant lui-même une orientation approximativement déterminée, le plus souvent approximativement horizontale, sur un support tel qu'un rail de chemin de fer, dans le cas d'un pétard de voie, ou le sol, dans le cas d'une mine.

Toutefois, pour éviter que le corps piezo-électrique ne génère la haute tension provoquant l'étincelage de façon accidentelle, sous l'action d'une contrainte de compression qui ne serait pas au moins approximativement orientée suivant ladite direction déterminée, on préfère que les moyens d'actionnement comportent un corps de poussée mobile par rapport au corps piezo-électrique suivant une trajectoire déterminée, sous l'effet de l'apparition de ladite condition déterminée d'écrasement, d'une position de repos qu'il occupe en dehors de ladite condition déterminée d'écrasement et dans laquelle le corps de poussée est fonctionnellement disjoint du corps piezo-électrique à une position d'activation qu'il occupe dans ladite condition déterminée d'écrasement et dans laquelle le corps de poussée est fonctionnellement en appui sur le corps piezoélectrique et ladite trajectoire présente ladite direction déterminée, de telle sorte que le corps de poussée applique ladite contrainte de compression au corps piezo-électrique.

On notera que la notion de corps de poussée fonctionnellement disjoint du corps piezo-électrique en position de repos inclut certes celle d'espacement physique entre le corps de poussée et le corps piezo-électrique mais n'implique pas nécessairement un tel espacement ; elle inclut aussi la possibilité d'un contact mutuel en position de repos, toutefois sans qu'il résulte de ce contact mutuel l'application de ladite contrainte de compression au corps piezo-électrique.

Naturellement, le mode de passage du corps de poussée de sa position de repos à sa position d'activation, lors de l'apparition de la condition déterminée

d'écrasement dans laquelle on désire provoquer l'étincelage, est étroitement fonction de la nature de cette condition.

A titre d'exemple non limitatif, de façon particulièrement simple et fiable et sous un encombrement suffisamment réduit pour être compatible avec la réalisation d'un pétard de voie comme d'une mine, dans le cas le plus fréquent où le dispositif selon l'invention est destiné à réagir à l'application d'une charge d'écrasement suivant une orientation déterminée alors qu'il repose dans une orientation déterminée sur un support tel qu'un rail de chemin de fer ou le sol, le corps piezo-électrique est avantageusement disposé, à l'intérieur du dispositif, de telle sorte que ladite direction déterminée de compression à laquelle il réagit coïncide avec ladite orientation déterminée de la charge, auquel cas le corps de poussée peut avantageusement constituer une pédale de détection de l'apparition d'une charge d'écrasement suivant ladite direction déterminée, cette pédale étant sensible à une poussée ou à un choc appliqué dans ladite condition déterminée d'écrasement, suivant ladite direction déterminée, de la position de repos vers la position d'activation.

De préférence, le dispositif selon l'invention comporte des moyens de sécurité propres à éviter un étincelage accidentel, c'est-à-dire survenant hors de l'apparition de ladite condition déterminée d'écrasement, et ces moyens de sécurité peuvent présenter divers aspects, qui peuvent être cumulés à volonté dans un même dispositif.

Ainsi, le dispositif selon l'invention peut avantageusement comporter des moyens de sécurité mécanique à l'encontre d'une application accidentelle de ladite contrainte de compression, conduisant à l'étincelage, au corps piezo-électrique.

Lorsque, de façon préférée, les moyens d'actionnement comportent un corps de poussée comme on l'a indiqué précédemment, notamment un corps de poussée formant pédale, ces moyens de sécurité mécanique peuvent avantageusement comporter des moyens de retenue du corps de poussée en position de repos, propres à libérer le corps de poussée sous l'effet de l'apparition de ladite condition déterminée d'écrasement, et par exemple à libérer automatiquement le corps de poussée lorsque celui-ci, en position de repos, reçoit un effort dépassant un seuil prédéterminé, orienté vers sa position d'activation. Les moyens de retenue peuvent être alors constitués, par exemple, sous forme de ponts de matière sensibles au cisaillement, retenant le corps de poussée en position de repos et se cisillant lors de l'apparition de cet effort dépassant un seuil déterminé, ou encore sous d'autres formes. Naturellement, on peut également prévoir des moyens de retenue du corps de poussée en position de repos quant à eux propres à être actionnés à volonté lors de la mise en service du dispositif, pour libérer alors le corps de poussée en

vue d'un passage à sa position d'activation à l'apparition de ladite condition déterminée d'écrasement, par exemple sous la forme d'une goupille détachable à volonté. Aux moyens de retenue du corps de poussée en position de repos, propres à libérer automatiquement celui-ci lors de l'apparition de ladite condition déterminée, peuvent avantageusement être associés, dans certaines applications, des moyens de sollicitation élastique du corps de poussée de la position de repos vers sa position d'activation, lesquels provoquent un passage énergétique du corps de poussée de sa position de repos à sa position d'activation dès lors qu'il est libéré de l'action des moyens de retenue, ce qui se traduit à l'arrivée en position d'activation par l'application, au corps piezo-électrique, d'un choc provoquant lui-même l'étincelage ; le corps de poussée se comporte alors comme une masse inertielle lorsqu'il est libéré vis-à-vis des moyens de retenue ; il est ainsi possible d'utiliser un corps piezo-électrique moins sensible, c'est-à-dire offrant lui-même une sécurité accrue vis-à-vis d'un étincelage accidentel.

Les moyens de sécurité peuvent également être des moyens de sécurité électrique, propres à empêcher une création accidentelle de ladite étincelle en cas d'application accidentelle de ladite contrainte de compression, normalement propre à provoquer l'étincelage, au corps piezo-électrique.

Lorsque les moyens d'actionnement comportent un corps de poussée comme on l'a indiqué plus haut, notamment un corps de poussée formant pédale, ces moyens de sécurité électrique peuvent comporter, dans le circuit de raccordement électrique de chaque borne du corps piezo-électrique à une électrode respective, un interrupteur couplé mécaniquement au corps de poussée de façon à être ouvert lorsque le corps de poussée est en position de repos et fermé lorsque le corps de poussée est en position d'activation. En variante ou cumulativement, les moyens de sécurité électrique peuvent également comporter un circuit auxiliaire raccordant électriquement les bornes du corps piezo-électrique et un interrupteur intercalé dans ce circuit auxiliaire et couplé mécaniquement au corps de poussée de façon à être fermé lorsque le corps de poussée est en position de repos et ouvert lorsque le corps de poussée est en position d'activation. Également en variante ou en complément, les moyens de sécurité électrique peuvent également comporter des moyens de guidage de l'une, au moins, des électrodes vis-à-vis d'un mouvement de rapprochement ou d'éloignement vis-à-vis de l'autre électrode, et des moyens d'accouplement entre le corps de poussée et ladite électrode guidée de telle sorte que les électrodes soient mutuellement espacées d'une distance supérieure à ladite distance déterminée et trop grande pour permettre la création d'une étincelle électrique entre elles, à travers ladite zone de la charge, en cas d'application accidentelle

de ladite contrainte de compression au corps piezo-électrique, alors que le corps de poussée est en position de repos, et soient espacées de ladite distance déterminée lorsque le corps de poussée est en position d'activation ; ainsi, il est nécessaire que le corps de poussée soit passé de sa position de repos à sa position d'activation pour que les électrodes se trouvent placées, l'une par rapport à l'autre, à une distance propre à permettre un étincelage entre elles ; naturellement, ce dernier mode de réalisation des moyens de sécurité électrique suppose que le dispositif d'allumage électrique forme une unité de structure regroupant le corps piezo-électrique, les moyens d'actionnement, les électrodes, la charge et le circuit de raccordement.

De façon générale, le dispositif d'allumage électrique selon l'invention peut former une telle unité de structure, mais il peut également former deux unités de structure disjointes, dont l'une regroupe le corps piezoélectrique et les moyens d'actionnement, dont l'autre regroupe les électrodes, la charge d'allumage et la charge utile, et qui sont raccordées mutuellement par le circuit de raccordement électrique, ou plus précisément par un câble de raccordement électrique faisant partie de ce circuit. Ainsi, dans le cas d'un pétard de signalisation, on peut dissocier le corps piezo-électrique et les moyens d'actionnement, d'une part, nécessairement placés sur la voie, et les électrodes et les charges pyrotechniques respectivement inflammable par étincelage et déflagrante, d'autre part, qu'il peut être préférable de placer à côté de la voie, afin de rendre la déflagration plus facilement audible par le mécanicien d'un train ; dans le cas d'une mine, on peut décaler l'emplacement de l'unité contenant notamment la charge utile par rapport à l'unité comprenant les moyens d'actionnement, par exemple pour tenir compte du déplacement d'un véhicule à détruire entre le moment où il applique aux moyens d'actionnement une charge d'écrasement, provoquant la mise en contrainte du corps piezo-électrique, et le moment où la charge utile agit.

Naturellement, l'implantation des différents composants d'un dispositif selon l'invention peut être librement choisie par l'Homme du métier, en fonction d'impératifs notamment d'encombrement.

A cet égard, un mode de réalisation particulièrement avantageux du dispositif selon l'invention, lorsque celui-ci forme une seule unité, se caractérise en ce que la charge d'allumage est alignée avec le corps de poussée et l'une des bornes du corps piezo-électrique et intercalée entre eux, suivant ladite direction déterminée, en ce que le corps de poussée définit l'une des électrodes, d'un côté de la charge d'allumage, et en ce que l'autre électrode est intercalée entre la charge d'allumage et ladite borne du corps piezo-électrique, de l'autre côté de la charge d'allumage, et en contact de conduction électrique avec ladite borne au moins lorsque le corps de poussée est en position

d'activation.

Alors, l'interrupteur précité, couplé mécaniquement au corps de poussée de façon à être ouvert lorsque le corps de poussée est en position de repos et fermé lorsque le corps de poussée est en position d'activation, peut être avantageusement réalisé sous forme d'une discontinuité dans ledit contact mutuel de conduction électrique lorsque le corps de poussée est en position de repos ; on conçoit aisément que cette discontinuité disparaisse en rétablissant ledit contact mutuel de conduction électrique dès lors que le corps de poussée parvient en position d'activation.

On remarquera qu'il en résulte un mode de réalisation particulièrement simple et fiable du dispositif selon l'invention.

Lorsque l'on craint que, dans certaines circonstances, l'inertie du dispositif selon l'invention entre l'apparition de la condition déterminée d'écrasement et le fonctionnement de la charge pyrotechnique utile ne soit trop importante, compte tenu par exemple de la vitesse du train dont il s'agit d'avertir le conducteur dans le cas d'un pétard de voie ou de la vitesse d'un véhicule à détruire dans le cas d'une mine, plus particulièrement lorsque le dispositif se présente sous la forme d'une unité unique, on peut prévoir de perfectionner ce dispositif de telle sorte que la charge d'allumage soit inflammable non seulement par étincelage, mais également par percussion, soit par constitution de cette charge d'allumage sous forme de deux charges dont l'une est sensible à l'étincelage et l'autre à la percussion, soit par réalisation d'une charge unique inflammable aussi bien par étincelage que par percussion ; alors, on prévoit que les moyens pour provoquer l'inflammation de la charge d'allumage comportent des moyens de percussion de celle-ci lors de l'apparition de ladite condition déterminée d'écrasement.

A cet effet, lorsque le dispositif se présente sous la forme d'une unité unique dans laquelle la charge d'allumage est alignée avec le corps de poussée, définissant l'une des électrodes, et l'une des bornes du corps-piezo électrique et intercalée entre eux, suivant ladite direction déterminée, et dans laquelle l'autre électrode et ladite borne du corps piezo-électrique sont en contact mutuel de conduction électrique lorsque le corps de poussée est en position d'activation, avec discontinuité dans ce contact mutuel de conduction électrique lorsque le corps de poussée est en position de repos, on peut avantageusement prévoir que la charge d'allumage soit solidaire d'une première électrode et disjointe de la deuxième électrode lorsque le corps de poussée est en position de repos, et que la deuxième électrode soit conformée en percuteur ; ainsi, l'apparition de la condition déterminée d'écrasement provoque simultanément à la fermeture du circuit de raccordement électrique des bornes du corps piezo-électrique aux électrodes, de façon à provoquer l'étincelage entre elles, au sein de la charge

d'allumage, une percussion de cette dernière avec pour effet son allumage si cette percussion est suffisamment énergique, du fait d'un écrasement particulièrement brutale du dispositif ; à cet effet, par exemple, la première électrode peut être constituée par le corps de poussée et la deuxième électrode est solidaire de ladite borne du corps piezo-électrique.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description ci-dessous, relative à quelques exemples non limitatifs de mise en oeuvre, ainsi que des dessins annexés qui font partie intégrante de cette description.

- La figure 1 montre, en vue de dessus, un pétard de signalisation selon l'invention, d'un type défini de façon générale dans la norme française NF-F 54-0011 d'Octobre 1982, destiné à être fixé sur le champignon d'un rail de chemin de fer pour émettre une déflagration sous la charge d'une roue d'un convoi ferroviaire ; le pétard est supposé ainsi fixé sur le champignon d'un rail.

- La figure 2 montre une vue de ce pétard en coupe par un plan moyen de symétrie perpendiculaire au rail et repéré en II-II à la figure 1.

- Les figures 3 et 4 montrent un premier exemple de dispositif d'allumage piezo-électrique susceptible d'équiper le pétard illustré aux figures 1 et 2, en une vue analogue à celle de la figure 2 et à plus grande échelle, respectivement avant et après application de la charge provoquant la déflagration.

- Les figures 5 et 6 montrent, en des vues correspondant respectivement à celle de la figure 3 et à celle de la figure 4, un deuxième exemple de réalisation de dispositif d'allumage piezo-électrique susceptible d'équiper le pétard illustré aux figures 1 et 2.

- Les figures 7 et 8 montrent, en des vues correspondant respectivement à celle de la figure 3 et à celle de la figure 4, un troisième exemple de réalisation de dispositif d'allumage piezo-électrique susceptible d'équiper le pétard illustré aux figures 1 et 2.

- Les figures 9 et 10 montrent, en des vues correspondant respectivement à celle de la figure 3 et à celle de la figure 4, un quatrième exemple de réalisation de dispositif d'allumage piezo-électrique susceptible d'équiper le pétard illustré aux figures 1 et 2.

- La figure 11 illustre, en une vue analogue à celle des figures 3, 5, 7, 9, une variante de réalisation du pétard illustré aux figures 1 et 2, avec générateur piezo-électrique dissocié de la charge pyrotechnique inflammable par étincelage et de la charge pyrotechnique déflagrante.

- La figure 12 montre une autre variante de réalisation du pétard de voie illustré aux figures 1 et 2, supposé fixé sur le champignon d'un rail, en une vue en coupe par un plan moyen de symétrie

coïncidant sensiblement avec un plan longitudinal médian du rail.

- Les figures 13 et 14 montrent un premier exemple de dispositif d'allumage piezo-électrique susceptible d'équiper le pétard illustré à la figure 12, en une vue analogue à celle de la figure 12 et à plus grande échelle, respectivement avant et après application de la charge provoquant la déflagration.

- Les figures 15 et 16 montrent un deuxième exemple de dispositif d'allumage piezo-électrique susceptible d'équiper le pétard illustré à la figure 12, en une vue analogue à celle de la figure 12 et à plus grande échelle, respectivement avant et après application de la charge provoquant la déflagration.

On se référera en premier lieu aux figures 1 à 10 où l'on a illustré un pétard de signalisation communément dénommé "pétard de voie" de conception générale connue, décrite par exemple dans la demande de brevet français N° 89 12981 du 4 Octobre 1989 de la Demanderesse, si l'on excepte la nature piezo-électrique du dispositif d'allumage mis en oeuvre, laquelle est par contre caractéristique de la présente invention.

On rappellera simplement que ce pétard 1, destiné à être fixé provisoirement sur le champignon 2 d'un rail, au moyen de griffes 3, dans une position dans laquelle il présente un axe 4 approximativement vertical et qui servira de référence pour la suite de la description, comprend :

- une coupelle inférieure 5 métallique, approximativement horizontale, sous laquelle les griffes 3 sont fixées par exemple par rivetage, de façon non représentée,
- une pièce en matière plastique 6 positionnée sur la coupelle inférieure 5, cette pièce 6 servant de fond à un conteneur 7 à poudre déflagrante 8, de forme générale annulaire, approximativement de révolution autour de l'axe 4,
- un dispositif d'allumage 9 qui est porté par la pièce 6 suivant l'axe 4 et de ce fait entouré par le conteneur 7 à poudre déflagrante 8, et dont quatre exemples de réalisation seront décrits respectivement en référence aux figures 3 et 4, 5 et 6, 7 et 8, 9 et 10,
- une autre pièce en matière plastique 10 disposée autour du dispositif d'allumage 9 et formant avec la pièce 6 précitée le conteneur 7 à poudre déflagrante 8,
- une coupelle supérieure 11 métallique, enfermant avec la coupelle inférieure 5 sur laquelle elle est sertie périphériquement l'ensemble des composants précités du pétard, à savoir les pièces 6 et 10 délimitant le conteneur 7 à poudre déflagrante 8, c'est-à-dire ce conteneur 7 lui-même et la poudre déflagrante 8, ainsi que le dispositif d'allumage 9.

A cet effet, alors que la coupelle inférieure 5 présente une forme générale plate, perpendiculaire à l'axe 4, la coupelle supérieure 11 n'est plate et perpendiculaire à l'axe 4 que dans une zone centrale 12 couvrant par le haut le dispositif d'allumage 9 et partiellement le conteneur 7, et présente autour de cette zone centrale 12 une zone périphérique 13 tronconique de révolution autour de l'axe 4, divergeant vers le bas en enveloppant le conteneur 7 dans le sens d'un éloignement par rapport à l'axe 4 et raccordant ainsi la zone centrale 12 de la coupelle supérieure 11 à la périphérie de la coupelle inférieure 5, où est effectué le sertissage 14.

Les coupelles inférieure 5 et supérieure 11 sont par exemple réalisées en aluminium ou alliage d'aluminium conformément aux enseignements de la demande de brevet français précitée, ou encore en laiton. Toutefois, il est bien entendu que seule la conception du dispositif d'allumage 9 est caractéristique de la présente invention et qu'un tel dispositif d'allumage pourrait être intégré à des pétards de voie d'autre conception sans que l'on sorte pour autant du cadre de la présente invention.

Comme le montre la figure 1, l'axe 4 est défini par l'intersection de deux plans liés au pétard 1, à savoir un plan 212 qui se confond au moins approximativement avec un plan longitudinal médian du rail et un plan 213 perpendiculaire au plan 212 et ainsi disposé approximativement perpendiculairement au plan longitudinal médian du rail, ces deux plans 212 et 213 constituant des plans de symétrie pour les griffes 3, et le dispositif d'allumage 9 est allongé suivant le plan 213, symétrique par rapport à ce dernier et localisé symétriquement par rapport au plan 212 ; le plan 213 se confond avec le plan de coupe II-II des figures 3 à 10.

Dans chacun de ses modes de réalisation illustrés, le dispositif d'allumage 9 comporte un socle 15 rigide, électriquement isolant et par exemple en matière plastique ; ce socle 15, qui constitue une partie inférieure du dispositif d'allumage 9, est directement porté par la pièce 6 dont il est rendu solidaire par tout moyen approprié, et éventuellement par réalisation en monobloc avec cette pièce 6.

Suivant l'axe 4, le socle 15 enferme un corps piezo-électrique 16 sensible à une contrainte de compression suivant cet axe 4, c'est-à-dire propre à émettre une haute tension entre deux bornes 17, 18 tournées respectivement vers le bas et vers le haut, lorsqu'il est soumis suivant l'axe 4 à une contrainte de compression dépassant une valeur déterminée.

Pour recevoir le corps piezo-électrique 16, le socle 15 présente suivant l'axe 4 un logement 19 présentant une forme propre à retenir le corps piezo-électrique 16 à l'encontre de tout mouvement radial en référence à l'axe 4.

Ce logement 19 est toutefois ouvert vers le haut et vers le bas et le corps piezo-électrique 16 y est re-

tenu à l'encontre d'un coulisement suivant l'axe 4 par deux lames métalliques 20, 21 perpendiculaires à l'axe 4 et au plan 212 et mutuellement parallèles à ce niveau, dont la première est emprisonnée de façon solidaire entre le socle 15 et la pièce 6 et en contact de conduction électrique avec la borne 17 du corps piezoélectrique 16 et dont la deuxième longe le socle 15 par le dessus de celui-ci, sur lequel elle est retenue par tout moyen approprié et est en contact de conduction électrique avec la borne 18 du corps piezo-élec-

trique 16.

Les deux lames 20 et 21 présentent le plan 213 comme plan de symétrie respective.

D'un côté 22 du plan 212, ces deux lames 20 et 21 forment un interrupteur normalement fermé et, à cet effet, elles sont en contact mutuel de conduction électrique dans un état de repos illustré aux figures 3, 5, 7, 9 afin de court-circuiter alors les deux bornes 17 et 18 du corps piezo-électrique 16 afin d'annuler toute conséquence de l'application accidentelle, à celui-ci, d'une contrainte de compression suivant l'axe 4, alors qu'elles sont mutuellement disjointes dans un état d'activation illustré aux figures 4, 6, 8, 10 afin qu'alors, une contrainte de compression de valeur suffisante, c'est-à-dire dépassant ladite valeur déterminée, appliquée au corps piezo-électrique 16 suivant l'axe 4 se traduise par l'initiation de la poudre déflagrante 8 dans des conditions qui seront expliquées plus loin.

Plus précisément, à partir de la borne 17, la lame 20 s'étend perpendiculairement au plan 212, entre la pièce 6 et une face inférieure 23, perpendiculaire à l'axe 4, du socle 15, jusqu'à la jonction de cette face inférieure 23 avec une face latérale 24 du socle 15, quant à elle parallèle au plan 212 et tournée dans le sens d'un éloignement par rapport à l'axe 4 ; à ce niveau, la lame 20 s'infléchit à angle droit vers le haut, c'est-à-dire parallèlement à l'axe 4, pour longer cette face latérale 24 jusqu'à la jonction de celle-ci avec une face supérieure 25, perpendiculaire à l'axe 4, du socle 15 ; au niveau de cette jonction, la lame 20 s'infléchit à nouveau à angle droit, cette fois vers l'axe 4, pour présenter un retour 26 qui, à l'état de repos illustré aux figures 3, 5, 7, 9, est orienté perpendiculairement à l'axe 4 et au plan 212, vers lesquels le retour 26 présente une zone d'extrémité libre 27 en porte-à-faux au-dessus d'une cavité 28 aménagée dans la face supérieure 25 du socle 15, du côté 22 du plan 212, entre le logement 19 pour le corps piezo-électrique 16 et la face latérale 24 ; la lame 20 est suffisamment rigide pour rester perpendiculaire à l'axe 4, au niveau de son retour 26, dans la position de repos illustrée aux figures 3, 5, 7, 9, mais elle est néanmoins suffisamment flexible, élastiquement ou plastiquement, pour pouvoir gagner une conformation illustrée aux figures 4, 6, 8, 10 dans laquelle elle est incurvée vers le bas au niveau de sa zone extrême 27 et pénètre par cette zone dans la cavité 28.

La lame 21, quant à elle, repose sur la face supérieure 25 du socle 15, en étant perpendiculaire à l'axe 4 et au plan 212, de la borne 18 jusqu'à une zone extrême 29 également placée en porte-à-faux au-dessus de la cavité 28, de façon à chevaucher partiellement la zone d'extrémité 27 du retour 26 de la lame 20 au-dessus de cette cavité 28 et à établir ledit contact mutuel de conduction électrique dans la position de repos illustrée aux figures 3, 5, 7, 9 alors que ce contact cesse par incurvation de la zone extrême 27 sans déformation de la zone extrême 29 dans la position illustrée aux figures 4, 6, 8, 10.

Outre leur zone extrême 27, 29 respectivement, située du côté 22 du plan 212, les deux lames 20 et 21 présentent une zone extrême 30, 31, respectivement, de l'autre côté 32 de ce plan 212.

La conformation de ces zones extrêmes 30, 31 et la conformation correspondante du socle 15 varient selon les exemples de réalisation du dispositif d'allumage 9 illustrés respectivement aux figures 3 et 4, 5 et 6, 7 et 8, 9 et 10, d'une façon que l'on va décrire à présent.

Dans l'exemple de réalisation illustré aux figures 3 et 4, la lame 20 reste perpendiculaire à l'axe 4 et au plan 212 jusqu'à sa zone extrême 30, située sous une cavité 33 aménagée dans la face inférieure 23 du socle 15 du côté 32 du plan 212, laquelle cavité 33 débouche également dans le sens d'un éloignement par rapport à ce plan, dans une face latérale 34 du socle 15, laquelle est parallèle au plan 212, tournée dans le sens d'un éloignement par rapport à celui-ci et occupe une position symétrique de celle de la face latérale 24 par rapport à ce plan 212 ; en pratique, la cavité 33 débouche ainsi en regard d'une zone localisée 35 de la pièce 10.

À l'intérieur de la cavité 33 est logé, de façon solidaire du socle 15, un godet métallique 36 reposant vers le bas sur la zone extrême 30 de la lame 20, avec laquelle ce godet 36 est par conséquent en relation de conduction électrique par une zone de fond 41.

Le godet 36, ouvert vers le haut à l'intérieur de la cavité 33, contient une charge 37 d'une composition pyrotechnique déflagrante inflammable par étincelage et constitue, par son fond 41, une électrode raccordée à la borne 17 du corps piezo-électrique 16 en vue de la création d'une étincelle propre à provoquer l'inflammation de la composition pyrotechnique 37.

La zone extrême 31 constitue l'autre électrode, raccordée à la borne 18 du corps piezo-électrique 16 et, à cet effet, est orientée parallèlement à l'axe 4 et au plan 212, vers le bas, au-dessus du godet 36, à l'intérieur d'un passage 38 aménagé à cet effet entre la face supérieure 25 du socle 15 et la cavité 33 de celui-ci.

La zone extrême 31 de la lame 21 est montée au coulisement parallèlement à l'axe 4 dans le passage 38 et, dans la position de repos illustrée à la figure 3, forme une saillie au-dessus de la face supérieure 25

du socle 15 de façon à ne se raccorder à cette dernière, entre le passage 38 et la borne 18, que par l'intermédiaire de deux coudes 39, 40 ; le coude 39 est situé en position de repos au-dessus de la face 25, à distance de celle-ci, et raccorde la zone extrême 31 de la lame 21 à un tronçon 241 de celle-ci descendant du coude 39 vers le coude 40, dans le sens d'un rapprochement à la fois vis-à-vis de la face 25 du socle 15, au niveau de laquelle ce coude 40 est situé, et d'un rapprochement vis-à-vis de l'axe 4 et du plan 12.

Lorsque la lame 20 présente sa conformation illustrée à la figure 3, correspondant à l'état de repos, la zone extrême 31 est espacée du fond 41 du godet 36, parallèlement à l'axe 4, d'une distance D trop importante pour que, en cas d'apparition accidentelle d'une haute tension entre les bornes 17 et 18 du corps piezo-électrique 16 alors que les zones extrêmes 27 et 29 des lames 20 et 21 sont disjointes, autorisant ainsi l'apparition d'une différence de potentiel entre les deux électrodes constituées respectivement par le fond 41 du godet 36 et par la zone extrême 31 de la lame 21, il se forme entre ces dernières une étincelle ou un arc électrique, à travers la zone de la charge pyrotechnique 37 située entre elles.

Par contre, grâce à la conformation qui vient d'être décrite, la lame 21 peut également se déformer plastiquement ou élastiquement pour prendre la conformation illustrée à la figure 4, dans laquelle son tronçon 241 s'applique pratiquement contre la face supérieure 25 du socle 15 avec disparition pratiquement complète du coude 40, passage du coude 39 pratiquement à l'angle droit et coulissement de la zone extrême 31 vers le bas dans le passage 38, de telle sorte que la zone extrême 31 se rapproche suffisamment du fond 41 du godet 36, le cas échéant en pénétrant à l'intérieur de la charge pyrotechnique 37 comme on l'a illustré à la figure 4, pour que la distance d, mesurée parallèlement à l'axe 4, entre les électrodes ainsi constituées par la zone extrême 31 de la lame 21 et le fond 41 du godet 36 permette la création d'une étincelle ou d'un arc électrique entre elles, pour enflammer la charge pyrotechnique 37, si le corps piezo-électrique 16 est soumis parallèlement à l'axe 4 à une contrainte de compression provoquant l'apparition d'une haute tension entre ses bornes 17 et 18 ; alors, comme le montre la figure 4, la charge pyrotechnique 37 s'enflamme en provoquant la formation de gaz chauds qui s'échappent de la cavité 33 au niveau de la face 34 du socle 14 et, en provoquant une déformation localisée de la pièce 10, enflamment la charge de poudre déflagrante 8 provoquant elle-même l'ouverture du conteneur 7 et de la coupelle supérieure 11 et l'émission du signal détonant recherché.

Dans l'exemple illustré aux figures 5 et 6, la zone extrême 30 de la lame 20 est inchangée, par rapport à ce qui a été décrit en référence aux figures 3 et 4, de même que son mode de coopération avec le godet

36 logeant la charge 37 d'une composition pyrotechnique déflagrante, lui-même logé à l'intérieur d'une cavité 33 analogue à la cavité 33 précédemment décrite, si ce n'est qu'elle est par ailleurs emplie d'une charge pyrotechnique 40 à effet thermique qui, notamment, se trouve ainsi placée au contact de la charge 37 de composition pyrotechnique déflagrante et affleure la face 34 du socle 15.

On retrouve également dans cet exemple le passage 38 qui, toutefois, ne débouche pas vers le godet 36 centralement par rapport à celui-ci, c'est-à-dire en regard de son fond 41, mais latéralement par rapport au godet 36, en regard du rebord 42 de celui-ci.

Dans cet exemple, les éventuelles capacités de déformation de la lame 21 ne sont pas utilisées, et la lame 21 longe la face supérieure 25 du socle 15, en conservant son orientation perpendiculaire à l'axe 4 et au plan 12, de la borne 18 du corps piezo-électrique 16 jusqu'au passage 38, au niveau duquel elle s'infléchit vers le bas à 90°, sous forme d'une zone extrême 31 orientée comme on l'a décrit en référence aux figures 3 et 4, c'est-à-dire parallèle à l'axe 4 et au plan 12 et tournée vers le bas ; parallèlement à l'axe 4, la zone extrême 31 de la lame 21, constituant une première électrode, est distante du rebord 42 du godet 36, constituant la deuxième électrode, d'une distance δ telle que, lorsqu'une haute tension apparaît entre les bornes 17 et 18 du corps pyrotechnique 16 mis en contrainte de compression parallèlement à l'axe 4 alors que les zones extrêmes 27 et 29 des deux lames 20 et 21 sont mutuellement disjointes, comme il est illustré à la figure 6, il s'établit entre les électrodes ainsi constituées, à travers la composition pyrotechnique 40, une étincelle ou un arc électrique provoquant l'inflammation de cette charge 40, provoquant elle-même l'inflammation de la charge 37 qui provoque quant à elle, après déformation localisée de la pièce 10 en regard de la cavité 33, l'inflammation de la poudre déflagrante 8 et les phénomènes qui en résultent, et qui ont été décrits précédemment en référence aux figures 3 et 4.

La géométrie de la cavité 33 peut être aisément déterminée pour un Homme du métier de telle sorte que l'entrefer entre les électrodes constituées respectivement par la zone extrême 31 de la lame 21 et par le rebord 42 du godet 36 communique plus largement avec l'intérieur de celui-ci, c'est-à-dire avec la charge 37, qu'avec le débouché de la cavité 33 dans la face latérale 34 du socle 15.

L'exemple de réalisation illustré aux figures 7 et 8 diffère de l'exemple de réalisation illustré aux figures 5 et 6 par le fait que la charge 37 de composition pyrotechnique déflagrante est logée directement dans la cavité 33, en l'absence du godet 36 précédemment décrit, et emplit intégralement cette cavité 33 jusqu'à affleurer la face latérale 34 du socle 15 ; il n'y a pas dans ce cas de charge 40 de composition à effet thermique ; en outre, dans cet exemple, la cavi-

té 33 ne débouche vers l'extérieur du socle 15 que par la face latérale 34 de celui-ci.

La lame 21 conserve la conformation décrite en référence aux figures 5 et 6, c'est-à-dire présente à titre d'électrode un tronçon extrême 31 orienté parallèlement à l'axe 4 et au plan 212 et pénétrant à l'intérieur de la cavité 33 par un passage 38 raccordant, à l'intérieur du socle 15, la cavité 33 à la face supérieure 25 de ce socle 15.

Pour palier l'absence du godet 36 en tant qu'électrode, la zone extrême 30 de la lame 20 est quant à elle incurvée à 90° vers le haut, parallèlement à l'axe 4 et au plan 212, pour pénétrer dans la cavité 33, à travers le socle 15, par l'intermédiaire d'un passage 43 aménagé dans ce dernier, entre sa face inférieure 23 et la cavité 33, dans l'alignement du passage 38 parallèlement à l'axe 4.

Les zones extrêmes 30 et 31 des lames 20 et 21 sont ainsi placées directement en regard l'une de l'autre à l'intérieur de la charge 37, et mutuellement espacées, parallèlement à l'axe 4, d'une distance 4 telle que l'apparition d'une haute tension entre les bornes 17 et 18 du corps piezo-électrique 16 alors que les zones extrêmes 27 et 29 des lames 20 et 21 sont mutuellement disjointes, comme le montre la figure 8, provoque une étincelle ou un arc électrique à l'intérieur de la charge pyrotechnique 37 et, ainsi, provoque l'inflammation de celle-ci provoquant elle-même la déformation localisée de la pièce 10 en regard de la cavité 33 et l'inflammation de la poudre déflagrante 8, avec les effets qui en découlent et qui ont été décrits précédemment.

L'exemple illustré aux figures 9 et 10 présente de grandes analogies avec celui qui est illustré aux figures 7 et 8 si ce n'est que la cavité 33 logeant la charge pyrotechnique 37 est disposée à l'intérieur du conteneur 7 au lieu d'en être séparée, à l'état de repos, par la pièce 10.

A cet effet, en comparaison avec les exemples précédemment décrits, le socle 15 est prolongé dans le sens d'un éloignement par rapport au plan 212, du côté 32 de celui-ci, jusqu'à pénétrer à l'intérieur du conteneur 7, et la cavité 35 est aménagée dans la face supérieure 25 du socle 15.

Corrélativement, la zone extrême 31 de la lame 21 est orientée perpendiculairement à l'axe 4 et au plan 12, et tournée dans le sens d'un éloignement par rapport à ces derniers, pour pénétrer dans la cavité 35 par un passage 38 lui-même perpendiculaire au plan 212; la lame 20, quant à elle, s'incurve à 90° vers le haut pour longer la face latérale 34 du socle 15 dans le sens d'un éloignement par rapport au plan 12 du côté 32 de celui-ci, puis s'incurve à nouveau à 90° pour pénétrer dans la cavité 33 par un passage 43 aligné avec le passage 38 perpendiculairement au plan 12; la zone extrême 30 de la lame 20 forme ainsi un retour vers l'axe 4 et le plan 212 à travers le passage 43, et pénètre ainsi dans la cavité 33, ainsi que dans

la charge pyrotechnique 37, directement en regard de la zone extrême 31 de la lame 21 et à une distance Δ de celle-ci définie comme précédemment.

Ainsi, lorsque le corps piezo-électrique 16 est soumis à une contrainte de compression provoquant l'apparition d'une haute tension entre ses bornes 17 et 18 et à supposer que les zones extrêmes 27 et 29 des lames 20 et 21 soient disjointes comme le montre la figure 10, entre les zones extrêmes 30 et 31 de ces lames 20 et 21 apparaît une étincelle ou un arc électrique qui provoque l'inflammation de la charge pyrotechnique 37 et, consécutivement, celle de la poudre déflagrante 8, avec les phénomènes qui s'ensuivent et qui ont été décrits précédemment.

Naturellement, en accord avec la fonction avec laquelle est destiné un pétard de voie, la déflagration de la poudre 8 et les phénomènes qui entraînent cette déflagration dans l'un et l'autre des exemples de réalisation précédemment décrits doivent résulter de l'écrasement du pétard 1, et plus précisément de la coupelle supérieure 11 de celui-ci, par une roue d'un véhicule ferroviaire, c'est-à-dire de l'application à la coupelle 11 d'une charge dirigée suivant l'axe 4 comme on l'a indiqué en F ou suivant une direction formant un angle de l'ordre de quelques degrés par rapport à cet axe comme on l'a indiqué en F₁; naturellement, la coupelle supérieure 11 est prévue pour résister sans écrasement à des charges ainsi appliquées restant inférieures à un seuil prédéterminé, et pour ne s'écraser que pour des charges ainsi appliquées dépassant ce seuil prédéterminé, ce qui se traduit par un rapprochement de sa zone centrale 12 vis-à-vis de la coupelle inférieure 5 soit avec préservation de leur parallélisme mutuel comme on l'a illustré dans la moitié de gauche des figures 4, 6, 8, 10, soit par une prise d'obliquité de la zone 12 par rapport à la coupelle inférieure 5, avec rapprochement mutuel dans le sens d'un éloignement par rapport au plan 212, comme on l'a illustré dans la moitié de droite des figures 4, 6, 8, 10; naturellement, ces considérations ne se rapportent qu'à une phase initiale de l'écrasement, lequel entraîne ensuite une destruction totale du pétard de voie 1.

Pour détecter l'application d'une charge parallèle à l'axe 4 ou formant un angle de quelques degrés seulement par rapport à celui-ci et dépassant un seuil prédéterminé, c'est-à-dire pour détecter le rapprochement consécutif de la zone centrale 12 de la coupelle supérieure 11 par rapport à la coupelle inférieure 5, avec ou sans prise d'obliquité, entre cette zone centrale 12 et le socle 15 est interposée dans chacun des exemples illustrés aux figures 3 à 10 une pédale 44 guidée au coulissement parallèlement à l'axe 5 par rapport au socle 15, entre une position limite de repos illustrée aux figures 3, 5, 7, 9, qui constitue pour cette pédale 44 une position haute, et une position limite d'activation illustrée aux figures 4, 6, 8, 10, qui constitue pour cette pédale une position basse dans la-

quelle la pédale 44 soumet le corps piezo-électrique 16 à une contrainte de compression suivant l'axe 4 dans des conditions telles qu'il y ait apparition entre les bornes 17 et 18 du corps piezo-électrique 16 d'une haute tension provoquant l'étincelage entre les électrodes constituées soit par le godet 36 et la zone extrême 31 de la lame 21 (figures 4 et 6), soit par les zones extrêmes 30 et 31 des lames 20 et 21 (figures 8 et 10), après que les zones extrêmes 27 et 29 des lames 20 et 21 aient été mutuellement dissociées.

A cet effet, la pédale 44 est constituée, de façon identique dans les différents exemples illustrés, de deux pièces à raison d'un plateau 45 isolant électriquement et propre à se rompre par cisaillement, et par exemple en matière plastique, et d'un corps de poussée 46 avantageusement métallique.

Le plateau 45 présente une forme générale plate, perpendiculaire à l'axe 2, entre une face supérieure bombée 47, placée au contact de la zone centrale 12 de la coupelle supérieure 11 au niveau de l'axe 4 et immédiatement autour de celui-ci, et une face inférieure plane 48 perpendiculaire à l'axe 4 et placée en regard de la face supérieure 25 du socle 15.

En position de repos, illustrée aux figures 3, 5, 7, 9, la pédale 44 repose localement par sa face 48 sur des colonnes 49 formant partie intégrante du socle 15 par rapport à la face supérieure 25 duquel ces colonnes 49 forment des saillies localisées parallèlement à l'axe 4, sur une même hauteur h mesurée à partir de la lame 21 dans les zones de celle-ci directement superposées à la face 25.

Sous la face inférieure 48 de la pédale 44 est prévu par réalisation en une seule pièce un téton 50 formant sous cette face 48, parallèlement à l'axe 4, une saillie sur une distance approximativement identique à h de telle sorte que, dans la position de repos illustrée aux figures 3, 5, 7, 9, ce téton 50 soit placé immédiatement au-dessus de la zone extrême 27 de la lame 20 en porte-à-faux au-dessus de la cavité 28 du socle 15 mais de façon légèrement décalée, dans le sens d'un éloignement par rapport au plan 212, par rapport à la zone extrême 29 de la lame 21. On remarque que la présence de ce téton 50 ne provoque pas de dissociation des zones extrêmes 27 et 29 des lames 20 et 21 lorsque la pédale 44 est en position de repos.

Pour permettre à la pédale 44 de gagner sa position d'activation lorsque la zone centrale 12 de la coupelle 11 tend à s'affaisser sous l'effet d'une charge dépassant un seuil prédéterminé, appliquée soit parallèlement à l'axe 4, soit sous un angle de l'ordre de quelques degrés par rapport à cet axe, le plateau 45 présente en regard de chacune des colonnes 49, dans sa face 44, une découpe respective 51 dégageant en regard de la colonne 49 associée une languette respective 52 constituant le moyen d'appui du plateau 45 sur la colonne 49 respectivement correspondante, cette languette 52 étant placée en porte-à-

faux par rapport au reste du plateau 45 et raccordée à celui-ci par un pont de matière 53 présentant parallèlement à l'axe 4 une épaisseur encore moindre, calibrée de telle sorte que ce pont de matière 53 se rompe par cisaillement lorsque le plateau 45 reçoit parallèlement à l'axe 4 ou sous un angle de quelques degrés par rapport à celui-ci un effort dépassant ledit seuil prédéterminé.

Alors, comme le montrent les figures 4, 6, 8, 10, les ponts de matière 53 se rompent et le plateau 45, disjoint des languettes 52 qui restent retenues par les colonnes 49, peut descendre vers le socle 15, sur une course h, jusqu'à ce que sa face 48 repose sur cette face 25 par l'intermédiaire de la lame 21.

Dans chacun des exemples de réalisation illustrés aux figures 3 à 10, ceci se traduit par l'enfoncement de la zone extrême 27 de la lame 20 dans la cavité 28 du socle 15 sous l'action du téton 50, c'est-à-dire par l'ouverture du court-circuit créé par les zones extrêmes 27 et 29 des lames 20 et 21, entre les bornes 17 et 18 du corps piezo-électrique 16, dans la position de repos. De plus, dans le cas de l'exemple illustré aux figures 3 et 4, ceci se traduit par un écrasement de la lame 21 entre le coude 44 et le tronçon extrême 31, et par la pénétration de ce dernier à l'intérieur du godet 36, jusqu'à la distance précitée d du fond 41 de celui-ci comme le montre la figure 4.

En outre, cette descente du plateau 45 sous l'effet d'une charge convenablement orientée, dépassant ledit seuil déterminé, doit s'accompagner de l'application, au corps piezo-électrique 16, d'une contrainte de compression axiale propre à provoquer l'apparition d'une étincelle ou d'un arc électrique entre les électrodes constituées comme on l'a indiqué précédemment.

Cette contrainte de compression est appliquée par le corps de poussée 46, solidaire du plateau 45 et plus précisément retenu de façon solidaire à l'intérieur d'un trou borgne 151 percé suivant l'axe 4 dans la face inférieure 48 de ce plateau 45.

Plus précisément, le trou borgne 151 est délimité par une face périphérique intérieure 152 cylindrique de révolution autour de l'axe 4, avec un rayon inférieur à la distance séparant de celui-ci le téton 50 de la face 48 dans chacun des exemples illustrés aux figures 3 à 10, le passage 38 dans les exemples illustrés aux figures 3 à 8, la cavité 35 dans l'exemple illustré aux figures 9 et 10, et les colonnes 49, en pratique localisées à proximité immédiate des faces latérales 24 et 34 du socle 15 de façon à permettre de localiser les languettes 52 à la périphérie du plateau 45 dans chacun de ces exemples. Le trou borgne 151 est en outre délimité par une face de fond 153 concave, également de révolution autour de l'axe 4.

Le corps de poussée 46, quant à lui, présente une tête 54 de solidarisation avec le plateau 45, laquelle tête 54 est délimitée respectivement dans le sens d'un éloignement par rapport à l'axe 4 et vers le haut

par une face périphérique extérieure 55 cylindrique de révolution autour de l'axe 4 avec un rayon identique à celui de la face périphérique intérieure 152 du trou borgne 151 et par une face supérieure 56 convexe, de révolution autour de l'axe 4 et étroitement complémentaire de la face de fond 153 du trou borgne 151.

Vers le bas, la tête 54 est délimitée par une face inférieure plane 57, annulaire de révolution autour de l'axe 4, laquelle face 57 se raccorde dans le sens d'un éloignement par rapport à celui-ci à la face périphérique extérieure 55 et se trouve placée en retrait par rapport à la face inférieure 48 du plateau 45, parallèlement à l'axe 4, une distance H supérieure à h.

Dans le sens d'un rapprochement par rapport à l'axe 4, la face inférieure 57 de la tête 54 se raccorde à un marteau 58 réalisé d'une pièce avec la tête 54, et plus précisément à une face périphérique extérieure 59, cylindrique de révolution autour de l'axe 4, de ce marteau 58.

Cette face périphérique extérieure 59, d'un rayon inférieur à celui de la face périphérique intérieure 152 du trou borgne 51 et au plus égal au rayon du logement 19, supposé cylindrique de révolution autour de l'axe 4, ou au rayon d'un cylindre géométrique de révolution autour de cet axe 4 et inscrit dans ce logement 19, s'étend vers le bas, à partir de la face inférieure 57 de la tête 54, sur la distance H précitée, et se raccorde vers le bas à une face inférieure plane 60 du marteau 58, laquelle face est perpendiculaire à l'axe 4 et ainsi coplanaire de la face inférieure 48 du plateau 45.

La face inférieure 60 du marteau 58 est ainsi placée en regard du corps piezo-électrique 16 suivant l'axe 4, avec interposition de la lame 21, et se trouve écartée de la hauteur h, vis-à-vis de cette lame 21, dans la position de repos illustrée aux figures 3, 5, 7, 9. Par contre, lorsque la pédale 44, comportant le plateau 45 et le corps de poussée 46 se comportant comme un tout solidaire, descend de la course h par rapport au socle 15 pour gagner la position d'activation illustrée aux figures 4, 6, 8, 10, la face 60 du marteau 58 vient au contact de la lame 20 pour appliquer au corps piezo-électrique 16, par l'intermédiaire de celle-ci, la contrainte de compression suivant l'axe 4 propre à provoquer l'apparition entre les bornes 17 et 18 du corps piezo-électrique 16 d'une haute tension aboutissant elle-même à l'étincelage entre les électrodes définies précédemment, les zones extrêmes 27 et 29 des lames 20 et 21 étant dissociées mutuellement.

Lors de la descente de la pédale 44 vers le socle 15, la face périphérique extérieure 59 du marteau 58 et la face périphérique intérieure 152 du trou borgne 151 assurent une fonction de guidage du plateau 45 vis-à-vis du socle 15, de telle sorte que le plateau 45 conserve sensiblement son orientation générale perpendiculaire par rapport à l'axe 4.

A cet effet, autour du logement 19 et plus précisément respectivement de part et d'autre de la lame 20, le socle 15 présente en saillie sur sa face supérieure 25, avantageusement par réalisation en une seule pièce, deux couronnes partielles 61 mutuellement symétriques par rapport au plan 13 et respectivement symétriques par rapport au plan 12.

Délimitées vers le plan 13 par des faces planes 62 parallèles à ce plan 13, les couronnes partielles 61 sont délimitées dans le sens d'un rapprochement vis-à-vis de l'axe 4 par une face périphérique intérieure 63 cylindrique de révolution autour de cet axe 4 avec un diamètre sensiblement identique à celui de la face périphérique extérieure 59 du marteau 58 et dans le sens d'un éloignement par rapport à l'axe 4 par une face périphérique extérieure 64 également cylindrique de révolution autour de l'axe 4, avec un diamètre sensiblement identique à celui de la face périphérique intérieure 152 du trou borgne 151. Vers le haut, chacune des couronnes partielles 61 est délimitée par une face supérieure plane 65 perpendiculaire à l'axe 4, et située à un niveau supérieur à celui de la lame 21, dans les zones de celle-ci directement superposées à la face supérieure 25 du socle 15, d'une distance supérieure à h et au plus égale à H, et par exemple égale à H dans l'exemple illustré, si l'on se réfère à l'état de repos illustré aux figures 3, 5, 7, 9.

Ainsi s'établit un contact de guidage au coulissement relatif parallèlement à l'axe 4 entre la face périphérique extérieure 59 du marteau 58 et la face périphérique intérieure 63 des couronnes partielles 61, d'une part, et entre la face périphérique extérieure 64 de ces couronnes partielles 61 et la face périphérique intérieure 152 du trou borgne 151, d'autre part, sans entrave au passage du plateau 45 de la position de repos illustrée aux figures 3, 5, 7, 9 à la position d'activation illustrée aux figures 4, 6, 8, 10.

Un Homme du métier comprendra aisément que les divers exemples de réalisation d'un pétard de voie selon l'invention, ainsi que les différents exemples de réalisation du dispositif d'allumage piezo-électrique 9, qui viennent d'être décrits ne constituent que des exemples non limitatifs, par rapport auxquels on pourra prévoir de nombreuses variantes sans sortir pour autant du cadre de la présente invention.

Un Homme du métier transposera en outre aisément les dispositions qui viennent d'être décrites dans le cas d'un pétard de voie à la réalisation d'une mine, caractérisée notamment par le remplacement de la poudre déflagrante 8 par une charge militaire et par la présence de sécurités bien connues dans le domaine des mines.

Plus particulièrement dans le cas du pétard de voie, une variante pourra consister en une dissociation de l'unité unique intégralement montée sur le champignon d'un rail, constituée par le pétard de voie 1 décrit en référence aux figures 1 à 10, en deux unités dont l'une sera montée sur le champignon d'un rail

et l'autre juxtaposée au rail et dont chacune comportera une partie respective 9a, 9b du dispositif d'allumage piezoélectrique selon l'invention, comme on va le décrire à présent en référence à la figure 11 où l'on a désigné ces deux unités respectivement par 66 et 67.

Dans l'exemple de réalisation illustrée à la figure 11, l'unité 66 destinée à être fixée sur le champignon du rail est identique dans sa géométrie et sa composition au pétard de voie illustré aux figures 1 et 2, dans l'exemple de réalisation détaillé à la figure 9 et l'on retrouve à la figure 11, pour désigner les composants de l'unité 66, les mêmes références qu'à la figure 9, si ce n'est que :

- le conteneur 7 ne contient pas de poudre déflagrante 8, celle-ci pouvant être remplacée par un matériau de remplissage non représenté, propre à communiquer au conteneur 7 une certaine résistance à l'écrasement tout en étant propre à s'écraser lorsqu'une charge dépassant ledit seuil prédéterminé est appliquée à l'unité 66 suivant une direction parallèle à l'axe 4 ou formant un angle de quelques degrés par rapport à celui-ci ; à titre de matériau de remplissage, on peut utiliser par exemple une structure alvéolaire, comme on en connaît dans les domaines de l'armement et de l'aéronautique ;

- le socle 15 ne comporte pas de cavité 33 et ne contient pas de composition pyrotechnique 37, et les zones extrêmes 30 et 31 des lames 20 et 21 ne sont pas placées en regard l'une de l'autre pour constituer des électrodes, mais sont raccordées électriquement et mécaniquement, par tout moyen approprié tel que soudure, vissage ou enfichage, à des conducteurs électriques souples 68, 69 d'un câble de raccordement électrique 70 qui sort de l'unité 66, par exemple en traversant des trous respectifs non représentés de la pièce 10 et de la zone 13, également non représentée, de la coupelle supérieure 11, pour assurer un raccordement électrique mutuel des deux unités 66 et 67.

Naturellement, la géométrie et la composition de l'unité 66 peuvent également être différentes compte tenu de l'absence de poudre déflagrante 8 et de toute autre composition pyrotechnique ; en particulier, le conteneur 7 et l'éventuel matériau précité de remplissage de celui-ci peuvent être supprimés, et l'enveloppe formée par les coupelles 5 et 11 être modifiée en conséquence dans sa géométrie et sa conception, étant entendu qu'elle doit rester adaptée à un écrasement par une roue d'un véhicule ferroviaire, avec actionnement de la pédale 44.

L'unité 67 comporte quant à elle une enveloppe métallique 71 avantageusement réalisée par sertissage mutuel 74 d'une coupelle inférieure 72 et d'une coupelle supérieure 73 présentant des formes analogues à celles de la coupelle inférieure 5 et à celle de

la coupelle supérieure 11 du pétard de voie 1, respectivement.

A l'intérieur de l'enveloppe métallique 71 ainsi constituée, une pièce de fond 75 réalisée en matière plastique et doublant la coupelle inférieure 72 et une pièce 76 également réalisée en matière plastique et doublant la coupelle supérieure 73 délimitent un conteneur 77 à poudre déflagrante 78.

Dans une position centrale à l'intérieur de ce conteneur 77, la pièce 75 délimite une cavité 79 contenant une charge pyrotechnique 80 en tout point analogue à la charge pyrotechnique 37 ; la cavité 79 est ouverte, si bien que cette charge pyrotechnique 80 est placée au contact direct de la poudre déflagrante 78, comme dans l'exemple de réalisation du pétard de voie 1 illustré aux figures 9 et 10.

Deux lames métalliques 81, 82 logées dans une protubérance 83 de la pièce 75 et ainsi électriquement isolées mutuellement présentent des zones d'extrémité libre 84, 85 situées à l'intérieur de la cavité 79, en regard l'une de l'autre, et mutuellement espacées de la distance 4 précitée, propre à permettre la formation d'une étincelle ou d'un arc électrique entre elles, à travers une zone de la charge 80, lorsque les lames 81 et 82 sont alimentées en haute tension, et des extrémités libres 86, 87 débouchant à l'extérieur de l'enveloppe métallique 71, dans un connecteur 88 propre à recevoir le câble 70 en assurant une continuité électrique entre le conducteur 68 et l'extrémité libre 86 de la lame 81, d'une part, et entre le conducteur 69 et l'extrémité libre 87 de la lame 82, d'autre part.

Il est bien entendu que dans la mesure où le fonctionnement de l'unité 67 n'est pas tributaire d'un écrasement de celle-ci par une roue d'un véhicule ferroviaire, sa géométrie et sa composition peuvent également être différentes.

On conçoit aisément que lorsque l'unité 66 reçoit une charge dépassant le seuil prédéterminé précité, appliquée parallèlement à son axe 4 ou sous un angle de quelques degrés par rapport à cet axe, la pédale 44 quitte sa position de repos, illustrée à la figure 11, pour gagner sa position d'activation, analogue à la position de la pédale illustrée à la figure 10, ce qui disjoint les zones extrêmes 27 et 29 des lames 20 et 21, d'une part, et applique au corps piezo-électrique 16 une compression suivant l'axe 4, se traduisant par l'apparition d'une haute tension entre ses bornes 17 et 18. Cette haute tension se transmet par les conducteurs 68 et 69 aux électrodes constituées par les zones extrêmes 84 et 85 des lames 81 et 82, à l'intérieur de l'unité 67, ce qui provoque l'apparition d'une étincelle ou d'un arc électrique entre ces électrodes et l'inflammation de la charge 80 qui, elle-même, enflamme la poudre 78 et provoque sa déflagration, avec ouverture de l'enveloppe métallique 71.

Naturellement, bien qu'un Homme du métier comprenne aisément qu'il est préférable, à titre de sé-

curité à l'encontre d'une inflammation accidentelle de la poudre déflagrante 8 ou 78, de prévoir au moins une sécurité mécanique constituée dans les différents exemples illustrés par l'appui de la pédale 44 par l'intermédiaire des languettes 52 sur les colonnes 49 du socle 15, dans la position de repos, et au moins une sécurité électrique, constituée dans ces différents exemples par le court-circuit établi entre les bornes 17 et 18 du corps piezo-électrique 16 dans la position de repos et, dans l'exemple illustré aux figures 3 et 4, par une distance D, entre les électrodes, excessive pour permettre la formation d'un arc électrique ou d'une étincelle entre elles sous l'effet de la haute tension éventuellement générée entre les bornes 17 et 18 du corps piezo-électrique 16, certaines de ces sécurités pourraient être omises.

De plus, à titre de sécurité électrique, on pourrait prévoir que le circuit entre les bornes 17 et 18, d'une part, et les électrodes, d'autre part, soit ouvert en position de repos, notamment au niveau de la lame 21 alors réalisée en deux parties superposables mais mutuellement disjointes en position de repos, et se ferme par jonction mutuelle de ces deux parties en position d'activation ; un Homme du métier réalisera aisément une telle sécurité à partir des dispositions décrites à propos des zones extrêmes libres 27 et 29 des lames 20 et 21 et de l'ouverture automatique du circuit entre elles lorsque la pédale 44 descend vers le socle 15.

Une telle possibilité d'assurer le raccordement électrique entre les électrodes d'étincelage et les bornes du corps piezo-électrique par un circuit ouvert en position de repos et se fermant automatiquement en position d'activation est illustrée aux figures 13 et 14, dans le cas d'un mode de réalisation d'une variante, illustrée de façon générale à la figure 12, de réalisation du pétard de voie décrit en référence aux figures 1 à 10.

Si l'on se réfère aux figures 12, 13 et 14 ainsi qu'aux figures 15 et 16 qui montrent un autre mode de réalisation de cette variante, on constate que le pétard de voie 89 illustré sur ces figures présente de grandes analogies avec celui qui a été décrit en référence aux figures 1 à 10, en ce sens que l'on y retrouve, approximativement à l'identique sauf mention contraire :

- la coupelle inférieure 5, approximativement horizontale dans une position d'utilisation, illustrée à la figure 12, dans laquelle le pétard 89 repose par cette coupelle inférieure 5 sur le champignon 2 d'un rail sur lequel il est retenu provisoirement par des griffes 3 fixées sur la coupelle inférieure 5 par exemple au moyen d'un rivet 90 disposé suivant un axe 4, alors approximativement vertical, autour duquel le pétard 89 présente une forme générale de révolution ;
- la pièce 6 qui, à la différence de celle qui a été décrite en référence aux figures 1 à 10, définit

non seulement le conteneur 7 à poudre déflagrante 8, présentant la forme générale annulaire précédemment décrite, mais également une paroi périphérique intérieure 91, tubulaire de révolution autour de l'axe 4 pour délimiter le conteneur 7 vers cet axe 4, en l'absence d'une pièce correspondant à la pièce 10 décrite en référence aux figures 1 à 10 ; la paroi 91 est munie de larges lumières 92 obturées par un paillet 93 empêchant la migration de la poudre 8 vers l'axe 4 sans constituer d'obstacle au passage de gaz chaud à l'actionnement du pétard 89 ; la paroi 91 présente en outre, axialement à l'opposé de son raccordement avec la zone de la pièce 6 formant le fond du conteneur 7, un rebord annulaire 94 tourné vers l'axe 4, s'éloignant de la coupelle inférieure 5 dans le sens d'un rapprochement vis-à-vis de cet axe 4 et délimitant autour de celui-ci une ouverture 95 ;

- un dispositif d'allumage 9 dont deux exemples de réalisation seront décrits respectivement en référence aux figures 13 et 14, 15 et 16 et qui est disposé suivant l'axe 4, à l'intérieur du volume délimité autour de celui-ci par la paroi 91, son rebord 94 et une zone de la coupelle inférieure 5 localisée entre la paroi 91 et l'axe 4 compte tenu de la conformation de la pièce 6 dans ce mode de réalisation, et porté par la coupelle inférieure 5 sur laquelle ce détonateur 9 est avantagusement fixé au moyen du rivet 90 précité ;

- la coupelle supérieure 11 enfermant avec la coupelle inférieure 5, sur laquelle elle est fixée par un sertissage périphérique 14, la pièce 6 sur laquelle elle s'appuie vers le bas à proximité immédiate du sertissage 14, d'une part, et au niveau du rebord annulaire 94, d'autre part, le conteneur 7 à poudre déflagrante 8, que la coupelle supérieure 11 délimite pour partie directement en l'absence de pièce 10, et le dispositif d'allumage 9.

La coupelle inférieure 5 conserve la forme générale plate, perpendiculaire à l'axe 4, précédemment décrite alors que, pour conserver son aptitude à l'écrasement par une roue 96 d'un véhicule ferroviaire en dépit d'une hauteur plus importante suivant l'axe 4 en raison d'une hauteur plus importante du dispositif d'allumage 9 suivant cet axe 4, en comparaison avec le mode de réalisation du pétard décrit en référence aux figures 1 à 10, la coupelle supérieure 11 présente entre sa zone centrale 12, plate, et sa zone périphérique 13, tronconique, par laquelle s'effectue le sertissage 14 sur la coupelle inférieure 5, une zone intermédiaire également tronconique de révolution autour de l'axe 4, divergeant de la zone centrale 12 vers la zone périphérique 13 avec un angle au sommet du cône (non référencé) supérieur à celui de la zone 13 ; cet angle, qui coïncide avec celui du rebord 94 sur lequel la coupelle supérieure 11 pose par cette

zone intermédiaire 97, est tel qu'une roue 96 d'un diamètre moyen, parmi les diamètres les plus usuels dans le domaine des chemins de fer, abordant le pétard 89 en roulant sur le rail dans un quelconque sens longitudinal 98, s'applique tangentiellement sur cette zone intermédiaire 97, pour provoquer ensuite l'écrasement du pétard 89, initialement par déformation plastique de la coupelle supérieure 11.

La plus grande hauteur du dispositif d'allumage 9 dans le cas des modes de réalisation illustrés aux figures 13 et 14 et aux figures 15 et 16 résulte du fait que ses composants, pour l'essentiel fonctionnellement similaires à ceux des dispositifs d'allumage 9 décrits en référence aux figures 4, 5 et 6, 7 et 8, 9 et 10, sont dans ces deux cas pour l'essentiel superposés mutuellement suivant l'axe 4 au lieu d'être au moins pour partie mutuellement juxtaposés perpendiculairement à cet axe 4, ce qui permet de simplifier la fabrication du pétard et de la rendre plus économique sans pour autant porter atteinte à la fiabilité de ce pétard, de réduire l'encombrement du dispositif d'allumage 9 autour de l'axe 4 et par conséquent d'augmenter le volume du conteneur 7 de la charge 8 pour un diamètre identique de la coupelle inférieure 5 et, dans le cas du mode de réalisation illustré aux figures 15 à 16, de prévoir de façon particulièrement simple une possibilité de fonctionnement du pétard non seulement par écrasement mais également par percussion, pour répondre au mieux aux différentes conditions de vitesse dans lesquelles il peut être abordé par une roue 96.

Comme dans le cas des modes de réalisation illustrés aux figures 3 et 4, 5 et 6, 7 et 8, 9 et 10, les dispositifs d'allumage 9 des modes de réalisation illustrés aux figures 13 et 14, 15 et 16 comportent un socle rigide 15, électriquement isolant, qui en constitue une partie inférieure ; compte tenu de la conformation de la pièce 6 dans les modes de réalisation illustrés aux figures 13 et 14, 15 et 16, ce socle 15 est porté non plus par cette pièce 6 mais par la coupelle inférieure 5, dans une zone de celle-ci localisée entre l'axe 4 et la paroi 91, et il est fixé sur la coupelle inférieure 5 par exemple par le moyen du rivet 90 précité et d'une rondelle de contre-rivetage 99 assurant l'appui du rivet 90 sur la coupelle inférieure 5.

Suivant l'axe 4, au-dessus du rivet 90 et la rondelle de contre-rivetage 99, le socle 15 présente un logement 19 dans lequel est retenu, à l'encontre de tout mouvement radial en référence à l'axe 4, le corps piezo-électrique 16 toutefois dégagé du socle 15 vers le bas et vers le haut, suivant l'axe 4. Le corps piezo-électrique 19, conçu et disposé de façon à être sensible à une compression suivant l'axe 4, présente respectivement vers le bas et vers le haut ses bornes 17 et 18, entre lesquelles apparaît une haute tension dans le cas d'une telle compression suivant l'axe 4.

Compte tenu de la présence du rivet 90 et de la rondelle contre-rivetage 99, la cavité 19 débouche

vers le bas non pas directement dans une face inférieure 23, plane et perpendiculaire à l'axe 4, par laquelle le socle 15 s'appuie sur la coupelle inférieure 5, mais dans une cavité 100 aménagée dans une zone de la face 23 localisée autour de l'axe 4 pour recevoir le rivet 90 et la rondelle 99 de contre-rivetage à l'intérieur du socle 15.

Entre la borne 17 du corps piezo-électrique 16 et le rivet 90 est emprisonnée de façon solidaire, à l'intérieur du socle 15, une lame métallique 20 ainsi placée en contact de conduction électrique avec la borne 17 du corps piezo-électrique 16.

La lame 20 est en tout point comparable à la lame 20 des modes de réalisation décrits en référence aux figures 3 et 4, 5 et 6, 7 et 8, 9 et 10 si l'on excepte le fait qu'elle se situe partiellement à l'intérieur de la cavité 100. En particulier, elle est plate, perpendiculaire à l'axe 4 ainsi qu'à un plan passant par cet axe 4 et correspondant par exemple, comme on l'a illustré, au plan 213 alors qu'elle est symétrique par rapport à un autre plan passant également par l'axe 4 mais perpendiculaire au plan précité, et correspondant alors au plan 212. Comme les lames 20 précédemment décrites, elle présente d'un côté de l'axe 4 une zone extrême 30 qui est toutefois logée à l'intérieur de la cavité 100 ; de l'autre côté de l'axe 4, elle se prolonge jusqu'à sortir du socle 15 par un passage 101 aménagé dans celui-ci, radialement en référence à l'axe 4, entre la cavité 100 et une face latérale 24 ou face périphérique extérieure, cylindrique de révolution autour de l'axe 4, délimitant le socle 15 dans le sens d'un éloignement par rapport à l'axe 4 et faisant ainsi face à la paroi périphérique intérieure 91 de la pièce 6 ; au niveau de cette face latérale 24, la lame 20 s'infléchit vers le haut, à angle droit, c'est-à-dire de façon à être localement orientée parallèlement à l'axe 4, pour longer cette face latérale 24 puis à nouveau à angle droit, cette fois vers l'axe 4, pour pénétrer à nouveau à l'intérieur du socle 15 sous forme d'un retour 26 perpendiculaire à l'axe 4, par un autre passage 102 aménagé dans le socle 15, radialement en référence à l'axe 4, et joignant la face latérale 24 à une cavité 103, annulaire de révolution autour de l'axe 4, que le socle 15 présente autour du logement 19 du corps piezo-électrique 16. En effet, dans le cas des modes de réalisation illustrés aux figures 13 et 14, 15 et 16, la face latérale 24 du socle 15 se prolonge vers le haut jusqu'à un niveau supérieur à celui de la borne supérieure 18 du corps piezo-électrique 16 bien qu'inférieur à celui du rebord annulaire 94 de la paroi 91 de la pièce 6 afin que le socle 15 ne constitue pas un obstacle à l'actionnement du pétard 89 par écrasement de la coupelle supérieure 11, et se raccorde vers le haut à une face supérieure 25 qui est certes plane et perpendiculaire à l'axe 4 comme on l'a précédemment décrit, mais présente une forme annulaire de révolution autour de l'axe 4 ; cette face supérieure 25 raccorde ainsi la face latérale 24 à une face périphérique intérieure

re 104 également cylindrique de révolution autour de l'axe 4 mais tournée vers ce dernier, de façon à délimiter la cavité 103 dans le sens d'un éloignement par rapport à cet axe 4.

Vers le bas, cette face 104 dans laquelle le passage 102 débouche vers l'axe 4, de même que d'autres passages 105 aménagés dans le socle 15 de façon régulièrement répartie angulairement autour de l'axe 4 et débouchant par ailleurs dans la face latérale 24 du socle 15, se raccorde à un épaulement annulaire, plan 205, de révolution autour de l'axe 4 et tourné vers le haut, présentant face au passage 102 une encoche localisée, non référencée, de réception du retour 26, qui affleure cet épaulement 205 vers le haut.

Vers l'axe 4, l'épaulement 205 se raccorde à une face 106 cylindrique de révolution autour de l'axe 4, tournée vers ce dernier et dans laquelle débouchent également les passages 105. Vers le bas, cette face 106 se raccorde à une face annulaire, plane 107, de révolution autour de l'axe 4 auquel elle est perpendiculaire, laquelle face 107 définit le fond de la cavité 103. Vers l'axe 4, cette face de fond 107 se raccorde à une face 108 cylindrique de révolution autour de l'axe 4 et tournée dans le sens d'un éloignement par rapport à celui-ci, vers lequel cette face délimite la cavité 103, autour du logement 19 du corps piezo-électrique 16. Cette face 108 raccorde la face 107, vers le haut, à une face supérieure 109, annulaire, plane, de révolution autour de l'axe 4, laquelle face 109 est tournée vers le haut comme la face supérieure 25 mais placée à un niveau inférieur à celui de celle-ci, et entoure le logement 19 du corps piezo-électrique 16 soit directement (figures 13 et 14), soit par l'intermédiaire d'un décrochement 114, annulaire de révolution autour de l'axe 4 (figures 15 et 16).

Vers cet axe 4, le retour 26 de la lame 20 s'étend approximativement jusqu'au raccordement de l'épaulement 205 avec la face 106 et se raccorde à une zone d'extrémité libre 27 tournée à angle droit, vers le haut, de façon à former un crochet avec le retour 26 immédiatement au-dessus de la face 106.

Par la zone d'extrémité libre 27 formant crochet, la lame 20 est en prise permanente avec une rondelle métallique 110 présentant une forme générale de révolution autour de l'axe 4 et comportant notamment une zone 111 radialement extérieure, en référence à l'axe 4, par laquelle elle repose à plat sur l'épaulement 205 et, localement, sur le retour 26 pour être ainsi placée en contact de conduction électrique avec ce retour 26, ce qui la place en relation permanente de conduction électrique avec la borne 17 du corps piezo-électrique 16.

La zone radialement extérieure 111 de la rondelle 110 est continue, plate, perpendiculaire à l'axe 4 et s'étend vers celui-ci de la face 104 jusqu'au niveau de la face 106, auquel elle se raccorde à une zone 112 radialement intérieure en référence à l'axe 4, laquelle

zone 112 se présente sous la forme de dents 113 orientées approximativement radialement en référence à l'axe 4 et régulièrement réparties angulairement autour de celui-ci, en définissant entre elles des encoches non référencées dans l'une desquelles est engagée la zone d'extrémité libre 27.

Les dents 113 sont ainsi placées en porte-à-faux vers l'axe 4 par rapport à la face 106, à l'intérieur de la cavité 103, et s'étendent vers l'axe 4 jusqu'à proximité de la face 108 sans toutefois entrer en contact avec cette dernière. Elles peuvent fléchir plastiquement ou, de préférence, élastiquement, notamment vers le bas, et sont calibrées de façon à pouvoir ainsi fléchir lorsqu'une roue 98 impose à la coupelle supérieure 11 une charge F ou F_1 , telle que définie précédemment, dépassant un seuil prédéterminé choisi comme valeur limite de charge susceptible de provoquer l'actionnement du pétard 39 par écrasement; elles ne peuvent par contre fléchir sous le seul poids d'une pédale 44 qui, dans les modes de réalisation des figures 13 et 14, 15 et 16 comme dans le cas des modes de réalisation des figures 3 et 4, 5 et 6, 7 et 8, 9 et 10, sert d'intermédiaire de transmission au corps piezo-électrique 16, sous forme d'une contrainte de compression appliquée suivant l'axe 4, de l'écrasement de la coupelle supérieure 11 par une roue 96, y compris dans l'hypothèse où le pétard 89 est amené à subir accidentellement des chocs, et même si ces chocs sont orientés suivant l'axe 4.

La pédale 44 réalisée différemment selon que l'on se réfère au mode de réalisation des figures 13 et 14 ou au mode de réalisation des figures 15 et 16.

On se référera en premier lieu aux figures 13 et 14, en observant que dans ce cas, la borne 18 du corps piezo-électrique 16 affleure la face supérieure 109 par rapport à laquelle elle peut également former une légère saillie vers le haut, en référence à l'axe 4, en vue d'une coopération directe avec la pédale 44 lorsqu'une roue 96 applique à cette dernière une poussée vers le bas, par écrasement de la coupelle supérieure 11.

Dans ce cas, la pédale 44 est constituée de l'assemblage solidaire, par tout moyen approprié, de quatre pièces 115, 116, 117, 118 qui vont être décrites à présent en référence aux figures 13 et 14.

La pièce 115, réalisée en matériau électriquement isolant et par exemple en matière plastique, assure le montage de la pédale 44 au coulissement suivant l'axe 4 sur la face 108 du socle 15 ainsi que, pour partie, la retenue de la pédale 44 dans la position de repos illustrée à la figure 13, par appui sur les dents 113 de la zone 112 de la rondelle 110, non déformée ou, si elle présente une certaine élasticité, placée en légère précontrainte de flexion de ces dents 113 vers le bas. A cet effet, la pièce 115 présente la forme générale d'un pot renversé, de révolution autour de l'axe 4, définie par :

- une face périphérique intérieure 119, cylindri-

que de révolution autour de l'axe 4 avec un diamètre qui coïncide sensiblement avec celui de la face 108 que cette face périphérique intérieure 119 épouse entre la face 109 et le niveau des dents 113 si l'on se réfère à la position de repos illustrée à la figure 13, et de la face 109 jusqu'à proximité immédiate de la face 107 dans la position d'activation illustrée à la figure 14, de façon à définir une relation de guidage au coulisement relatif suivant l'axe 4 entre l'une et l'autre de ces positions limites illustrées respectivement aux figures 13 et 14 ;

- une face de fond 120, plane, perpendiculaire à l'axe 4 et tournée vers le bas, laquelle face de fond 120 se limite à une bande annulaire localisée à proximité immédiate de la face 119, autour de la pièce 116 qui sera décrite plus loin, et se trouve placée en regard de la face 109 dont elle est sensiblement espacée dans la position de repos illustrée à la figure 13 alors qu'elle est placée à proximité immédiate de celle-ci dans la position illustrée à la figure 14 ;

- une face annulaire, plane 121, de révolution autour de l'axe 4 auquel elle est perpendiculaire, cette face 121 que la face 119 raccorde à la face 120 étant tournée vers le bas, en regard de la face de fond 107 de la cavité 103, et reposant vers le bas sur les dents 113 de la rondelle 110 lorsque celles-ci ne sont pas déformées ou subissent une simple précontrainte de flexion vers le bas parallèlement à l'axe 4 comme le montre la figure 13, alors que cette face 121 est placée à proximité immédiate de la face de fond 107 de la cavité 103 sans toutefois entrer en contact avec cette face de fond 107 dans la position d'activation illustrée à la figure 14 ;

- une face périphérique extérieure 122, pour l'essentiel cylindrique de révolution autour de l'axe 4 et tournée dans le sens d'un éloignement par rapport à celui-ci, laquelle face 122 relie la face 121, vers le haut, à une face supérieure 123 annulaire, plane, de révolution autour de l'axe 4 auquel elle est perpendiculaire.

Des gorges rectilignes 124, parallèles à l'axe 4 et régulièrement réparties angulairement autour de celui-ci, sont aménagées dans la face périphérique extérieure 122 de la pièce 115, de la face supérieure 123 de celle-ci à sa face annulaire inférieure 121, dans un but qui ressortira de la suite de la description.

La pièce 116, solidarisée avec la pièce 115 par exemple par surmoulage ou par insertion à force, suivant l'axe 4, dans un logement convenablement aménagé en creux dans la face 120 de la pièce 115, présente une forme indifférente si ce n'est qu'elle est de préférence de révolution autour de l'axe 4 et comporte :

- une face inférieure 224 plane, perpendiculaire à l'axe 4 et placée en regard de la borne 18 du

corps piezo-électrique 16, dont elle est espacée suivant l'axe 4 dans la position de repos illustrée à la figure 13 alors qu'elle est en appui vers le bas sur cette borne 18, dans des conditions propres à appliquer au corps piezo-électrique 16, par ailleurs en appui par sa borne 17 sur la lame 20 et, par l'intermédiaire de celle-ci, sur le rivet 90, une compression elle-même propre à provoquer l'apparition d'une haute tension entre ces bornes 17 et 18, dans l'état d'activation illustré à la figure 14 ;

- vers le haut, la forme d'un pic 125 par exemple tronconique de révolution autour de l'axe 4 de façon à se rétrécir vers le haut, lequel pic 125 émerge suivant l'axe 4, vers le haut, de la face supérieure 125 de la pièce 115 pour constituer une électrode qui, dans l'état de repos illustré à la figure 13, baigne dans une charge pyrotechnique 37 inflammable par étincelage, c'est-à-dire du type précédemment décrit en référence aux figures 3 et 4, 5 et 6, 7 et 8, 9 et 10.

En effet, dans le cas de ce mode de réalisation, la charge pyrotechnique 37 destinée à s'enflammer par étincelage pour allumer la charge de poudre déflagrante 8 est intégrée à la pédale 44, dont la pièce 117 qui va être décrite à présent joue à la fois le rôle de godet et le rôle d'électrode, ainsi que le rôle de pièce de poussée par l'intermédiaire des pièces 115 et 116 et, dans une certaine mesure, de la charge pyrotechnique 37 ; dans ce contexte, les gorges 124 de la pièce 115, la cavité 103 et les passages 102 et 105 du socle 15, et les lumières 92 de la paroi 91 servent de passage de feu entre la charge d'allumage 37 et la charge de poudre déflagrante 8, les gaz chauds générés par la combustion de la charge 37 provoquant la destruction du paillet 93.

Pour jouer ainsi le rôle d'électrode, la pièce 117 est métallique, de même que la pièce 116, et par exemple réalisée en laiton, de façon à être électriquement conductrice. Pour jouer le rôle de godet, elle est délimitée par :

- une face de fond 126 plane, perpendiculaire à l'axe 4, tournée vers le bas de façon à être placée en regard de la face supérieure 123 de la pièce 115 et du pic 125 de la pièce 116, en étant espacée de ce pic 125, suivant l'axe 4, de la distance d définie en relation avec la figure 4 ;

- une face périphérique intérieure 127 cylindrique de révolution avec un diamètre sensiblement identique à celui de la face périphérique extérieure 122 de la pièce 115, de façon à épouser cette face périphérique inférieure 122, dans une relation d'emmanchement mutuel à force, de la face 123 de la pièce 115 jusqu'à proximité de la face 121 de celle-ci, toutefois à un niveau supérieur à celui de cette face 121 de façon à éviter tout contact de conduction électrique entre la pièce 117 et les dents 113 de la rondelle 110 dans la po-

sition de repose illustrée à la figure 13 ; la face périphérique intérieure 127 définit par ailleurs avec la face de fond 126 de la pièce 117 et avec la face supérieure 123 de la pièce 115 la cavité 128 qui, à l'intérieur de la pédale 44, loge la charge pyrotechnique 37 qui remplit intégralement cette cavité 128 ;

- une face inférieure 129 annulaire, plane, de révolution autour de l'axe 4 auquel elle est perpendiculaire, laquelle face 129 est placée en regard des dents 113, au-dessus de celles-ci sans contact avec celles-ci dans la position de repos illustrée à la figure 13 ;

- une face périphérique extérieure 130 cylindrique de révolution autour de l'axe 4 et tournée dans le sens d'un éloignement par rapport à celui-ci, cette face périphérique extérieure 130 présentant un diamètre inférieur à celui de la face 106 de la cavité 103 et plus précisément tel que ne puisse s'établir de contact de conduction électrique entre elle et la zone d'extrémité libre 27 de la lame 20 ;

- une face supérieure 131 plane, perpendiculaire à l'axe 4 et tournée vers le haut, à laquelle la face périphérique extérieure 130 relie vers le haut la face inférieure 129.

On observera que, suivant l'axe 4, le niveau de la face inférieure 129 de la pièce 117 par rapport à celui de la face inférieure 121 et les dimensionnements radiaux respectifs de la face périphérique extérieure 122 de la pièce 115 et des dents 113, en référence à l'axe 4, sont tels que dans la position d'activation illustrée à la figure 14, les dents 113 infléchies vers le bas sous la poussée de la face 121 de la pièce 115 et alors placées en regard de la face périphérique extérieure 122 de cette pièce 115 soient placés en contact de conduction électrique avec la jonction mutuelle des faces 129 et 130 de la pièce 117, qui est alors ainsi placée en liaison électrique, par l'intermédiaire de la rondelle 110 et de la lame 20, avec la borne 17 du corps piezo-électrique 17 ; du fait que l'autre borne 18 de celui-ci est placée en contact de conduction électrique avec la pièce 116, la contrainte de compression alors appliquée au corps piezo-électrique 16 suivant l'axe 4, se traduisant par l'apparition d'une haute tension entre les bornes 17 et 18 de ce corps piezo-électrique 16, provoque un étincelage à l'intérieur de la charge pyrotechnique 37 entre les électrodes constitués respectivement par le pic 125 de la pièce 116 et la face de fond 126 de la pièce 117, dont la face périphérique intérieure 127 est comparativement plus éloignée du pic 125. Par contre, dans la position de repos illustrée à la figure 13, ce circuit électrique est ouvert d'une part entre les dents 113 de la rondelle 110 et la face inférieure 129 de la pièce 117 et d'autre part entre la borne 18 et la pièce 116, ce qui constitue une sécurité électrique à l'encontre d'un étincelage intempestif à l'intérieur de la charge pyro-

technique 37.

La pièce 118 peut avantageusement être utilisée pour introduire en outre une sécurité mécanique à l'encontre d'une descente intempestive de la pédale 44 vers le corps piezo-électrique 16, à partir de la position de repos illustrée à la figure 13, au même titre que le plateau 45 des exemples de réalisation décrits en référence aux figures 3 et 4, 5 et 6, 7 et 8, 9 et 10.

A cet effet, la pièce 118 est constituée, comme le plateau 45, d'un matériau propre à se rompre par cisaillement ; ce matériau est en outre choisi isolant électriquement pour des raisons de sécurité, comme le plateau 45 ; la pièce 118 est ainsi avantageusement réalisée en matière plastique, par exemple.

Cette pièce 118 ne présente toutefois pas dans ce cas la forme d'un plateau, mais celle d'un capuchon emmanché à force ou surmoulé sur la pièce 117 et présentant :

- une face de fond 132 plane, perpendiculaire à l'axe 4 et tournée vers le bas, épousant la face supérieure 131 de la pièce 117 ;

- une face périphérique intérieure 133 cylindrique de révolution autour de l'axe 4 et tournée vers ce dernier, avec un diamètre identique à celui de la face périphérique extérieure 130 de la pièce 117 dont cette face 133 épouse la face 130 du raccordement de cette dernière avec la face 131 jusqu'à un niveau qui, dans la position de repos illustrée à la figure 13, se situe en dessous de la face supérieure 25 du socle 15 bien qu'au-dessus de celui de la face inférieure 129 de la pièce 117 ;

- une face inférieure 134 annulaire, plane, de révolution autour de l'axe 4 auquel elle est perpendiculaire, cette face 134 étant tournée vers le bas et délimitant ainsi la face 133 à l'opposé du raccordement de cette dernière avec la face 132 ;

- une face périphérique extérieure 135 cylindrique de révolution autour de l'axe 4 et tournée dans le sens d'un éloignement par rapport à celui-ci, cette face périphérique extérieure 135 présentant un diamètre inférieur à celui de la face périphérique intérieure 104 du socle 15, ainsi qu'au diamètre minimal du rebord 94 de la paroi 91 ;

- une face supérieure 136 plane, perpendiculaire à l'axe 4 et tournée vers le haut, à laquelle la face 135 se raccorde vers le haut et qui est placée directement en regard de la zone centrale 12 de la coupelle supérieure 11 qui, dans la position de repos illustrée à la figure 13, s'appuie sur cette face supérieure 136 par l'intermédiaire d'un tampon 137 d'un matériau élastiquement ou plastiquement compressible tel qu'une mousse synthétique, traversant l'ouverture 95 et assurant entre la zone centrale 12 de la coupelle supérieure 11 et la pédale 44, dans la position de repos, un entretoisement maintenant l'appui de la pédale 44 sur les dents 113 de la rondelle 110 par l'intermédiaire de la pièce 115.

Sur sa face 135, la pièce 118 porte en saillie radiale en référence à l'axe 4, de façon solidaire par exemple par moulage en une seule pièce, une pluralité d'aillettes 138, de préférence au nombre d'au moins trois, dont chacune présente, dans le sens d'un éloignement par rapport à l'axe 4, un chant rectiligne 139, parallèle à l'axe 4 ; les différents chants 139 sont disposés suivant un cylindre géométrique, de révolution autour de l'axe 4, d'un diamètre sensiblement identique à celui de la face périphérique intérieure 104 du socle 15 et sont placés en contact de guidage au coulissement parallèle à l'axe 4 avec cette face 104 dans la position de repos illustrée à la figure 13 comme dans la position d'activation illustrée à la figure 14 et dans les positions intermédiaires entre ces deux positions limites, de façon à compléter le guidage de la pédale 44 à la translation suivant l'axe 4 par rapport au socle 15, assuré par ailleurs par la coopération de la face périphérique intérieure 119 de la pièce 115 avec la face périphérique extérieure 108 du socle 15 ; on évite ainsi un risque de coincement de la pédale 44 lorsque, comme c'est généralement le cas, l'effort d'écrasement ne s'applique pas suivant l'axe 4 comme on l'a schématisé en F à la figure 14, mais de façon à la fois inclinée et désaxée par rapport à cet axe, en pratique par la zone intermédiaire 9 7 de la coupelle supérieure 111, comme on l'a schématisé en F₁ à la figure 14.

Pour assurer l'effet de sécurité mécanique précité, chaque ailette 138 présente, en saillie sur son chant 139 dans le sens d'un éloignement par rapport à l'axe 4, une languette 140 susceptible de se détacher, par cisaillement, du reste de l'aillette 138 si elle est soumise à un effort de cisaillement dépassant un seuil déterminé, dans un sens ascendant parallèlement à l'axe 4. Les languettes 140 sont disposées, comme le montre la figure 13, de façon à s'appuyer vers le bas sur la face supérieure 5 du socle 15 dans la position de repos ; dès lors que la pédale 44 est sollicitée vers le bas, par rapport au socle 15, avec un effort dépassant un seuil prédéterminé, elles se rompent par cisaillement, et ne constituent plus d'entrave au passage à la position d'activation, illustrée à la figure 14.

Le fonctionnement de ce mode de réalisation du pétard 89 peut être aisément déduit de celui des pétards précédemment décrits.

Si ce pétard, dont les composants occupent initialement les positions relatives décrites en référence à la figure 13, est soumis parallèlement à l'axe 4 ou obliquement par rapport à ce dernier à un effort F ou F₁ dépassant un seuil prédéterminé, la coupelle 11 s'écrase en provoquant l'écrasement du tampon 137 entre sa zone centrale 12 et la pédale 44 qui, ensuite, amorce une descente qui, si cet effort se maintient avec une valeur suffisante, provoque le cisaillement des languettes 140 ; cette descente provoque ensuite la venue de la face 224 de la pièce 116 en contact de

conduction électrique avec la borne 18 du corps piezo-électrique 16 puis l'application à ce dernier, par cette même pièce 116, d'une contrainte de compression suivant l'axe 4, laquelle provoque, si elle est suffisante, l'apparition d'une haute tension entre les bornes 17 et 18 ; la descente de la pédale 44 s'étant accompagnée de l'établissement d'un contact de conduction électrique entre la pièce 117 et les dents 113 de la rondelle 110, cette tension apparaît également entre le pic 125 de la pièce 116 et la face de fond 126 de la pièce 117, ce qui provoque un étincelage entre eux, à travers la charge pyrotechnique 37, et par conséquent l'inflammation de celle-ci ; les gaz chauds résultant de la combustion de la charge 37 se transmettent par les gorges 124, les passages 102 et 105 et les lumières 92, aux paillets 93 qu'ils traversent pour parvenir à la charge de poudre déflagrante 8 qui, ainsi allumée, fait déflagration, avec les phénomènes qui s'ensuivent et qui ont été décrits en référence aux figures 1 à 11.

On remarque que l'écrasement de la coupelle supérieure 11 s'accompagne d'une déformation, en barillet, de la paroi 91 de la pièce 6, comme le montre la figure 14, laquelle paroi contribue à la sécurité mécanique du pétard en empêchant son écrasement intempestif, sous l'effort d'un effort présentant une valeur inférieure au seuil prédéterminé à partir duquel on considère que l'écrasement de la coupelle supérieure 11 est caractéristique du passage d'un train.

Le mode de réalisation du dispositif d'allumage 9 illustré aux figures 15 et 16 présente de grandes analogies, y compris quant à la réalisation de la pédale 44, avec celui qui vient d'être décrit en référence aux figures 13 et 14 si bien que l'on se limitera à la description des différences entre ces deux modes de réalisation.

Structurellement, une différence essentielle réside dans la suppression de la pièce 115 et dans le montage de la pièce 116, que l'on retrouve à l'identique, à l'intérieur du décrochement 114 du socle 15, dans une position dans laquelle elle prend appui, dans une relation de conduction électrique, sur la borne 18 du corps piezo-électrique 16. Pour faciliter, lors de l'écrasement du pétard, l'application, au corps piezo-électrique 16, de la compression, suivant l'axe 4, propre à provoquer l'apparition d'une haute tension entre les bornes 17 et 18 du corps piezo-électrique 16, la pièce 116 est retenue par friction à l'intérieur du décrochement 114, de façon à pouvoir coulisser vers le bas à l'intérieur de celui-ci lorsque le pétard 89 subit la charge d'écrasement F ou F₁ précitée, et le corps piezo-électrique 16, forme une légère saillie vers le haut à l'intérieur du décrochement 114, sans toutefois atteindre la face supérieure 109 au-dessus de laquelle le pic 125, formant également dans ce cas électrode, forme par contre une saillie suivant l'axe 4.

En l'absence de la pièce 115, la pièce 117 est montée directement au coulissement suivant l'axe 4

sur la face périphérique extérieure 108 du socle 115, par sa face périphérique intérieure 127, les deux faces 108 et 127 étant convenablement conformées à cet effet ; les gorges 124 de passage de feu, aménagées dans la pièce 115 si l'on se réfère au mode de réalisation décrit en référence aux figures 13 et 14, sont aménagées dans la face périphérique extérieure 108 du socle 15, de la face supérieure 109 de celui-ci, à la face de fond 107 de la cavité 103.

La charge pyrotechnique 37 d'allumage, logée comme dans le cas du mode de réalisation décrit en référence aux figures 13 et 14 à l'intérieur de la pièce 117, dont elle épouse, sous forme d'une masse compacte, la face de fond 126 et une zone de la face périphérique intérieure 127 adjacente à cette face de fond 126, présente vers le bas, et vers le pic 125, une face plane 141 perpendiculaire à l'axe 4 et couverte par un paillet 142 si l'on se réfère à l'état de repos illustré à la figure 15. Dans cet état, le pic 125, qui définit l'une des électrodes d'étincelage, est dégagé de la charge pyrotechnique 37 et espacé de la face de fond 126 de la pièce 117, définissant l'autre électrode d'étincelage, d'une distance D, mesurée suivant l'axe 4, définie comme on l'a vu en référence à la figure 3, c'est-à-dire impropre à permettre l'étincelage même si une haute tension apparaît entre les bornes 17 et 18 du corps piezo-électrique 16 ; dans la position de repos, le pic 125 est également espacé de toute autre zone de la pièce 117, d'une distance ainsi impropre à permettre un étincelage. En effet, dans le cas de ce mode de réalisation, la pièce 117 est en permanence raccordée électriquement à la borne 17 du corps piezo-électrique 16 dans la mesure où, en l'absence de pièce 115, elle prend appui directement sur les dents 113 de la rondelle 110 ; il est bien entendu, toutefois, qu'un Homme du métier pourra aisément modifier les dispositions illustrées aux figures 15 et 16 de telle sorte que la pièce 117 n'entre pas au contact des dents 113 dans la position de repos illustrée à la figure 15, et ne vienne au contact de celles-ci, dans une relation de conduction électrique, que lors du passage à la position d'activation illustrée à la figure 16.

Un Homme du métier comprendra aisément que le passage à cette position se traduit, au fur et à mesure de la descente de la pédale 44, par une pénétration progressive du pic 125 dans la charge 37, après perforation du paillet 142, jusqu'à ce que le pic 125 ne soit plus distant de la face de fond 127 de la pièce 117, suivant l'axe 4, que d'une distance d telle que définie en référence à la figure 4, c'est-à-dire permettant l'étincelage à travers la charge 37. On remarquera que celle-ci contribue elle-même, dans ce mode de réalisation, à provoquer cet étincelage en servant d'intermédiaire d'appui de la pédale 44 sur la pièce 116 elle-même en appui sur la borne 18 du corps piezo-électrique 16 ; les phénomènes consécutifs à l'étincelage sont identiques à ceux que l'on a précédemment décrits.

Un tel effet peut être obtenu quelle que soit la vitesse à laquelle la pédale 44 descend vers le socle 15.

On remarque cependant que si cette vitesse est élevée, le pic 125 de la pièce 116 peut également se comporter comme un percuteur vis-à-vis de la charge 37 à laquelle il est avantageux, par conséquent, de donner une composition telle qu'elle puisse s'enflammer non seulement par étincelage, mais également par percussion ; le choix d'une telle composition relève des aptitudes normales d'un Homme du métier.

Ainsi, si la descente de la pédale 44 est particulièrement rapide, du fait de l'application brutale de la charge F ou F_1 , c'est par percussion et non par étincelage, c'est-à-dire avec une inertie moindre, que la charge 37 s'enflamme et provoque l'allumage de la poudre déflagrante 8.

Un Homme du métier comprendra aisément que les divers modes de réalisation d'un pétard de voie conforme à l'invention qui viennent d'être décrits ne constituent que des exemples non limitatifs, par rapport auxquels on pourra prévoir de nombreuses variantes sans sortir pour autant du cadre de la présente invention.

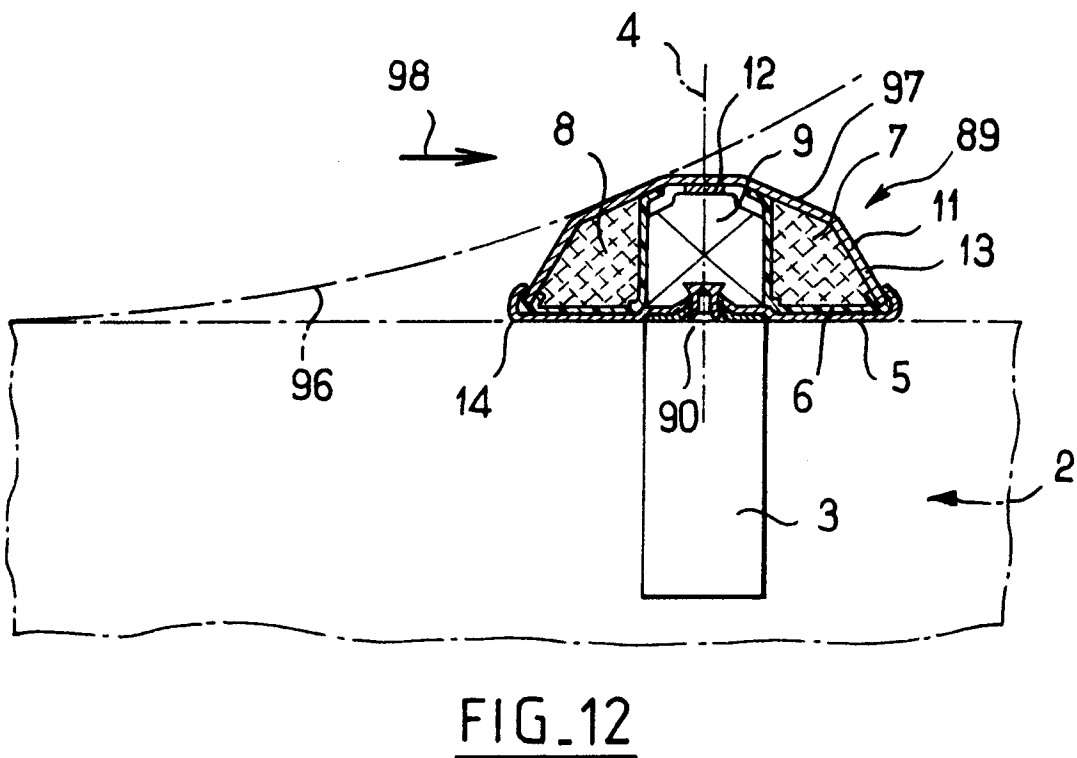
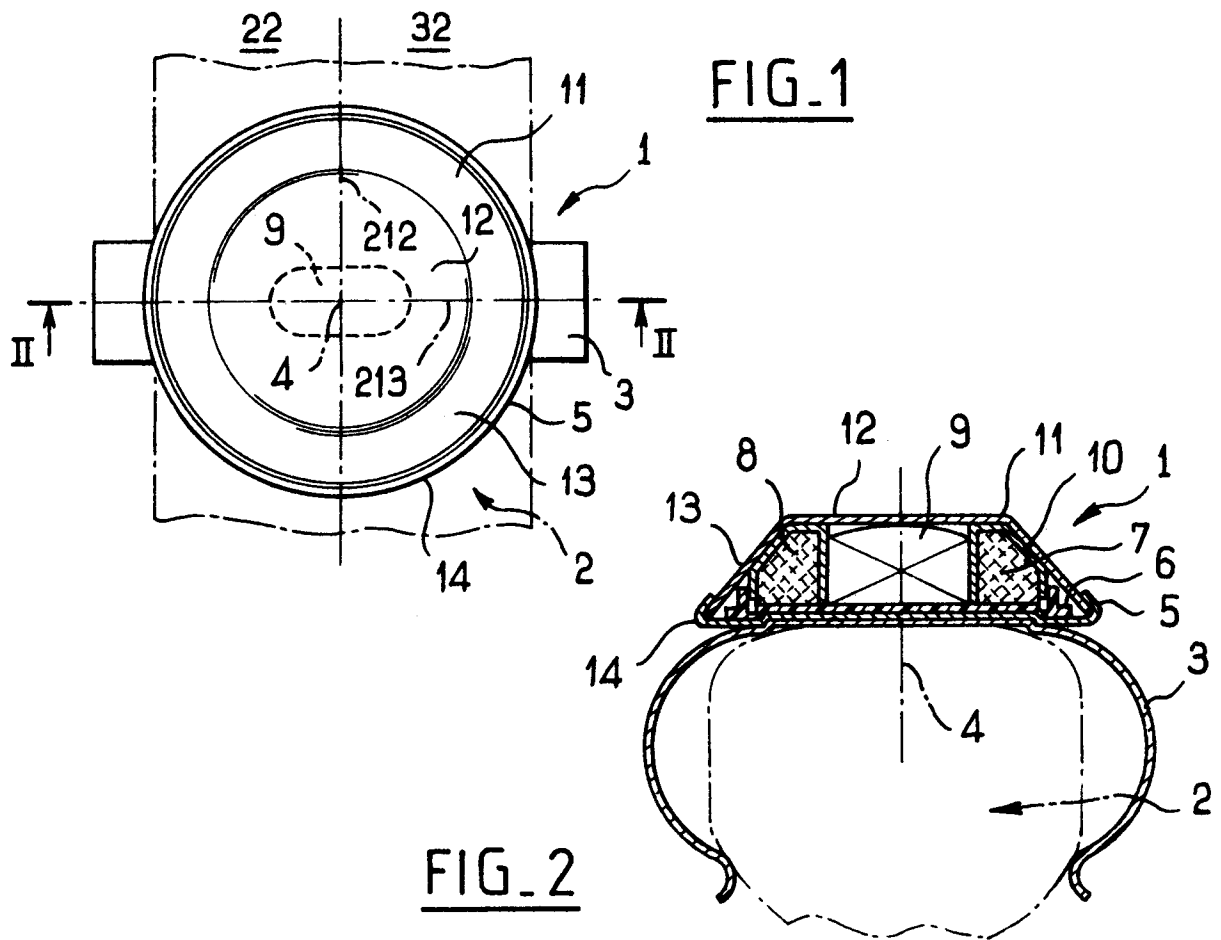
De même, il apparaîtra à un Homme du métier que les dispositions qui ont été décrites en relation avec un pétard de voie peuvent être aisément transposées au cas d'autres dispositifs pyrotechniques susceptibles d'être actionnés par écrasement, et en particulier au cas de mines, directement concevables à partir des dispositions qui ont été décrites par suppression des griffes 3 et, éventuellement, remplacement de celles-ci par des moyens d'appui approprié au support sur lequel on désire poser la mine, et substitution à la poudre déflagrante 8 d'une charge utile militaire à effet thermique, déflagrant, détonant, fumigène ou éclairant.

Revendications

1. Dispositif pyrotechnique sensible à l'écrasement tel qu'un pétard de signalisation (1, 89), une mine ou analogue, comportant une charge pyrotechnique utile (8, 78) choisie dans un groupe comportant les charges déflagrantes (8, 78) et les charges militaires à effet thermique, déflagrant, détonant, fumigène ou éclairant, et un dispositif d'allumage (9, 9a, 9b) comportant une charge pyrotechnique d'allumage (37, 80) en liaison pyrotechnique avec la charge utile (8, 78) et des moyens pour provoquer l'inflammation de la charge d'allumage (37, 80) et, par l'intermédiaire de celle-ci, l'allumage de la charge utile (8, 78) de façon commandée lors de l'apparition d'au moins une condition déterminée d'écrasement, caractérisé en ce que la charge d'allumage (37, 80) est inflammable par étincelage, et en ce que les

- moyens pour provoquer l'inflammation de la charge d'allumage (37, 80) comportent :
- deux électrodes (30, 31, 36, 84, 85, 117, 125) disposées respectivement de part et d'autre d'une zone déterminée de la charge d'allumage (37, 80) et mutuellement espacées d'une distance déterminée (d, ,) propre à permettre la création d'une étincelle électrique entre elles, à travers ladite zone de la charge d'allumage (37, 80, 110, 132), pour enflammer cette dernière, au moins dans ladite condition déterminée d'écrasement,
 - un corps piezo-électrique (16) comportant deux bornes (17, 18) et susceptible de générer une haute tension entre celles-ci lorsqu'il est soumis à une contrainte de compression d'une valeur dépassant une valeur déterminée, selon une direction déterminée (4),
 - un circuit (20, 21, 68, 69, 81, 82, 110, 116) de raccordement électrique de chaque borne (17, 18) du corps piezo-électrique (16) à une électrode respective (30, 31, 36, 84, 85, 117, 125),
 - des moyens d'actionnement (44) pour détecter l'apparition de ladite condition déterminée d'écrasement et appliquer alors au corps piezo-électrique (16) ladite contrainte de compression.
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens d'actionnement (44) comportent un corps de poussée (46, 117) mobile par rapport au corps piezo-électrique (16) suivant une trajectoire déterminée (4) sous l'effet de l'apparition de ladite condition déterminée d'écrasement, d'une position de repos qu'il occupe en dehors de ladite condition déterminée d'écrasement et dans laquelle le corps de poussée (46, 117) est fonctionnellement disjoint du corps piezo-électrique (16) à une position d'activation qu'il occupe dans ladite condition déterminée d'écrasement et dans laquelle le corps de poussée (46, 117) est fonctionnellement en appui sur le corps piezo-électrique (16) et ladite trajectoire présente ladite direction déterminée (4), de telle sorte que le corps de poussée (46, 117) applique ladite contrainte de compression au corps piezo-électrique (16).
3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que le corps de poussée (46, 117) constitue une pédale (44) de détection de l'apparition d'une charge d'écrasement suivant ladite direction déterminée (4), ladite pédale (44) étant sensible à une poussée ou à un choc appliqué, dans ladite condition déterminée d'écrasement, suivant ladite direction déterminée (4, 91), de la position de repos vers la position d'activation.
4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (49, 52, 103, 140) de sécurité mécanique à l'encontre d'une application de ladite contrainte de compression au corps piezo-électrique (16).
5. Dispositif selon la revendication 4 en combinaison avec au moins la revendication 2, caractérisé en ce que les moyens (49, 52, 91, 113, 140) de sécurité mécanique comportent des moyens (49, 52, 91, 113, 140) de retenue du corps de poussée (46, 117) en position de repos, propres à libérer le corps de poussée (46, 117) sous l'effet de l'apparition de ladite condition déterminée d'écrasement.
6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que les moyens de retenue (49, 52, 91, 113, 140) sont propres à libérer automatiquement le corps de poussée (46, 117) lorsque celui-ci en position de repos reçoit un effort dépassant un seuil prédéterminé, orienté vers sa position d'activation.
7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (27, 29, 38, 39, 40, 41, 50, 112, 115, 117) de sécurité électrique pour empêcher une création accidentelle de ladite étincelle en cas d'application accidentelle de ladite contrainte de compression au corps piezo-électrique (16).
8. Dispositif selon la revendication 7, en combinaison avec au moins la revendication 2, caractérisé en ce que les moyens de sécurité électrique (27, 29, 39, 40, 41, 50, 113, 115, 117) comportent dans ledit circuit de raccordement électrique (20, 21, 68, 69, 81, 82, 110, 116) un interrupteur (113, 115, 117) couplé mécaniquement au corps de poussée (117) de façon à être ouvert lorsque le corps de poussée (117) est en position de repos et fermé lorsque le corps de poussée (117) est en position d'activation.
9. Dispositif selon la revendication 7, en combinaison avec au moins la revendication 2, ou selon la revendication 8, caractérisé en ce que les moyens de sécurité électrique (27, 29, 38, 39, 40, 41, 50, 113, 115, 117) comportent un circuit auxiliaire (26, 27, 29) raccordant électriquement lesdites bornes (17, 18) du corps piezo-électrique (16) et un interrupteur (27, 29, 50) intercalé dans ledit circuit auxiliaire (26, 27, 29) et couplé mécaniquement au corps de poussée (46) de façon à être fermé lorsque le corps de poussée (46) est en position de repos et ouvert lorsque le corps de poussée (46) est en position d'activation.

10. Dispositif selon la revendication 7, en combinaison avec au moins la revendication 2, ou selon l'une quelconque des revendications 8 et 9, caractérisé en ce que les moyens de sécurité électrique (27, 29, 38, 39, 40, 41, 50, 113, 115, 117) comportent des moyens (38) de guidage de l'une (31, 117), au moins, des électrodes vis-à-vis d'un mouvement de rapprochement ou d'éloignement vis-à-vis de l'autre électrode (30, 36, 125), et des moyens (39, 48) d'accouplement entre le corps de poussée (46, 117) et ladite électrode guidée (31, 117) de telle sorte que les électrodes (30, 31, 36, 117, 125) soient mutuellement espacées d'une distance (D) supérieure à ladite distance déterminée (d) et trop grande pour permettre la création d'une étincelle électrique entre elles, à travers ladite zone de la charge (37), en cas d'application accidentelle de ladite contrainte de compression au corps piezo-électrique (16), alors que le corps de poussée (46, 117) est en position de repos, et soient espacées de ladite distance déterminée (d) lorsque le corps de poussée (46, 117) est en position d'activation.
11. Dispositif selon au moins la revendication 2, caractérisé en ce que la charge d'allumage (37) est alignée avec le corps de poussée (117) et l'une (18) des bornes (17, 18) du corps piezo-électrique (16) et intercalée entre eux suivant ladite direction déterminée (4), en ce que le corps de poussée (117) définit l'une (117) des électrodes (117, 125), d'un côté de la charge d'allumage (37), et en ce que l'autre électrode (125) est intercalée entre la charge d'allumage (37) et ladite borne (18) du corps piezo-électrique (16), de l'autre côté de la charge d'allumage (37), et en contact de conduction électrique avec ladite borne (18) au moins lorsque le corps de poussée (117) est en position d'activation.
12. Dispositif selon la revendication 11, en combinaison avec au moins la revendication 8, caractérisé en ce que ledit interrupteur (113, 115, 17) comporte une discontinuité dans ledit contact mutuel de conduction électrique lorsque le corps de poussée (117) est en position de repos.
13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que la charge d'allumage (37) est également inflammable par percussion et en ce que les moyens pour provoquer l'inflammation de la charge d'allumage (37, 80) comportent des moyens (125) de percussion de celle-ci lors de l'apparition de ladite condition déterminée d'écrasement.
14. Dispositif selon la revendication 13 en combinaison avec au moins les revendications 11 et 10,
- caractérisé en ce que la charge d'allumage (37) est solidaire d'une première électrode (117) et disjointe de la deuxième électrode (125) lorsque le corps de poussée (117) est en position de repos, et en ce que la deuxième électrode (125) est conformée en percuteur.
15. Dispositif selon la revendication 14, caractérisé en ce que la première électrode (117) est constituée par le corps de poussée (117) et en ce que la deuxième électrode (125) est solidaire de ladite borne (18) du corps piezo-électrique (16).
16. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, caractérisé en ce qu'il forme une unité de structure regroupant la charge utile (8), la charge d'allumage (37), le corps piezo-électrique (16), les moyens d'actionnement (44), les électrodes (30, 31, 117, 125) et le circuit de raccordement électrique (20, 21, 110, 116).
17. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, 13, caractérisé en ce qu'il forme deux unités de structure disjointes (66, 67), dont l'une (66) regroupe le corps piezo-électrique (16) et les moyens d'actionnement (44), dont l'autre (67) regroupe les électrodes (84, 85), la charge d'allumage (80) et la charge utile (78), et qui sont raccordées mutuellement par un câble de raccordement électrique faisant partie du circuit de raccordement électrique (68, 69).



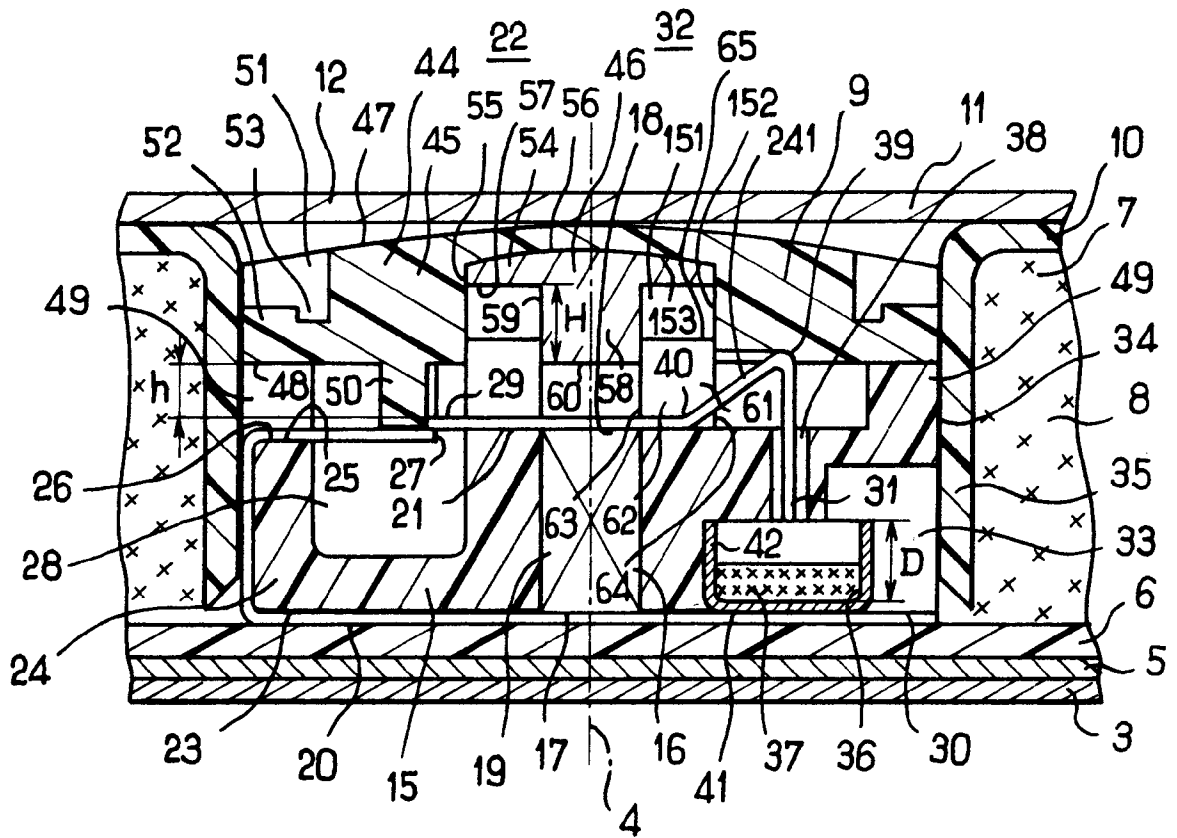


FIG. 3

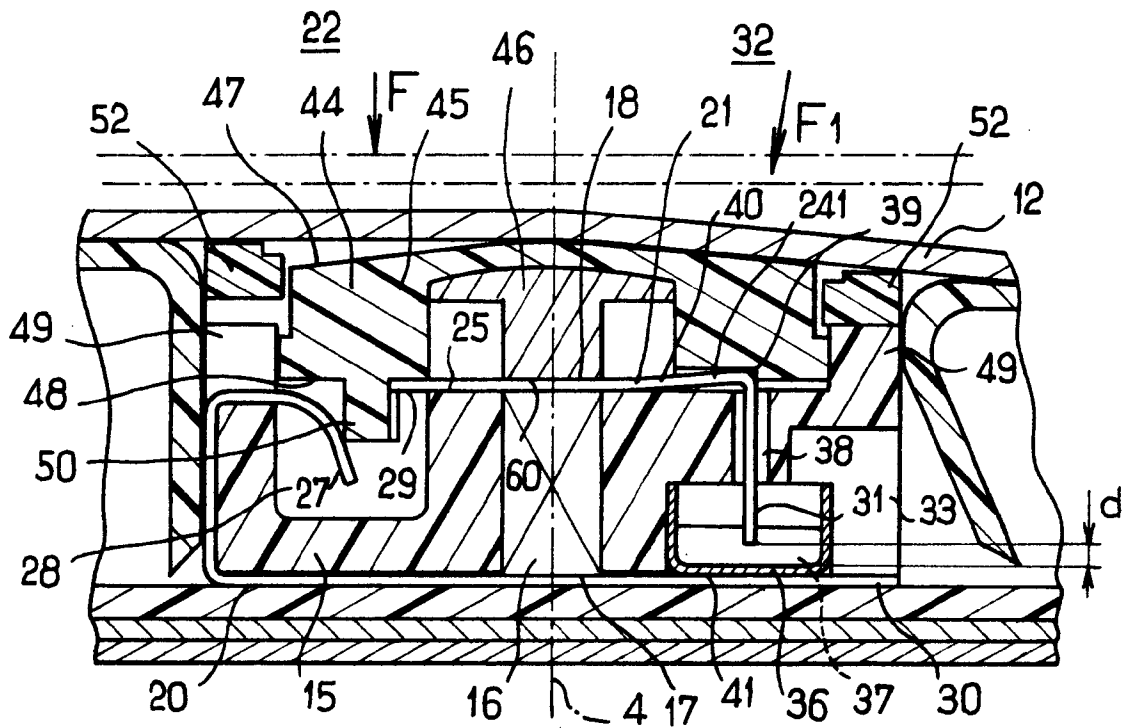


FIG. 4

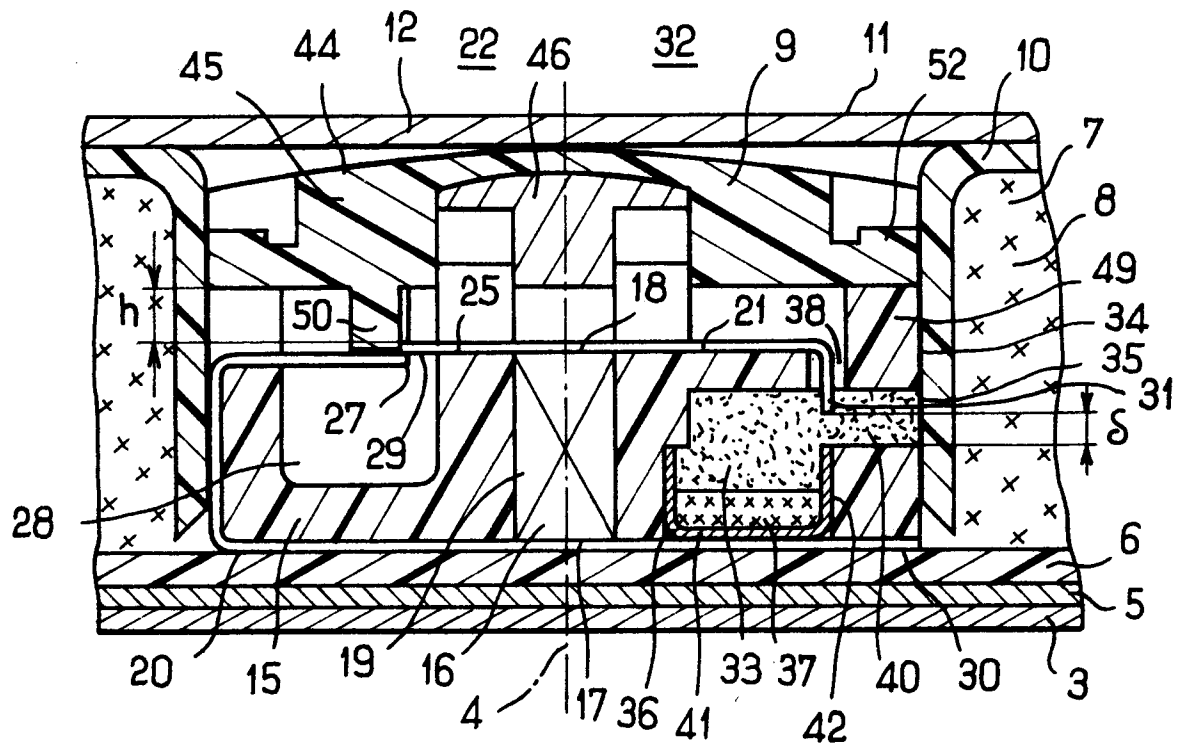


FIG. 5

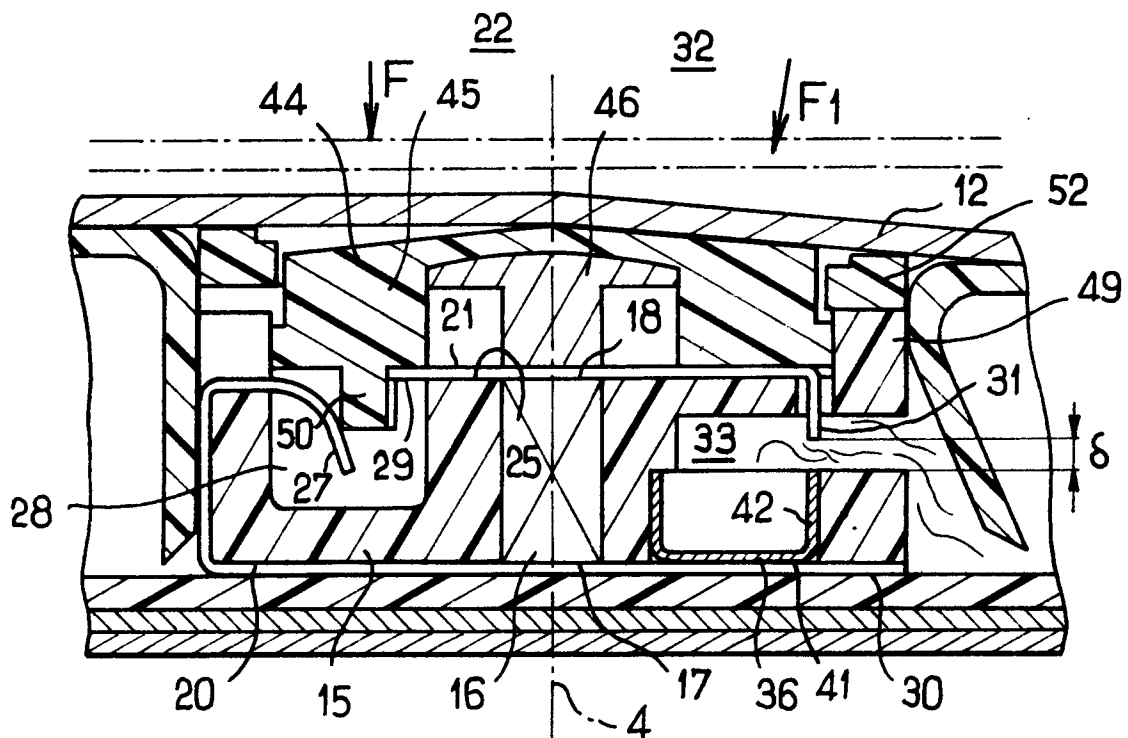
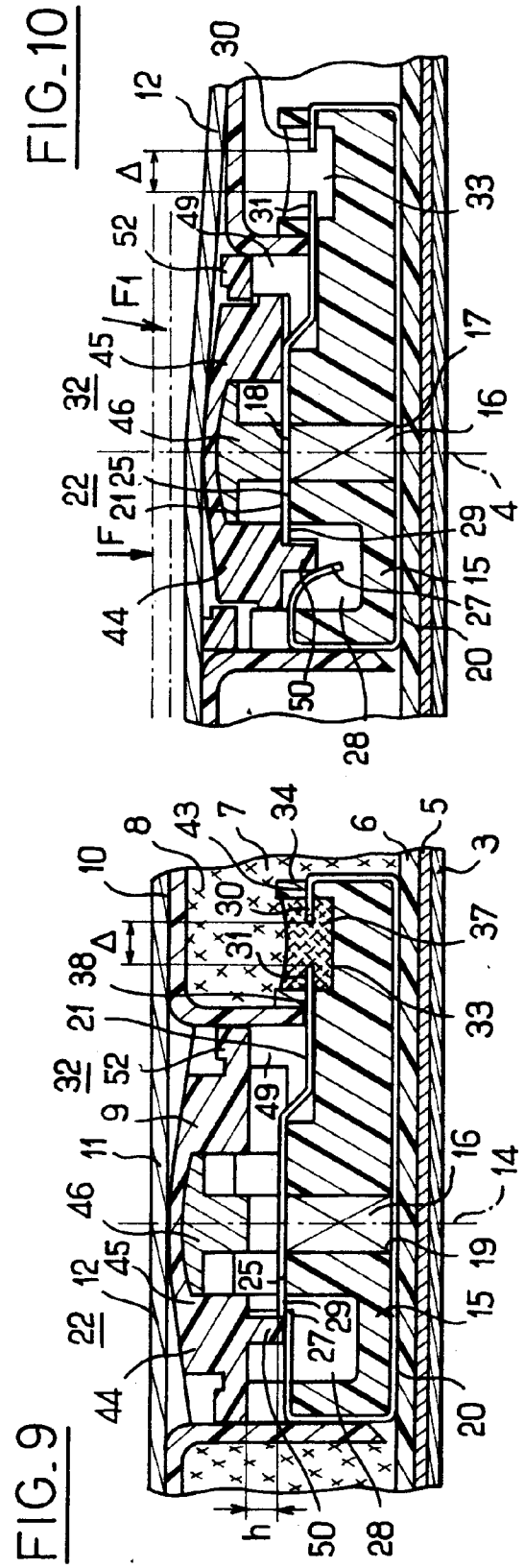
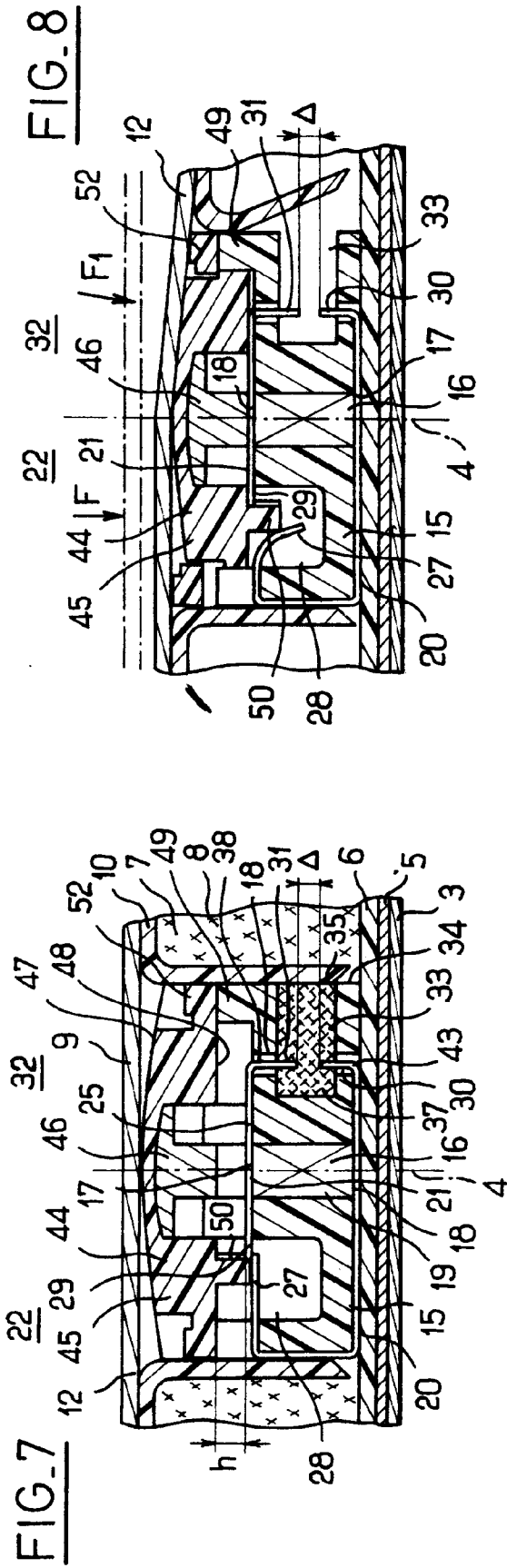


FIG. 6



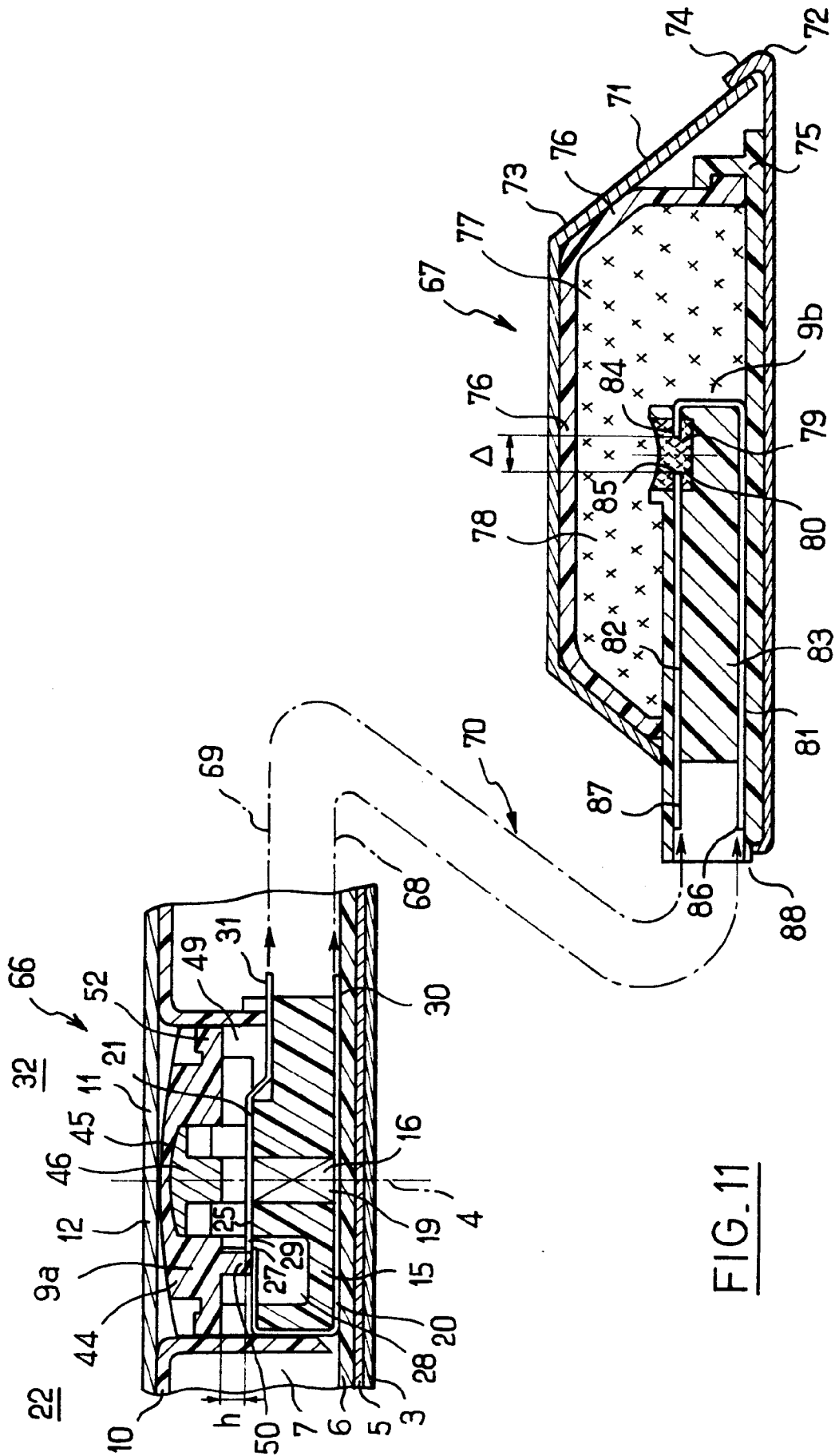


FIG. 11

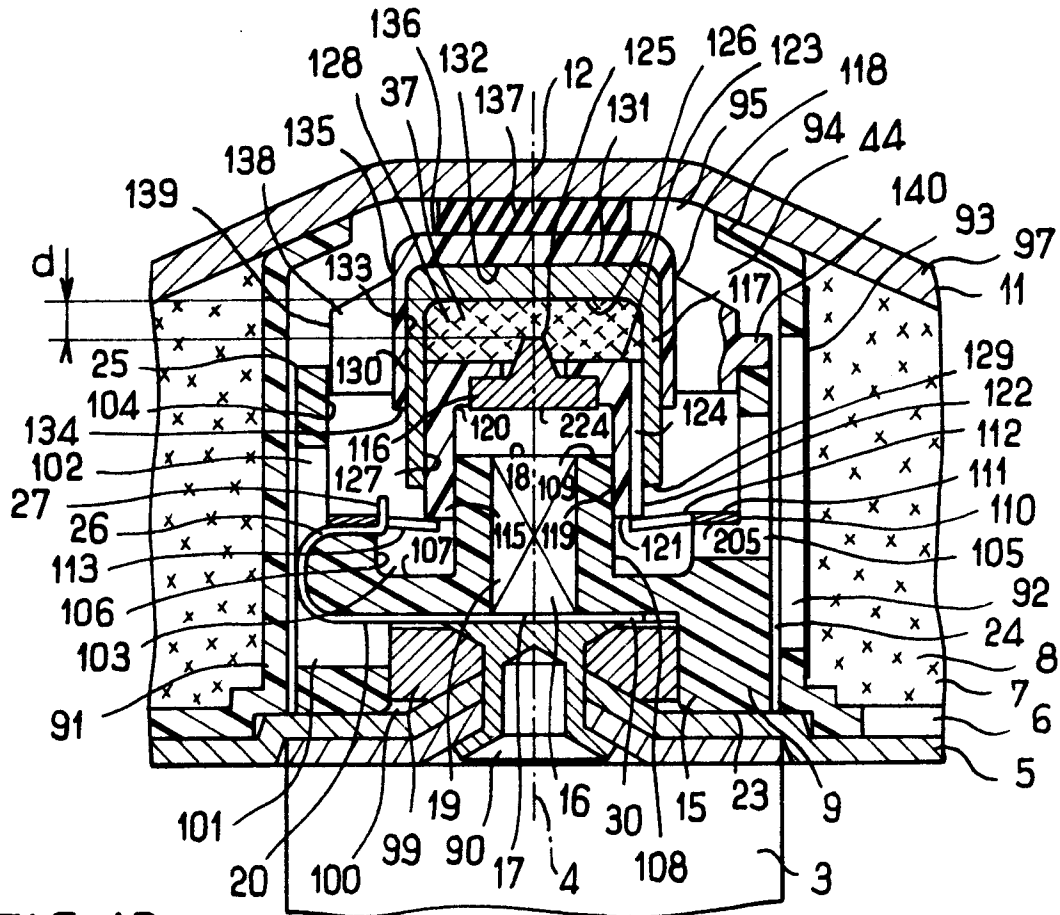


FIG. 13

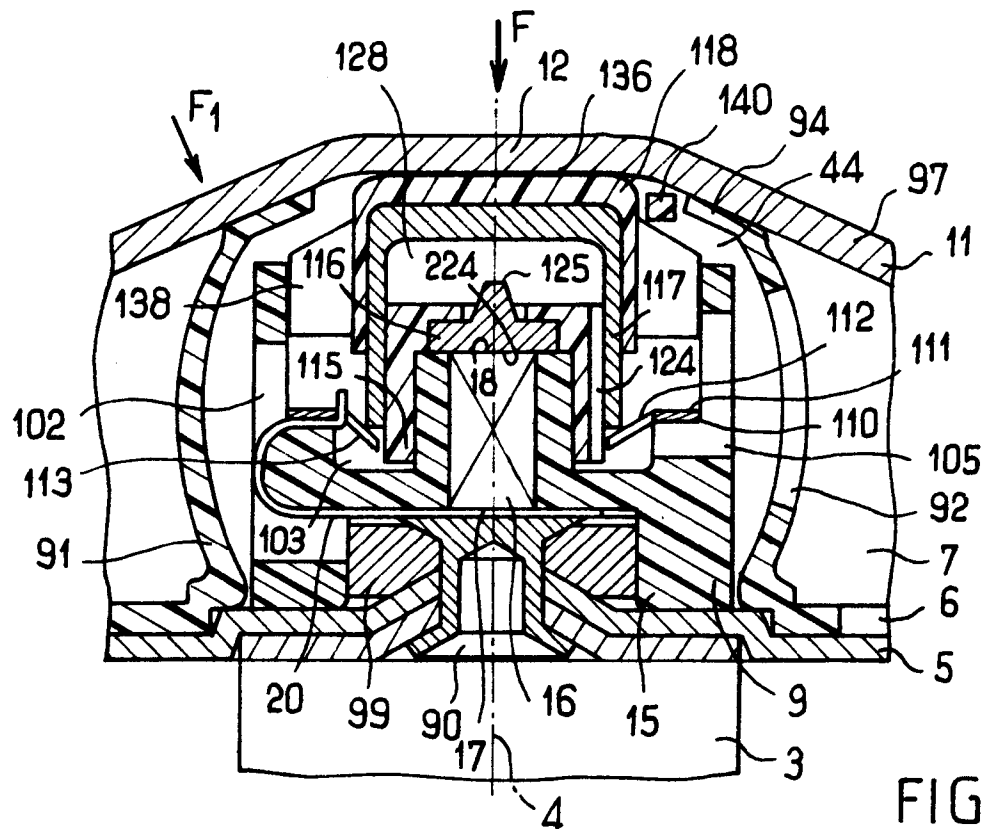
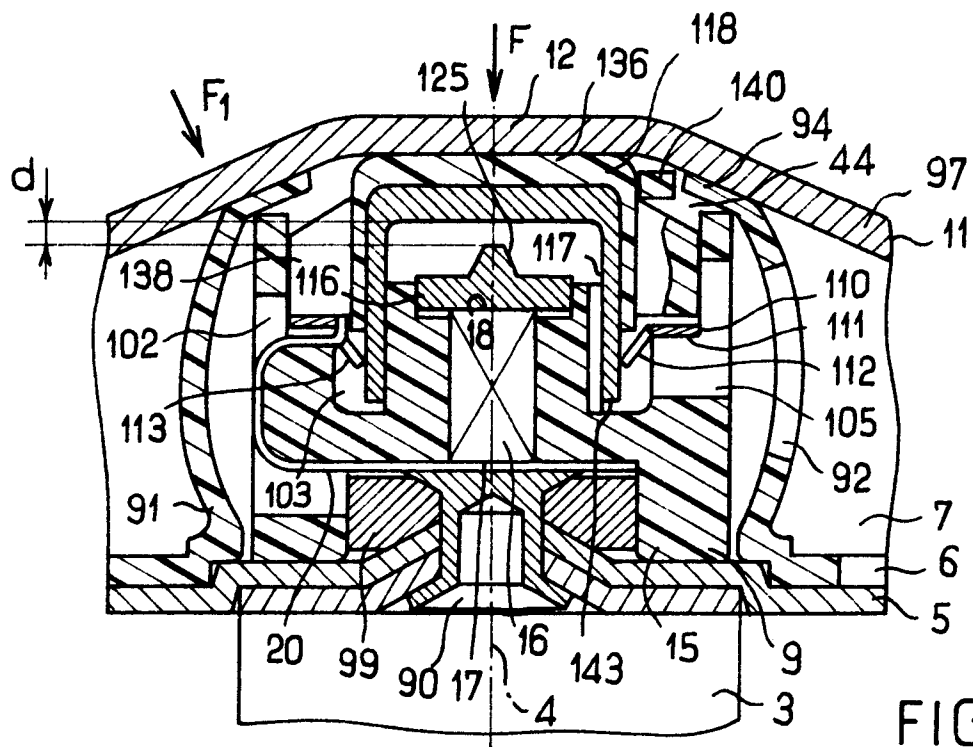
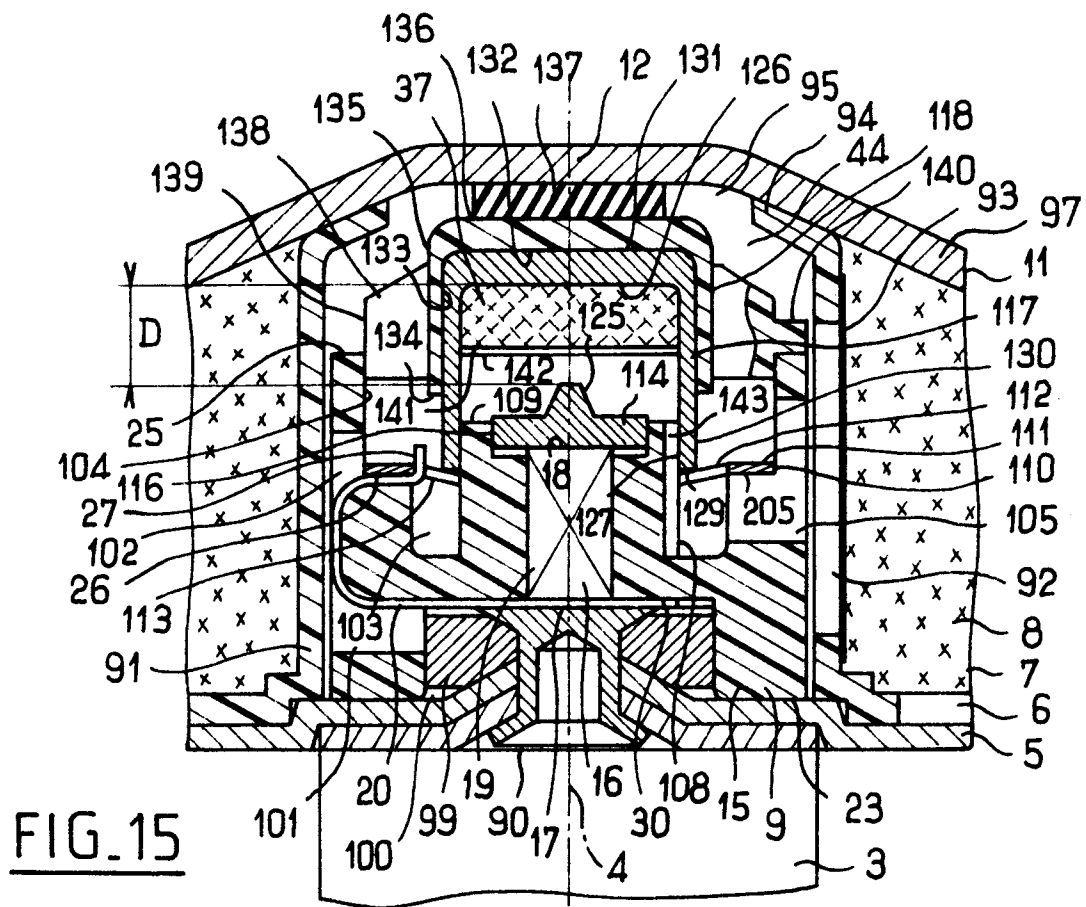


FIG. 14





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 92 40 2603

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)
Y	US-A-3 486 452 (GLOWACKI) * le document en entier *	1-7, 16, 17	F42C11/02
Y,D	US-A-3 361 064 (JOHNSTON & ALLDREDGE) * colonne 2, ligne 65 - colonne 3, ligne 19; figure 1 *	1-7, 16, 17	
Y	DE-A-2 048 743 (MAUSER-WERKE AG) * page 12, ligne 10 - page 14, ligne 16; figures *	16	
A	US-A-3 202 100 (VILBAJO) * colonne 2, ligne 44 - colonne 3, ligne 9; figures 1-4 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			F42C F41A F42B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 13 NOVEMBRE 1992	Examineur OLSSON B.G.
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>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</p> <p>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</p>			

EPO FORM 1503 03.92 (P0402)