

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 0 548 433 B1

(12)

## FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention  
de la délivrance du brevet:  
**08.05.1996 Bulletin 1996/19**

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **F41A 19/62, F23Q 3/00**

(21) Numéro de dépôt: **91403523.3**

(22) Date de dépôt: **23.12.1991**

(54) **Dispositif de mise à feu piézo-électrique pour l'actionnement d'un allumeur électrique à fil résistant**

Piezoelektrische Abfeuereinrichtung zur Aktivierung eines elektrischen Zünders mit Widerstandsdräht

Piezoelectric firing device for the activation of an electric igniter with resistance wire

(84) Etats contractants désignés:  
**BE CH DE ES GB IT LI NL SE**

• **Kartzeff, Jacques**  
**F-94370 Sucy en Brie (FR)**

(43) Date de publication de la demande:  
**30.06.1993 Bulletin 1993/26**

(74) Mandataire: **Signore, Robert et al**  
**c/o SOCIETE DE PROTECTION DES**  
**INVENTIONS**  
**25, rue de Ponthieu**  
**F-75008 Paris (FR)**

(73) Titulaire: **AEROSPATIALE Société Nationale**  
**Industrielle**  
**F-75781 Paris Cédex 16 (FR)**

(56) Documents cités:  
**DE-U- 8 532 369** **FR-A- 2 123 924**  
**GB-A- 1 448 827** **US-A- 3 106 161**

(72) Inventeurs:

• **Roustant, Edmond**  
**F-91230 Montgeron (FR)**

EP 0 548 433 B1

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

## Description

L'invention concerne un dispositif de mise à feu piézo-électrique conçu pour réaliser l'actionnement d'un allumeur électrique à fil résistant d'un ensemble pyrotechnique.

Un tel dispositif peut notamment être utilisé sur des postes de tir de différentes natures, pour assurer la mise à feu de tout ensemble pyrotechnique actionné par un allumeur électrique à fil résistant de basse ou moyenne énergie.

Les générateurs piézo-électriques sont souvent utilisés en armement pour la mise à feu de têtes actives (antichar, à éclats, etc.), équipant des roquettes, missiles ou projectiles d'artillerie. Dans ce cas, le générateur piézo-électrique est consommable. Il fonctionne sous l'effet du choc à l'impact sur la cible et met à feu un détonateur ou un allumeur très basse ou basse énergie de type à éclateur ou à claquage. Le mode de fonctionnement de ce type de composant est le suivant. La haute tension produite par le générateur crée une étincelle entre deux électrodes, laquelle initie une composition pyrotechnique. Le composant primaire initie à son tour l'ensemble de la chaîne pyrotechnique et conduit au fonctionnement de la charge principale. Comme l'illustre le document US-A-3 106 161, il a aussi été envisagé d'interposer un transformateur entre le générateur piézo-électrique et le détonateur.

L'invention concerne un dispositif de mise à feu non consommable pouvant être actionné un très grand nombre de fois et capable de mettre à feu un allumeur électrique à fil résistant de basse ou moyenne énergie (1,5 à 5 mJ) et fonctionnant par effet Joule. La mise à feu d'un tel allumeur électrique à fil résistant s'effectue d'une manière classique au moyen de dispositifs électromagnétiques linéaires, de dispositifs à génératrice tournante ou de dispositifs à pile ou batterie.

Les dispositifs électromagnétiques linéaires, constitués par exemple par une bobine à noyau plongeur ou par un système à rupture d'entrefer, sont basés sur une brusque variation du flux à l'intérieur d'un circuit magnétique. Ils ont pour avantage de pouvoir produire une énergie assez importante. Cependant, ils sont assez lourds et relativement coûteux, car ils nécessitent souvent un levier d'armement, afin de permettre de délivrer, par action sur une gachette, l'énergie mécanique nécessaire à l'activation du système électromagnétique.

Les dispositifs à génératrice tournante tels que les dynamos et alternateurs ont pour avantage de pouvoir produire, dans un encombrement restreint, des énergies relativement importantes. Cependant, ces dispositifs sont relativement complexes et coûteux, notamment en raison du mécanisme d'entraînement rapide de la génératrice.

Les dispositifs à pile ou à batterie peuvent être rangés en trois catégories.

Dans la première catégorie, une pile est utilisée directement pour produire la mise à feu. Un tel dispositif

doit comporter une résistance de protection permettant de se protéger d'un court circuit de l'allumeur. Cette résistance, qui s'ajoute à la résistance interne de la pile et à celle de l'allumeur, fait que l'intensité fournie par le dispositif peut parfois être insuffisante.

Dans la deuxième catégorie de dispositifs de ce type, une batterie charge un condensateur de travail avant le tir. Ce dispositif permet de fournir l'impulsion nécessaire à la mise à feu, mais son temps de réponse déterminé par le temps de charge du condensateur est parfois trop long.

Un perfectionnement aux dispositifs à batterie et condensateur consiste à ajouter un circuit de traitement électronique du signal, permettant de calibrer ce dernier en fonction des conditions d'utilisation. Ce perfectionnement, qui ne résoud pas les problèmes mentionnés précédemment, a en outre pour inconvénient d'ajouter à ces dispositifs des circuits électroniques qui peuvent être complexes et coûteux.

Un inconvénient majeur de ces dispositifs à pile ou à batterie est qu'ils demandent une vérification de l'état des piles avant chaque utilisation et un remplacement périodique des batteries. De plus, une énergie stockée en permanence nécessite une très grande rigueur dans l'élaboration des systèmes de sécurité.

Dans le document FR-A-2 123 924, il a aussi été envisagé d'assurer la mise à feu d'un inflammateur électrique par l'intermédiaire d'un transformateur dont le primaire est connecté à un élément piézo-électrique. Cependant, cet élément est activé par décompression ce qui se traduit par un décalage entre la production du courant électrique et son utilisation.

L'invention a précisément pour objet un dispositif de mise à feu piézo-électrique particulièrement simple et réutilisable un très grand nombre de fois (quelques milliers), apte à être actionné manuellement et fournissant un signal électrique d'intensité élevée et de durée suffisante pour commander un allumeur électrique à fil résistant de basse ou moyenne énergie avec une marge de sécurité suffisante.

Selon l'invention, ce résultat est obtenu au moyen d'un dispositif de mise à feu piézo-électrique pour l'actionnement d'un allumeur électrique à fil résistant, comprenant un générateur piézo-électrique apte à fournir une énergie électrique lorsqu'il est soumis à une contrainte, et un mécanisme de commande, caractérisé par le fait que le mécanisme de commande comprend un organe de commande dont un actionnement a pour effet de propulser une masse avec une force prédéterminée contre le générateur piézo-électrique, le dispositif comprenant en association un transformateur dont un enroulement primaire est raccordé électriquement au générateur piézo-électrique et dont un enroulement secondaire est apte à être raccordé sur l'allumeur.

Dans un tel dispositif, un actionnement manuel de l'organe de commande déclenche le mécanisme de commande qui propulse la masse contre le générateur piézo-électrique. L'énergie parfaitement contrôlée du

choc ainsi produit engendre à la sortie du générateur piézo-électrique un signal électrique haute tension (par exemple, 10 à 15 kV) de très courte durée (environ 200 µs). Le transformateur transforme ce signal électrique en un signal basse tension (environ 30 V), mais présentant une intensité élevée (environ 15 A) suffisante pour que l'actionnement de l'allumeur à fil résistant puisse avoir lieu. En outre, ce dispositif fournit une énergie électrique, pouvant atteindre jusqu'à environ 17 mJ, qui présente une marge de sécurité suffisante pour assurer la mise à feu d'un initiateur à fil résistant de basse ou moyenne énergie (1,5 mJ à environ 5 mJ).

Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, le mécanisme de commande comprend :

- un corps fixé au générateur piézo-électrique et dans lequel est formé un alésage dont une extrémité débouche en face de ce générateur ;
- un bouton poussoir monté coulissant dans ledit alésage, et constituant l'organe de commande ;
- des moyens pour commander une rotation de ladite masse dans un premier sens jusqu'à une position angulaire prédéterminée lors d'un enfoncement du bouton poussoir ;
- des moyens pour immobiliser la masse en translation dans ledit corps lorsqu'elle n'est pas dans ladite position angulaire prédéterminée ; et
- des moyens élastiques d'actionnement comprimés entre la masse et le bouton poussoir lors d'un enfoncement de ce dernier, de façon à emmagasiner ladite force prédéterminée qui propulse la masse contre le générateur piézo-électrique lorsque ladite masse atteint la position angulaire prédéterminée.

Afin que le dispositif soit réutilisable un grand nombre de fois sans que l'opérateur ait à intervenir, il comprend de plus des moyens de réarmement automatique commandant le retour de l'organe de commande et de la masse dans des positions de repos dès que cesse l'actionnement de l'organe de commande.

Avantageusement, ces moyens de réarmement automatique comprennent des moyens élastiques de rappel du bouton poussoir vers sa position de repos et des moyens pour commander un recul et une rotation inverse de ladite masse jusqu'à sa position de repos lors d'un recul du bouton poussoir.

Avantageusement, les moyens pour commander une rotation de la masse, les moyens pour immobiliser la masse en translation dans le corps et les moyens pour commander un recul et une rotation inverse de ladite masse comprennent une goupille radiale solidaire de ladite masse ; cette goupille traverse au moins une découpe formée dans une partie tubulaire du bouton poussoir et qui comporte deux rampes opposées, et fait saillie dans au moins une rainure en forme de L formée dans ledit alésage et dont les deux branches sont orientées respectivement selon une direction circonférentielle et selon une direction axiale ; des moyens sont prévus

pour empêcher une rotation relative entre le bouton poussoir et le corps.

Les moyens d'actionnement peuvent alors comprendre un ressort de compression logé dans la partie tubulaire du bouton poussoir, entre la masse et un bouton de tir du bouton poussoir.

Par ailleurs, les moyens élastiques de rappel peuvent comprendre un deuxième ressort de compression logé dans l'alésage entre une extrémité du bouton poussoir et le générateur piézo-électrique.

Dans le mode de réalisation préféré de l'invention, le générateur piézo-électrique comprend un élément piézo-électrique précontraint selon la direction de déplacement de ladite masse entre deux pièces électriquement conductrices, isolées électriquement l'une de l'autre, une première de ces pièces constituant une coiffe apte à être heurtée par ladite masse.

Un mode de réalisation préféré de l'invention va à présent être décrit, à titre d'exemple non limitatif, en se référant aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe longitudinale représentant un dispositif de mise à feu piézo-électrique conforme à l'invention ;
- la figure 2 est une vue en perspective et en coupe représentant à plus grande échelle l'intérieur de l'alésage formé dans le corps du mécanisme de commande et dans lequel sont reçus le bouton poussoir et la masse apte à venir percuter le générateur piézo-électrique ;
- la figure 3 est une vue en coupe longitudinale partielle représentant une partie du mécanisme de commande dans la position qu'il occupe normalement au repos ; et
- la figure 4 est une vue comparable à la figure 3 représentant la même partie du mécanisme de commande dans sa position enfoncée d'actionnement.

Comme l'illustre la figure 1, le dispositif de mise à feu piézo-électrique conforme à l'invention comprend, à l'intérieur d'un alésage 12 formé dans un boîtier 10, un mécanisme de commande 14, un générateur piézo-électrique 16 et un transformateur 18 montés bout à bout et dans cet ordre.

Le mécanisme de commande 14 comporte un corps cylindrique 20 traversé selon son axe par un alésage 22. Un bouton poussoir 24 est monté coulissant dans cet alésage 22 et fait saillie à l'extérieur au travers d'une ouverture formée dans une partie amovible 10a du boîtier 10. Le bouton poussoir 24 se compose principalement d'une partie tubulaire 26 dont l'extrémité située à l'extérieur du boîtier 10 porte un bouton de tir 28, par exemple par l'intermédiaire d'une goupille 30.

Le bouton poussoir 24 est immobilisé en rotation à l'intérieur du corps 20 du mécanisme de commande 14, par exemple par un doigt 32 qui fait saillie radialement à l'extérieur de la partie cylindrique 26 et pénètre dans une rainure longitudinale 34 usinée dans la paroi de

l'alésage 22.

Une masse métallique 36, de forme cylindrique, est montée dans la partie tubulaire 26 du bouton poussoir 24 de façon à pouvoir se déplacer dans ce dernier en rotation et en translation. Cette masse 36 est traversée radialement par une goupille 38 dont les extrémités passent dans deux découpes 40, symétriques par rapport à l'axe du bouton poussoir 24, formées dans la partie tubulaire 26 du bouton poussoir 24 et pénètrent dans deux rainures 42, symétrique par rapport au même axe, usinées dans la paroi de l'alésage 22.

Comme le montrent mieux les figures 3 et 4, chacune des deux découpes 40 formées dans la partie tubulaire 26 du bouton poussoir 24 présente sensiblement la forme d'un parallélogramme dont deux bords opposés parallèles 40a et 40b sont orientés parallèlement à l'axe commun à l'alésage 22 et au bouton poussoir 24 et dont les deux autres bords opposés parallèles 40c et 40d forment des rampes. Plus précisément, le bord 40c est incliné vers l'extrémité extérieure du bouton poussoir 24 portant le bouton de tir 28, à partir du bord 40a, et le bord 40d est incliné vers l'extrémité intérieure opposée du bouton poussoir 24, à partir du bord 40b. Par ailleurs, le bord 40b de chacune des découpes 40 est décalé angulairement dans le sens inverse des aiguilles d'une montre par rapport au bord 40a, en regardant de la droite vers la gauche sur les figures.

Comme l'illustre la figure 2, chacune des deux rainures 42 présente la forme d'un L dont l'une des branches 42a est orientée selon une direction axiale, c'est-à-dire parallèlement à l'axe de l'alésage 22, et dont l'autre branche 42b est orientée selon une direction circonférentielle, c'est-à-dire située dans un plan radial par rapport à l'axe de l'alésage 22. La branche 42b de chacune des rainures 42 en forme de L est raccordée sur la branche 42a à l'extrémité de cette dernière tournée vers la partie amovible 10a du boîtier 10, et tourne dans le sens des aiguilles d'une montre en regardant de la droite vers la gauche sur les figures.

En se reportant à la figure 1, on observe qu'un ressort de compression 44 constituant des moyens élastiques d'actionnement du mécanisme de commande 14 est logé dans la partie tubulaire 26 du bouton poussoir 24, de façon à être comprimé entre l'extrémité de cette partie tubulaire portant le bouton de tir 28 et l'extrémité en vis-à-vis de la masse 36.

Pour compléter la description du mécanisme de commande 14, un autre ressort de compression 46 constituant des moyens élastiques de rappel pour le bouton poussoir 24 et la masse 36, est logé dans l'alésage 22 entre l'extrémité du bouton poussoir 24 située à l'intérieur du corps 20 et le générateur piézo-électrique 16.

Sous l'action du ressort de rappel 46, le bouton poussoir 24 et la masse métallique 26 occupent normalement au repos les positions illustrées sur la figure 1. Le bouton poussoir 24 fait alors saillie au maximum à l'extérieur de la partie amovible 10a du boîtier 10. La

goupille 38 montée dans la masse 36 est alors en appui dans l'angle aigu le plus proche du générateur piézo-électrique 16, formé entre les bords 40a et 40d de chacune des découpes 40. De plus, les extrémités de la goupille 40 se trouvent dans les branches circonférentielles 42b de chacune des gorges 42 en forme de L, dans les extrémités de ces branches 42b les plus éloignées des branches longitudinales 42a.

Lorsqu'un opérateur enfonce le bouton poussoir 24

en agissant sur le bouton de tir 28, il ne se produit aucune rotation de la masse 36 tant que les extrémités de la goupille 38 n'arrivent pas dans les angles obtus formés entre les bords 40a et 40c de chacune des découpes 40 (figure 3). Par conséquent, les extrémités des goupilles 38 restent bloquées dans les branches 42b des gorges 42 en forme de L et la masse 36 reste immobile. Il se produit donc une compression du ressort 44.

Si l'opérateur poursuit l'enfoncement du bouton poussoir 24, la goupille 38 parcourt les bords inclinés

40c des découpes 40, de telle sorte que la masse 36 tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre en regardant de la droite vers la gauche sur les figures. Au cours de cette rotation, les extrémités de la goupille 38 parcourent les branches circonférentielles 42b des gorges 42 en forme de L, en se rapprochant progressivement des branches longitudinales 42a. La masse 36 est donc toujours immobilisée en translation dans l'alésage 22 par la coopération des extrémités de la goupille 38 avec les branches 42b. Pendant cette phase de l'actionnement du dispositif, la compression du ressort 44 se poursuit.

Lorsque l'enfoncement du bouton poussoir 24 amène la goupille 38 à proximité des angles délimités entre les bords 40c et 40d des découpes 40 (position illustrée

en trait mixte sur la figure 4), les extrémités de la goupille 38 arrivent en face des branches longitudinales 42a des gorges 42 en forme de L. L'énergie emmagasinée par la compression du ressort 44 se trouve alors brusquement libérée et propulse la masse 36 vers le générateur piézo-électrique 16, de telle sorte que la masse 36 vient heurter ce générateur. Etant donné que la contrainte du ressort 44 pour laquelle le déplacement de la masse 36 vers le générateur piézo-électrique se produit est déterminée par construction, l'énergie transmise au générateur piézo-électrique est connue et reproductible.

Lorsque l'opérateur relâche son action sur le bouton de tir 28, le ressort 46 rappelle le bouton poussoir 24 vers sa position de repos illustrée sur la figure 1. Dès le début de ce déplacement, la goupille 38 vient en appui

contre les bords inclinés 40d des découpes 40, à proximité des bords longitudinaux 40b. Cependant, étant donné que les extrémités de la goupille 38 se trouvent alors dans les parties axiales 42a des rainures 42 en forme de L, la masse 36 ne peut pas tourner et se déplace donc conjointement avec le bouton poussoir 24 en éloignement du générateur piézo-électrique 16.

Vers la fin de ce déplacement conjoint, les extrémités de la goupille 38 arrivent en face des branches 42b

des gorges 42, de sorte que la masse 36 est entraînée en rotation dans le sens inverse des aiguilles d'une montre en regardant vers l'extrémité extérieure ouverte de l'alésage 22 sous l'effet de la coopération de la gouille 38 avec les bords inclinés 40d des découpes 40. La masse 36 se retrouve ainsi automatiquement dans sa position de repos illustrée sur la figure 1.

En se reportant à nouveau à la figure 1, on voit que le générateur piézo-électrique 16 comprend un élément piézo-électrique 48 constitué par un petit barreau de céramique piézo-électrique dont les dimensions sont déterminées en fonction des caractéristiques que l'on désire obtenir. Cet élément piézo-électrique 48 est disposé selon l'axe de l'alésage 12 du boîtier 10, dans le prolongement de l'alésage 22 formé dans le corps 20 du mécanisme de commande 14.

L'élément piézo-électrique 48 est entouré d'un élément isolant 50 et comprimé axialement entre deux pièces électriquement conductrices constituées par une coiffe 52 et par un plot positif 54.

Les plans d'appui entre les extrémités axiales de l'élément piézo-électrique 48 et, d'une part, la coiffe 52, et, d'autre part, le plot positif 56 présentent une très bonne correction géométrique afin de garantir une bonne transmission des signaux électriques délivrés par le générateur.

La coiffe 52 comporte une partie en forme de disque qui pénètre dans l'extrémité adjacente de l'alésage 22, dont une face est en contact avec l'élément piézo-électrique 48 et dont la face tournée vers l'intérieur de cet alésage porte une protubérance bombée 52a (figures 3 et 4) que vient heurter la masse 36 lors de l'actionnement du mécanisme de commande 14. A l'extérieur de l'alésage 22 et autour de l'élément isolant 50, cette partie en forme de disque de la coiffe 52 est prolongée par une partie tronconique de faible épaisseur 52b terminée par une partie tubulaire d'extrémité 52c.

Le plot positif 54 a la forme d'un disque dont une face est en contact avec l'extrémité de l'élément piézo-électrique opposée à la coiffe 52 et dont la face opposée porte en son centre une pièce cylindrique 54a de raccordement électrique.

La partie du plot positif 54 adjacente à l'élément piézo-électrique 48 est entourée par un deuxième élément isolant 56 qui entoure également en partie l'élément isolant 50 et dont l'extrémité pénètre à l'intérieur de la partie tubulaire d'extrémité 52c de la coiffe 52. Le matériau isolant constituant l'élément 56 est choisi de façon à présenter une bonne dureté mécanique et une rigidité diélectrique importante.

Le générateur piézo-électrique 16 comprend de plus une carcasse métallique constituée par un corps 58 et par un écrou annulaire 60. Le corps 58 placé autour de l'élément isolant 56, prend appui sur une face de cet élément tournée vers le transformateur électrique 18 et est en contact électrique avec la partie tubulaire d'extrémité 52c de la coiffe 52. L'écrou annulaire 60 est vissé sur l'extrémité du corps 58 tournée vers le méca-

nisme de commande 14 et il comporte une partie qui fait saillie radialement vers l'intérieur, de façon à être en appui sur la partie tronconique de faible épaisseur 52b de la coiffe 52.

Cet agencement permet d'appliquer au montage une précontrainte axiale sur l'élément piézo-électrique 48 entre la coiffe 52 et le plot positif 54. Cette précontrainte, que l'on peut mesurer lors du montage en se servant de l'élément piézo-électrique 48 comme capteur d'effort, ou par tout autre moyen, permet de garantir la transmission à l'élément piézo-électrique de l'énergie résultant de l'impact de la masse 36 sur la coiffe 52, quelle que soit la température dans une gamme de fonctionnement prédéterminée (par exemple entre environ -50°C et +60°C). La structure particulière de la coiffe 52 décrite précédemment garantit le maintien d'une précontrainte acceptable malgré les dilatations différentielles qui se produisent dans cette gamme de température.

L'écrou 60 comporte en outre, dans sa partie tournée vers le mécanisme de commande 14, une deuxième partie filetée apte à être vissée sur une extrémité adjacente filetée du corps 20 du mécanisme 14, afin de permettre l'assemblage de ces deux pièces.

Pour un choc d'énergie mécanique donnée, l'énergie électrique délivrée à l'allumeur est maximale pour une valeur donnée du rapport de transformation (par exemple, environ 450), que l'on peut déterminer en fonction des caractéristiques des circuits. On peut alors atteindre un rendement élevé, par exemple d'environ 8 %.

Cependant, un des avantages de l'invention est que le rapport de transformation n'est pas critique, le rendement restant proche de sa valeur maximale même si la valeur du rapport de transformation est modifiée (par exemple, comprise entre environ 280 et environ 500).

On peut ainsi, pour faciliter la réalisation du transformateur, abaisser légèrement le rapport de transformation en réduisant le nombre de spires au primaire. Le rapport de transformation peut même être réduit plus nettement si l'on désire abaisser sensiblement le coût du dispositif, mais cela se fait alors au détriment du rendement et, par conséquent, de la fiabilité d'actionnement de l'allumeur.

Dans l'exemple de réalisation décrit, le transformateur électrique 18 comprend un enroulement primaire qui comporte un grand nombre de spires (par exemple environ 3000) de fil fin préisolé et qui est relié directement au générateur piézo-électrique par deux conducteurs électriques 62 et 64 raccordés respectivement sur le corps 58 et sur la pièce cylindrique 54a du plot positif 54. L'enroulement secondaire du transformateur 18 comprend au contraire un petit nombre de spires de fil (de l'ordre de 8) et il est relié à un allumeur électrique à fil résistant (non représenté) extérieur au dispositif par deux conducteurs électriques 66 cheminant entre la paroi de l'alésage 12, le générateur piézo-électrique 16 et le mécanisme de commande 14.

Les enroulements primaire et secondaire du trans-

formateur 18 sont placés sur un pot de ferrite 68 supporté par une tige 70 disposée coaxialement à l'intérieur de l'alésage 12. L'utilisation d'un transformateur à pot de ferrite à noyau, permet d'améliorer le rendement global du dispositif et évite tout risque de surtension en cas de défaut de charge sur le secondaire du transformateur. La tige 70 est solidaire d'une jupe 72 qui remplit l'espace annulaire formé entre le générateur piézo-électrique 16, le mécanisme de commande 14 et l'alésage 12. L'extrémité de cette jupe 70 est fixée sur le corps 20 du mécanisme de commande 14 par exemple au moyen de vis 72.

L'ensemble formé par le transformateur électrique 18, le générateur piézo-électrique 16 et le mécanisme de commande 14 constitue ainsi un tout qui peut être emmarché dans l'alésage 12 du boîtier 10 lors de la mise en place de la partie amovible 10a de ce boîtier. A cet effet, l'extrémité du corps 20 tourné vers l'extérieur est avantageusement pourvue d'un filetage qui est vissé dans un trou taraudé formé dans cette partie amovible 10a comme l'illustre la figure 1.

Dans le dispositif de mise à feu piézo-électrique qui vient d'être décrit, l'enfoncement par un opérateur du bouton poussoir 24 du mécanisme de commande 14 a pour effet, comme on l'a décrit précédemment, de propulser la masse métallique 36 avec une force pré-déterminée contre la coiffe 52 du générateur piézo-électrique 16. Sous l'effet de l'impact, un signal électrique de forte tension (10 à 15 kV) de très faible durée (environ 200 µs) est engendré par le générateur piézo-électrique 16.

Dans le transformateur 18, ce signal électrique est transformé en un signal de faible tension (environ 30 V). Une impulsion de mise à feu dont l'intensité maximale atteint environ 15 A et qui dure environ 0,2 ms peut ainsi être obtenue, ce qui permet de commander un allumeur à fil résistant ayant une résistance propre d'environ 2 ohms, en utilisant la totalité de l'énergie piézo-électrique fournie par le générateur 16. Par ailleurs, l'énergie électrique à la sortie du dispositif de mise à feu piézo-électrique selon l'invention peut atteindre jusqu'à 17 mJ, ce qui assure en toute sécurité l'actionnement d'un allumeur à fil résistant dont l'énergie de fonctionnement varie généralement entre 1,5 et 5 mJ.

Compte tenu de la très haute tension du signal délivré par le générateur piézo-électrique, les conducteurs électriques 62 et 64 reliant ce dernier au transformateur 18 sont enrobés par un produit isolant 74 à rigidité diélectrique importante. On peut, comme signalé ci-dessus, diminuer le nombre de spires du primaire, ce qui a pour effet de réduire la haute tension et de faciliter l'isolation des fils.

Le dispositif de mise à feu piézo-électrique selon l'invention permet, de façon totalement originale, de commander un allumeur électrique à fil résistant d'une manière particulièrement simple et peu coûteuse, pour un encombrement très réduit et une fiabilité extrême garantissant l'actionnement du dispositif plusieurs milliers de fois de suite sans maintenance. De plus, étant donné

que l'énergie n'est délivrée qu'à l'instant du tir, tout problème de stockage d'énergie est supprimé, ce qui améliore notablement la sécurité. Enfin, l'impulsion de mise à feu est délivrée en un temps particulièrement court (inférieur à 1 ms), ce qui constitue un avantage appréciable par rapport aux dispositifs à pile ou à batterie existants.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée au mode de réalisation qui vient d'être décrit à titre d'exemple, mais en couvre toutes les variantes. En particulier, on comprendra aisément que le mécanisme de commande 14 peut être modifié selon la forme donnée à l'organe de commande (bouton poussoir, levier, gachette, pédale, etc.) sans sortir du cadre de l'invention. Il en est de même de la structure de montage du générateur piézo-électrique 16, et du rapport de transformation qui n'est pas critique, comme on l'a dit.

## 20 Revendications

1. Dispositif de mise à feu piézo-électrique pour l'actionnement d'un allumeur électrique à fil résistant, comprenant un générateur piézo-électrique (16) apte à fournir une énergie électrique lorsqu'il est soumis à une contrainte, et un mécanisme de commande (14), caractérisé par le fait que le mécanisme de commande (14) comprend un organe de commande (24) dont un actionnement a pour effet de propulser une masse (36) avec une force pré-déterminée contre le générateur piézo-électrique (16), le dispositif comprenant en association un transformateur (18) dont un enroulement primaire est raccordé électriquement au générateur piézo-électrique et dont un enroulement secondaire est apte à être raccordé sur l'allumeur.
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'il comprend des moyens (46) de réarmement automatique commandant le retour de l'organe de commande (24) et de la masse (36) dans des positions de repos dès que cesse l'actionnement de l'organe de commande.
3. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé par le fait que le mécanisme de commande (14) comprend :
  - un corps (20) fixé au générateur piézo-électrique (16) et dans lequel est formé un alésage (22) dont une extrémité débouche en face de ce générateur ;
  - un bouton poussoir (24) monté coulissant dans ledit alésage, et constituant l'organe de commande ;
  - des moyens (38,40c) pour commander une rotation de ladite masse (36) dans un premier sens jusqu'à une position angulaire pré-détermi-

- minée lors d'un enfoncement du bouton poussoir ;
- des moyens (38,42b) pour immobiliser la masse en translation dans ledit corps lorsqu'elle n'est pas dans la position angulaire pré-déterminée ; et
  - des moyens élastiques d'actionnement (44) comprimés entre la masse et le bouton poussoir lors d'un enfoncement de ce dernier, de façon à emmagasiner ladite force pré-déterminée qui propulse la masse contre le générateur piézo-électrique (16) lorsque ladite masse atteint la position angulaire pré-déterminée.
4. Dispositif selon les revendications 2 et 3 combinées, caractérisé par le fait que les moyens de réarmement automatique comprennent des moyens (46) élastiques de rappel du bouton poussoir vers sa position de repos et des moyens (38,40d) pour commander un recul et une rotation inverse de ladite masse jusqu'à sa position de repos lors d'un recul du bouton poussoir.
5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé par le fait que les moyens pour commander une rotation de ladite masse, les moyens pour immobiliser la masse en translation dans le corps et les moyens pour commander un recul et une rotation inverse de ladite masse comprennent une goupille radiale (38) solidaire de ladite masse ; cette goupille traversant au moins une découpe (40) formée dans une partie tubulaire (26) du bouton poussoir et qui comporte deux rampes opposées (40c,40d), et faisant saillie dans au moins une rainure en forme de L (42) formée dans ledit alésage (22) et dont les deux branches sont orientées respectivement selon une direction circonférentielle et selon une direction axiale ; des moyens (32,34) étant prévus pour empêcher une rotation relative entre le bouton poussoir (24) et le corps (20).
6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé par le fait que les moyens élastiques d'actionnement comprennent un ressort de compression (44) logé dans ladite partie tubulaire du bouton poussoir, entre ladite masse (36) et un bouton de tir (28) du bouton poussoir.
7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, caractérisé par le fait que les moyens élastiques de rappel comprennent un deuxième ressort de compression (46) logé dans ledit alésage (22) entre une extrémité du bouton poussoir et le générateur piézo-électrique.
8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le générateur piézo-électrique comprend un élément piézo-électrique (48) précontraint selon la direction de déplacement de ladite masse (36) entre deux pièces électriquement conductrices (52,54), isolées électriquement l'une de l'autre, une première desdites pièces constituant une coiffe (52) apte à être heurtée par ladite masse.
9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le mécanisme de commande (14), le générateur piézo-électrique (16) et le transformateur (18) sont placés dans cet ordre à l'intérieur d'un boîtier (10).
10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le transformateur (18) comprend un pot de ferrite à noyau (68).
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
- Patentansprüche**
1. Piezoelektrische Abfeuerseinrichtung zur Aktivierung eines elektrischen Zünders mit Widerstandsdraht, mit einem piezoelektrischen Generator (16), der elektrische Energie erzeugen kann, wenn eine mechanische Spannung auf ihn wirkt, und einem Betätigungsmechanismus (14), dadurch gekennzeichnet, daß der Betätigungsmechanismus (14) ein Betätigungsorgan (24) umfaßt, bei dessen Betätigung eine Masse (36) mit einer vorher festgelegten Kraft gegen den piezoelektrischen Generator (16) geschleudert wird, wobei die Einrichtung mit einem Transformator (18) verbunden ist, dessen Primärwicklung elektrisch an den piezoelektrischen Generator angeschlossen ist und dessen Sekundärwicklung an den Zünder angeschlossen werden kann.
  2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sie Vorrichtungen (46) zur automatischen Rückstellung umfaßt, durch die die Rückkehr des Betätigungsorgans (24) und der Masse (36) in die Ruhestellung gesteuert wird, sobald das Betätigungsorgan losgelassen wird.
  3. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Betätigungsmechanismus (14) folgende Teile umfaßt:
    - einen am piezoelektrischen Generator (16) befestigten Körper (20), in dem eine Bohrung (22) ausgearbeitet ist, deren eines Ende gegenüber von diesem Generator endet;
    - einen Druckknopf (24), der so montiert ist, daß er in die genannte Bohrung gleitet, und der das Betätigungsorgan darstellt;
    - Vorrichtungen (38, 40c) zur Steuerung der Drehung der genannten Masse (36) in eine erste

- Richtung bis zu einer vorher festgelegten Winkelposition bei Eindrücken des Druckkopfes;
- Vorrichtungen (38, 42b) zum Festhalten der Masse in der Bewegung im genannten Körper, wenn sie sich nicht in der vorher festgelegten Winkelposition befindet; und
  - elastische Betätigungsgeräte (44), die zwischen der Masse und dem Druckknopf zusammengedrückt werden, wenn letzterer eingedrückt wird, so daß die genannte vorher festgelegte Kraft, die die Masse gegen den piezoelektrischen Generator (16) schleudert, wenn die genannte Masse die vorher festgelegte Winkelposition erreicht, gespeichert wird.
4. Einrichtung nach den Ansprüchen 2 und 3 in Kombination, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtungen zur automatischen Rückstellung elastische Vorrichtungen (46) zum Rückstellen des Druckknopfs in seine Ruhestellung sowie Vorrichtungen (38, 40d) zur Steuerung des Rückschubs und der Rückdrehung der genannten Masse in ihre Ruhestellung bei Rückschub des Druckknopfs umfassen.
5. Einrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtungen zum Steuern der Drehung der genannten Masse, die Vorrichtungen zum Festhalten der Masse in der Bewegung im Körper sowie die Vorrichtungen zur Steuerung des Rückschubs und der Rückdrehung der genannten Masse einen fest mit der genannten Masse verbundenen Radialstift (38) umfassen; wobei dieser Stift mindestens einen in einem röhrenförmigen Abschnitt (26) des Druckknopfs ausgearbeiteten Ausschnitt (40) durchquert, der zwei gegenüberliegende Führungselemente (40c, 40d) besitzt, und in mindestens eine L-förmige Nut (42) in der genannten Bohrung (22) vorspringt, deren beiden Abschnitte jeweils in Richtung des Kreisumfangs und in die Axialrichtung weisen; wobei Vorrichtungen (32, 34) zur Verhinderung einer relativen Drehung zwischen dem Druckknopf (24) und dem Körper (20) vorhanden sind.
6. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die elastischen Betätigungsgeräte eine Druckfeder (44) umfassen, die in dem genannten röhrenförmigen Abschnitt des Druckknopfs zwischen der genannten Masse (36) und einem Auslösekopf (28) des Druckknopfs eingebaut ist.
7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die elastischen Rückstellvorrichtungen eine zweite Druckfeder (46) umfassen, die in der genannten Bohrung (22) zwischen einem Ende des Druckknopfs und dem piezoelektrischen Generator eingebaut ist.
8. Einrichtung nach einem der obengenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der piezoelektrische Generator ein piezoelektrisches Element (48) umfaßt, das in der Bewegungsrichtung der genannten Masse (36) zwischen zwei elektrisch voneinander isolierten elektrisch leitenden Teilen (52, 54) vorgespannt ist, wobei das erste der genannten Teile eine Kappe (52) besitzt, auf die die genannte Masse prallen kann.
9. Einrichtung nach einem der obengenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Betätigungsmechanismus (14), der piezoelektrische Generator (16) und der Transformator (18) in dieser Reihenfolge in einem Gehäuse (10) eingebaut sind.
10. Einrichtung nach einem der obengenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Transformator (18) einen Ferritkern (68) umfaßt.
- 25 **Claims**
1. Piezoelectric firing device for actuating a resistive-wire electric igniter, comprising a piezoelectric generator (16) capable of delivering electrical energy when it is subjected to a strain, and a control mechanism (14), characterized in that the control mechanism (14) comprises a control element (24), actuation of which has the effect of propelling a mass (36) with a predetermined force against the piezoelectric generator (16), the device comprising, in association, a transformer (18), a primary winding of which is electrically connected to the piezoelectric generator, and a secondary winding of which is capable of being connected onto the igniter.
  2. Device according to Claim 1, characterized in that it comprises automatic rearming means (46) causing the control element (24) and the mass (36) to return into ready positions as soon as actuation of the control element ceases.
  3. Device according to either of Claims 1 and 2, characterized in that the control mechanism (14) comprises:
    - a body (20) which is fixed to the piezoelectric generator (16) and in which a bore (22) is formed, one end of which bore opens facing this generator;
    - a push-button (24) which is mounted so as to slide in the said bore and constitutes the control element;
    - means (38, 40c) for causing the said mass (36)

- to rotate in a first direction as far as a predetermined angular position when the push-button is pressed;
- means (38, 42b) for blocking the mass in translation in the said body when it is not in the said predetermined angular position; and
  - elastic actuation means (44) which are compressed between the mass and the push-button when the latter is pressed, so as to store the said predetermined force which propels the mass against the piezoelectric generator (16) when the said mass reaches the predetermined angular position.
4. Device according to Claims 2 and 3 in combination, characterized in that the automatic rearming means comprise elastic means (46) for returning the push-button to its ready position and means (38, 40d) for causing recoil and reverse rotation of the said mass to its ready position when the push-button recoils. 15
5. Device according to Claim 4, characterized in that the means for causing the said mass to rotate, the means for blocking the mass in translation in the body and the means for causing recoil and reverse rotation of the said mass comprise a radial pin (38) securely attached to the said mass; this pin passing through at least one cutout (40) formed in a push-button part (26) that is tubular and includes two opposite ramps (40c, 40d), and projecting into at least one L-shaped groove (42) that is formed in the said bore (22) and the two branches of which are respectively oriented in a circumferential direction and in an axial direction; means (32, 34) being provided to prevent relative rotation between the push-button (24) and the body (20). 20 25 30 35
6. Device according to Claim 5, characterized in that the elastic actuation means comprise a compression spring (44) housed in the said tubular part of the push-button, between the said mass (36) and a firing button (28) of the push-button. 40
7. Device according to any one of Claims 4 to 6, characterized in that the elastic return means comprise a second compression spring (46) housed in the said bore (22) between one end of the push-button and the piezoelectric generator. 45
8. Device according to any one of the preceding claims, characterized in that the piezoelectric generator comprises a piezoelectric element (48) prestressed in the direction of movement of the said mass (36) between two electrically conductive parts (52, 54) that are electrically insulated from each other, a first of the said parts constituting a cap (52) which the said mass can strike. 50 55
9. Device according to any one of the preceding claims, characterized in that the control mechanism (14), the piezoelectric generator (16) and the transformer (18) are placed in this order inside a casing (10).
10. Device according to any one of the preceding claims, characterized in that the transformer (18) comprises a ferrite pot (68) with a core.

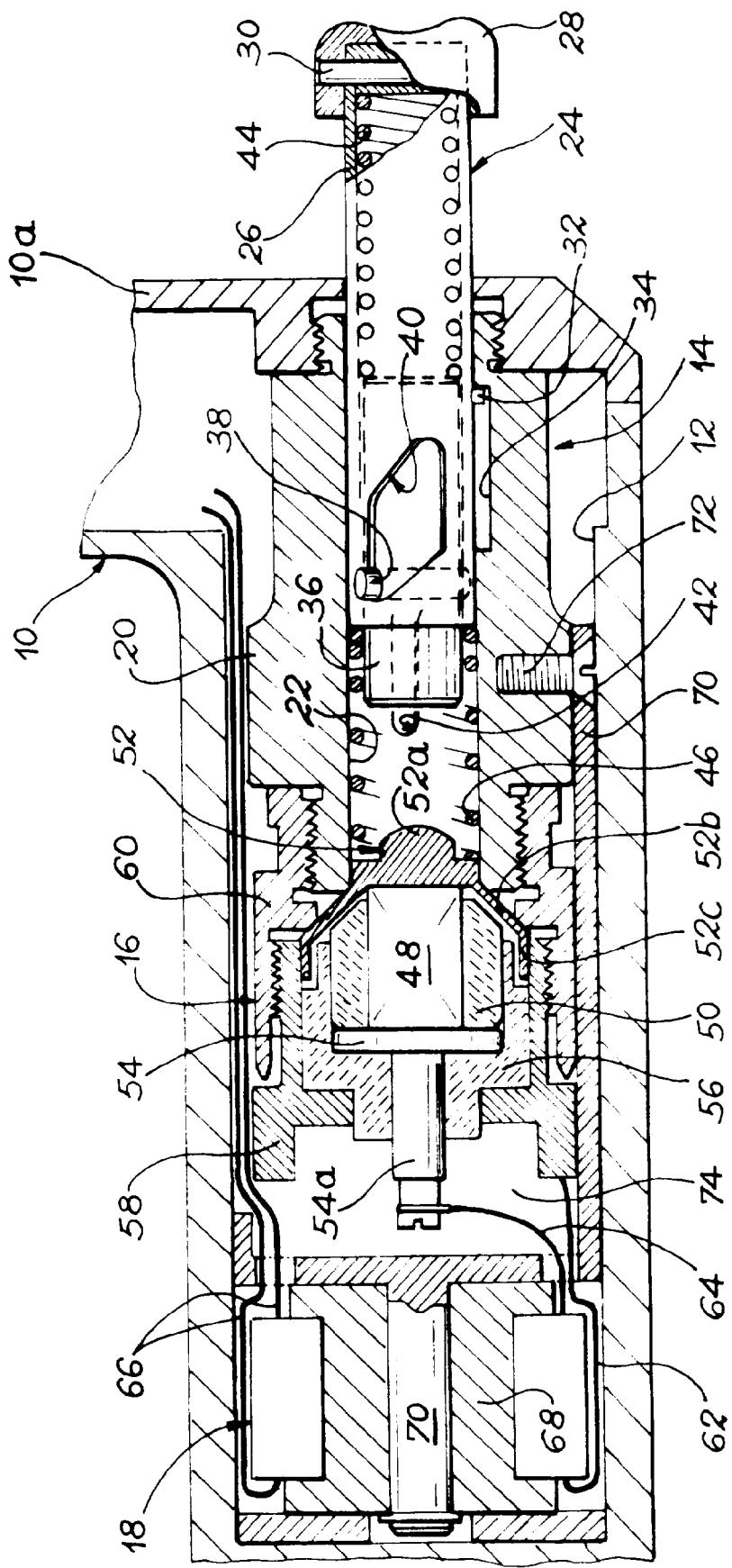


FIG. 1

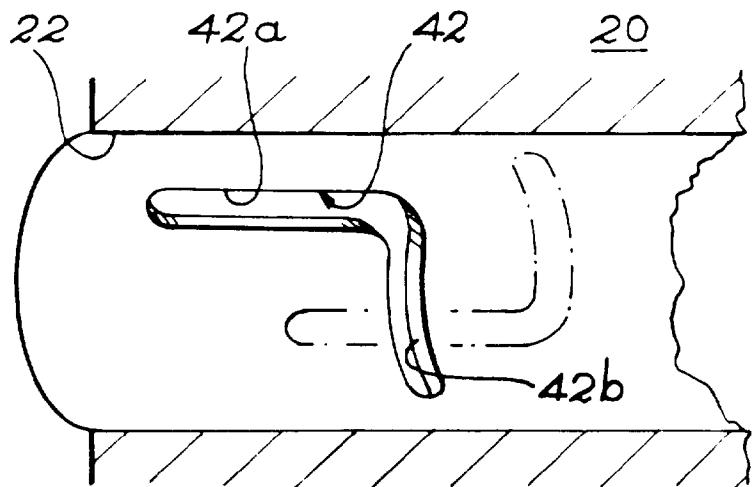


FIG. 2

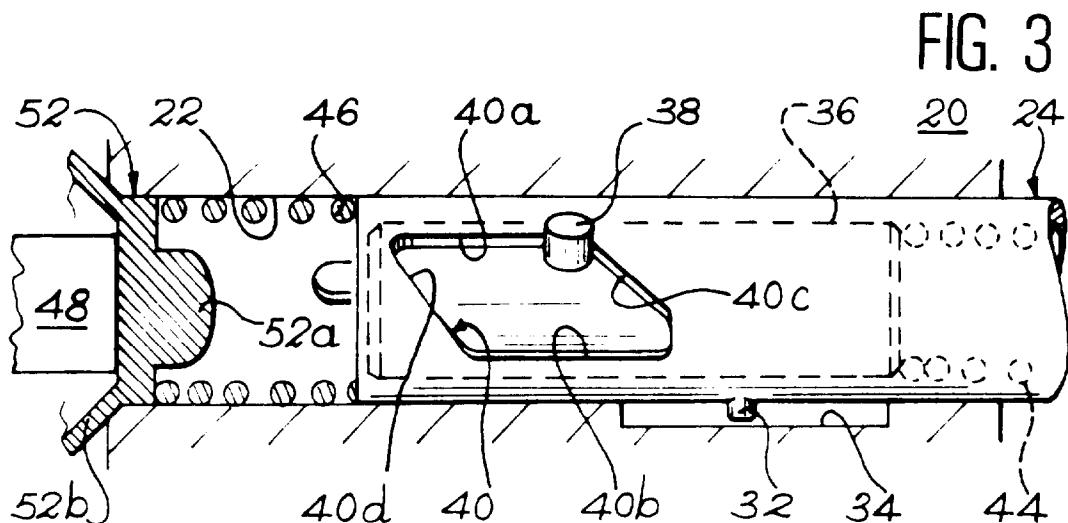


FIG. 3

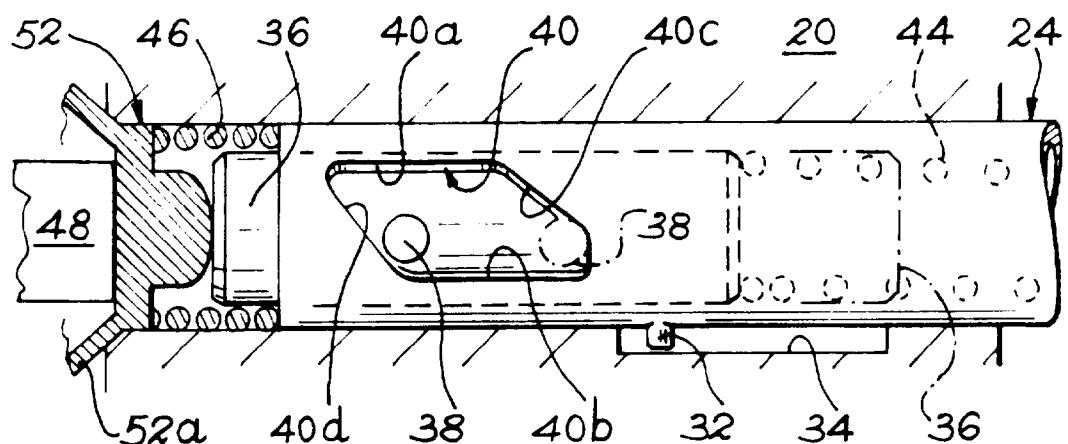


FIG. 4