



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**08.07.2009 Bulletin 2009/28**

(51) Int Cl.:  
**F42C 15/26<sup>(2006.01)</sup> F42C 15/34<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Numéro de dépôt: **09290003.4**

(22) Date de dépôt: **06.01.2009**

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR**  
 Etats d'extension désignés:  
**AL BA RS**

(72) Inventeur: **Lafont, Renaud**  
**18023 Bourges Cedex (FR)**

(74) Mandataire: **Célanie, Christian**  
**Cabinet Célanie**  
**5, avenue de Saint Cloud**  
**BP 60214**  
**78002 Versailles Cedex (FR)**

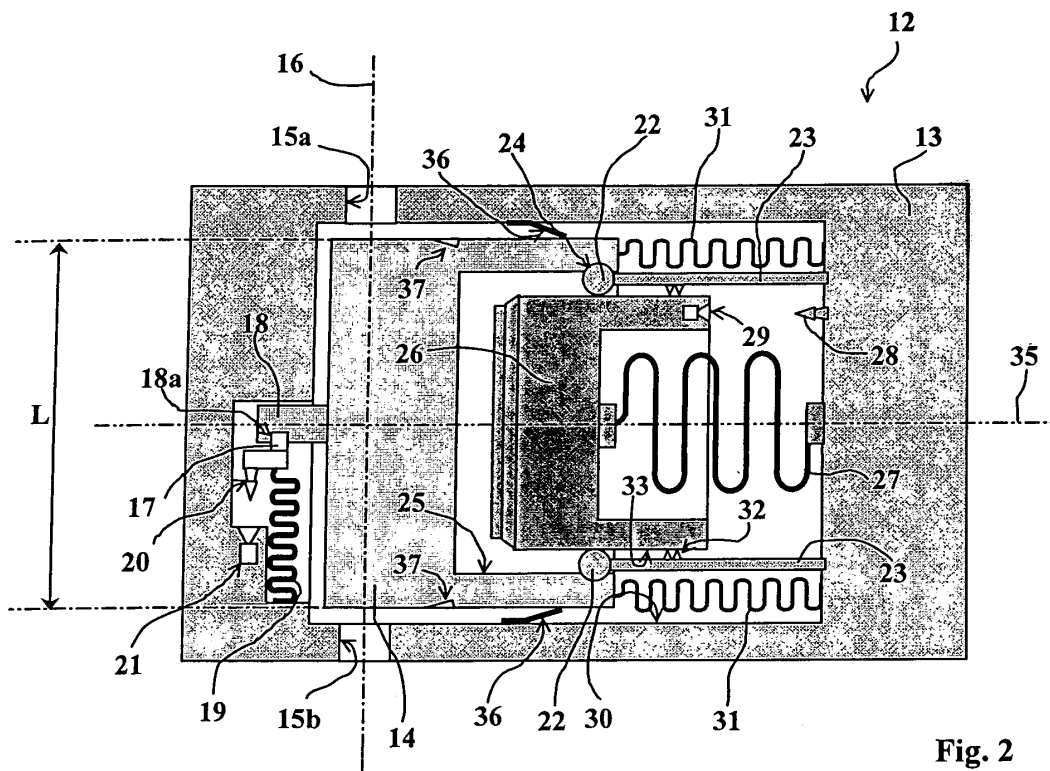
(30) Priorité: **07.01.2008 FR 0800069**

(71) Demandeur: **Nexter Munitions**  
**78000 Versailles (FR)**

(54) **Dispositif de sécurité et d'armement micro-usiné ou micro-gravé**

(57) L'invention a pour objet un dispositif de sécurité et d'armement (12), micro-usiné ou micro gravé, pour une chaîne pyrotechnique d'un projectile qui est animé lors du tir d'un mouvement de rotation axiale, dispositif comprenant un substrat (13) sur lequel est disposé un volet (14) d'interruption de chaîne pyrotechnique qui est mobile en translation sur le substrat, dispositif dans le-

quel le volet (14) d'interruption de chaîne est maintenu immobilisé par au moins deux verrous (17,22), un premier verrou (17) (ou verrou d'accélération axiale) qui est libéré comme suite à l'application de l'accélération communiquée au projectile lors du tir et un deuxième verrou (22). Ce dispositif est **caractérisé en ce que** le deuxième verrou (22) est un verrou centrifuge qui est libéré comme suite à la rotation du projectile.



**Fig. 2**

## Description

**[0001]** Le domaine technique de l'invention est celui des dispositifs de sécurité et d'armement pour une chaîne pyrotechnique d'un projectile et notamment des dispositifs de sécurité et d'armement micro-usinés.

**[0002]** Les dispositifs de sécurité (ou DSA) sont bien connus. Ils comportent généralement un écran obturant un canal de transmission qui relie un détonateur et une charge pyrotechnique.

**[0003]** L'écran s'interpose ainsi sur la transmission de l'onde détonique entre le détonateur et la charge et il empêche le fonctionnement de cette dernière.

**[0004]** Un des problèmes rencontrés avec les dispositifs classiques est leur encombrement. Les pièces sont relativement massives pour pouvoir assurer l'interruption de la chaîne pyrotechnique. Les moyens moteurs permettant de déplacer l'écran doivent donc être puissants. On utilise le plus souvent des ressorts qui restent bandés au cours des phases de stockage, ce qui peut conduire à une dégradation de leurs caractéristiques mécaniques et à une perte de la fiabilité de l'armement.

**[0005]** Depuis quelques années il a été proposé de réaliser tout ou partie des dispositifs de sécurité à l'aide de puces incorporant des éléments électro mécaniques micro usinés ou micro gravés soit dans un élément déposé sur un substrat soit directement sur le substrat lui-même. Cette technologie connue sous le nom de MEMS (Micro Electro Mechanical System) permet en effet aujourd'hui de réaliser des micro mécanismes en mettant en oeuvre une technique proche de celle permettant de réaliser les circuits intégrés électroniques.

**[0006]** Le brevet US-6964231 décrit un tel dispositif de sécurité micro-usiné comportant un volet portant une charge pyrotechnique et coulissant par l'action de la force centrifuge. Ce volet est lui-même immobilisé par un verrou qui est effacé par l'accélération de tir du projectile.

**[0007]** Un autre verrou basculant permet de libérer le volet qui est conduit à sa position armée par la force d'inertie centrifuge. Le verrou basculant est actionné par une composition pyrotechnique génératrice de gaz dont l'allumage est commandé par un moyen électronique.

**[0008]** Un tel dispositif de sécurité et d'armement permet d'utiliser pour assurer l'armement deux conditions d'environnement indépendantes : l'accélération longitudinale de tir et l'accélération centrifuge. Cette double sécurité permet à ce dispositif d'être conforme aux normes les plus exigeantes en matière de sécurité d'armement des projectiles (STANAG 4187).

**[0009]** Il est cependant de structure complexe et notamment le deuxième verrou (verrou basculant) nécessite la mise en oeuvre d'une composition pyrotechnique ainsi que des moyens d'initiation de celle-ci. Une électronique doit donc être prévue pour piloter le fonctionnement de ce MEMS qui est donc peu adapté à une utilisation dans les munitions de moyen calibre (calibre inférieur à 40 mm) pour lesquelles le volume disponible est limité.

**[0010]** L'invention a pour but de proposer un dispositif de sécurité et d'armement micro usiné, de structure simple et satisfaisant aux conditions de sécurité les plus exigeantes en nécessitant notamment la présence de deux conditions d'environnement indépendantes pour passer en position armée.

**[0011]** Le dispositif selon l'invention met en oeuvre un armement 100% mécanique tout en assurant une interruption de chaîne pyrotechnique fiable.

**[0012]** Ainsi, l'invention a pour objet un dispositif de sécurité et d'armement micro-usiné ou micro-gravé pour une chaîne pyrotechnique d'un projectile qui est animé lors du tir d'un mouvement de rotation axiale, dispositif comprenant un substrat sur lequel est disposé un volet d'interruption de chaîne pyrotechnique qui est mobile en translation sur le substrat, dispositif dans lequel le volet d'interruption de chaîne est maintenu immobilisé par au moins deux verrous, un premier verrou (ou verrou d'accélération axiale) qui est libéré comme suite à l'application de l'accélération communiquée au projectile lors du tir et un deuxième verrou, dispositif **caractérisé en ce que** le deuxième verrou est un verrou centrifuge qui est libéré comme suite à la rotation du projectile.

**[0013]** Selon un mode de réalisation préféré, le verrou centrifuge comprend au moins un doigt de verrouillage solidaire du substrat, doigt qui se trouve maintenu dans une empreinte du volet lorsqu'il occupe sa position de verrouillage, le maintien étant assuré par une masselotte centrifuge micro usinée qui est elle-même montée coulissante dans un logement du volet.

**[0014]** La masselotte centrifuge sera montée coulissante contre l'action d'un premier moyen ressort.

**[0015]** Des moyens de freinage pourront être prévus pour ralentir le déplacement de la masselotte.

**[0016]** Le volet lui-même pourra avantageusement coulisser par l'action de la force centrifuge et contre l'action d'un deuxième moyen ressort.

**[0017]** Le doigt de verrouillage pourra être rendu solidaire du substrat par l'intermédiaire d'une languette flexible.

**[0018]** Selon un mode particulier de réalisation, les moyens de freinage pourront comprendre des lamelles solitaires d'au moins une des languettes flexibles, lamelles venant frotter contre une surface latérale de la masselotte.

**[0019]** Le substrat comportera avantageusement un orifice de part et d'autre du volet, l'axe de ces orifices, donc la direction d'action de la chaîne pyrotechnique, étant sensiblement parallèle au plan du volet.

**[0020]** L'invention sera mieux comprise à la lecture du descriptif qui va suivre d'un mode particulier de réalisation, description faite en référence aux dessins annexés et dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique en coupe d'un projectile de moyen calibre équipé d'une fusée incorporant un dispositif de sécurité et d'armement selon l'invention,

- la figure 2 est une vue d'un mode de réalisation du dispositif de sécurité et d'armement selon l'invention dans sa position de sécurité,
- les figures 3a, 3b et 3c montrent ce même dispositif au cours des différentes étapes conduisant à son armement.

**[0021]** La figure 1 montre un projectile 1 de moyen calibre (calibre inférieur à 50 mm), qui comprend un corps 2 renfermant un chargement explosif 3. Le corps 2 reçoit à sa partie avant une fusée 4 qui est vissée dans un taraudage du corps 2. La fusée 4 comprend un boîtier 8 qui renferme une charge d'amorçage 5. La charge d'amorçage 5 est destinée à être initiée par une chaîne pyrotechnique comprenant un détonateur 6 et un relais 7 (alternativement ce relais 7 pourrait être omis et le détonateur 6 initierait alors directement la charge d'amorçage 5). Le détonateur 6 est ici un détonateur à percussion qui est initié par un percuteur 9 monté coulissant dans un nez 10 solidaire du boîtier 8 de la fusée 4. Lors de l'impact du projectile 1 sur une cible, le percuteur 9 est projeté sur le détonateur 6. Le percuteur est maintenu en place lors des phases de stockage et de tir par une rondelle cisailable 11.

**[0022]** Il est bien entendu possible de mettre en oeuvre le dispositif selon l'invention avec un détonateur 6 électrique commandé par exemple par un moyen électronique de chronométrie ou un détecteur de proximité.

**[0023]** La fusée 4 renferme également un dispositif de sécurité et d'armement 12 qui permet d'interrompre la chaîne pyrotechnique au cours des phases de stockage et de début de tir du projectile 1.

**[0024]** Conformément à l'invention, ce dispositif de sécurité et d'armement est réalisé sous la forme d'un dispositif micro-usiné ou micro-gravé (MEMS). Il comprend ainsi un substrat 13 sur lequel est monté un volet coulissant 14 qui assure l'interruption de la chaîne pyrotechnique.

**[0025]** Le substrat 13 comporte deux orifices 15a et 15b disposés de part et d'autre du volet 14. L'axe de ces orifices 15a, 15b, donc la direction d'action de la chaîne pyrotechnique (6-7), est ainsi sensiblement parallèle au plan du volet 14.

**[0026]** Une telle disposition d'un volet d'interruption de chaîne pyrotechnique de telle sorte que la direction de la chaîne pyrotechnique se trouve en regard de l'épaisseur du volet 14 et non perpendiculaire au plan du volet (comme dans les dispositifs MEMS habituels) est connue notamment du brevet EP1780496.

**[0027]** L'Homme du Métier se reportera à ce brevet qui décrit les caractéristiques générales d'un tel type de chaîne d'amorçage et du volet qui lui est associé.

**[0028]** On note ainsi que le détonateur 6 devra avoir la taille minimale permettant d'assurer le fonctionnement et il sera couplé à un relais pyrotechnique 7 (ou 5) approprié. On a pu vérifier qu'en mettant en oeuvre un détonateur comportant un étage de sortie de 10 milligrammes d'Hexogène couplé à un relais très peu sensible,

par exemple en HNS (hexanotrostilbène), il était possible de réaliser des orifices 15a, 15b (ou canaux de transmission) de moins de 1 mm<sup>2</sup> de section (diamètre de canal de l'ordre du mm) tout en garantissant la transmission d'initiation souhaitée.

**[0029]** Il est ainsi possible d'assurer une interruption de l'effet pyrotechnique avec un volet de silicium ayant une longueur L de l'ordre de 3 mm ce qui est tout à fait réalisable avec les technologies MEMS. Cette longueur de silicium de l'ordre de 3mm correspond donc ici à la dimension L du volet 14 repérée sur les figures 1 et 2.

**[0030]** Le projectile 1 est par ailleurs doté d'une ceinture 2a qui prend les rayures du tube de l'arme (non représenté) et qui communique au projectile 1 un mouvement de rotation autour de son axe lors du tir.

**[0031]** La figure 2 montre de façon plus détaillée la structure interne du dispositif de sécurité 12 selon l'invention.

**[0032]** Le dispositif comprend donc un substrat 13 sur lequel est disposé un volet 14 d'interruption de chaîne pyrotechnique qui est mobile en translation sur le substrat.

**[0033]** Le volet 14 est réalisé par micro-usinage ou micro-gravure suivant les techniques de réalisation des MEMS qui sont bien connues de l'Homme du Métier.

**[0034]** On a représenté sur les figures les orifices 15a et 15b qui sont disposés de part et d'autre du volet 14 ainsi que l'axe 16 de ces orifices (donc la direction d'action de la chaîne pyrotechnique). La dimension L du volet 14 assure l'interruption de la chaîne pyrotechnique dans la position de sécurité du dispositif 12.

**[0035]** Le volet 14 d'interruption de chaîne est maintenu immobilisé par deux verrous.

**[0036]** Un premier verrou 17 (ou verrou d'accélération axiale) et un deuxième verrou qui est un verrou centrifuge libéré comme suite à la rotation du projectile 1.

**[0037]** Ainsi, contrairement au dispositif connu de US6964231 qui nécessite un verrou basculant actionné par une composition pyrotechnique spécifique, le dispositif selon l'invention utilise directement l'inertie centrifuge pour déverrouiller le volet 14 tout en maintenant cependant la sécurité de début de trajectoire (pas d'armement avant une certaine distance parcourue hors du tube).

**[0038]** Le premier verrou 17 coopère avec une encoche 18a portée par une tige 18 solidaire du volet 14.

**[0039]** Ce verrou 17 est maintenu engagé dans la tige 18 par un moyen ressort 19 interposé entre le verrou 17 et le substrat 13.

**[0040]** Le verrou 17 porte également une barrette 20 portant au moins une indentation. Cette barrette 20 est destinée à coopérer avec une cavité complémentaire 21 portée par le substrat pour assurer une immobilisation du premier verrou 17 dans sa position déverrouillée.

**[0041]** Le moyen ressort 19 est bien entendu lui aussi réalisé suivant les technologies de micro-usinage ou micro-gravure (technologies MEMS). Les caractéristiques mécaniques du moyen ressort 19 sont choisies de telle

sorte que le verrou 17 ne soit dégagé que comme suite aux efforts liés à l'accélération de tir du projectile 1. Ce verrou devra par contre rester dans sa position de verrouillage lorsqu'il est soumis aux efforts liés aux manipulations ou chutes du projectile.

**[0042]** Le verrou centrifuge comprend au moins un doigt de verrouillage 22 qui est solidaire du substrat 13.

**[0043]** Le dispositif comprend ici deux doigts 22 réalisés sous la forme de disques cylindriques micro-usinés ou micro-gravés et rendus solidaires du substrat 13 par l'intermédiaire de languettes flexibles 23, elles aussi micro usinées ou micro-gravées.

**[0044]** Chaque doigt 22 se loge dans une empreinte 24 de forme complémentaire et qui est aménagée dans un logement 25 du volet 14.

**[0045]** Dans la position de verrouillage représentée à la figure 2, les doigts 22 sont maintenus dans les empreintes 24 par une masselotte centrifuge 26 micro usinée ou micro-gravée qui est elle-même montée coulissante par rapport au substrat 13 et dans le logement 25 du volet 14.

**[0046]** La masselotte 26 est maintenue dans sa position de verrouillage (figure 2) par un premier moyen ressort 27 (lui aussi micro usiné ou micro-gravé). Bien entendu les caractéristiques mécaniques du premier moyen ressort 27 sont choisies de telle sorte que la masselotte 26 ne se déplace que comme suite aux efforts liés à l'accélération centrifuge résultant de la rotation du projectile 1 lors du tir. La masselotte devra par contre rester dans sa position de verrouillage lorsqu'elle sera soumise aux efforts liés aux manipulations ou chutes du projectile.

**[0047]** Le substrat 13 porte une barrette 28 portant au moins une indentation. Cette barrette 28 est destinée à coopérer avec une cavité complémentaire 29 portée par la masselotte 26 pour assurer une immobilisation de la masselotte 26 dans sa position déverrouillée.

**[0048]** Le volet 14 lui-même est monté coulissant dans un logement 30 du substrat 13. Une fois les verrous 17, 22 retirés, le volet 14 peut coulisser dans ce logement 30 par l'action de la force centrifuge et contre l'action d'un deuxième moyen ressort 31 (formé ici de deux ressorts parallèles).

**[0049]** Enfin des moyens de freinage sont prévus pour ralentir le déplacement de la masselotte 26.

**[0050]** Ces moyens comprennent des lamelles 32 qui sont solidaires des languettes flexibles 23 et qui frottent contre les surfaces latérales 33 de la masselotte 26 (surfaces qui pourraient porter éventuellement des aspérités ou rugosités). Les moyens de freinage permettent de ralentir le déplacement de la masselotte 26, donc de ralentir l'effacement des verrous centrifuges 22. On assure ainsi une sécurité de bouche lors du tir. L'armement du dispositif 12 n'interviendra qu'après le parcours d'une certaine distance après la sortie du tube de l'arme.

**[0051]** Le fonctionnement de ce dispositif va maintenant être décrit en référence aux figures 3a à 3c.

**[0052]** La figure 3a montre le dispositif dans la position

qu'il adopte à l'intérieur du tube de l'arme lors du tir.

**[0053]** L'accélération de tir entraîne l'apparition d'une force d'inertie axiale  $F_y$  sur le premier verrou 17. Ce verrou libère donc le volet 14. Le verrou 17 reste immobilisé dans sa position déverrouillée par l'engagement de la barrette 20 dans la cavité 21.

**[0054]** Le volet 14 est cependant toujours maintenu en position de sécurité par le verrou centrifuge 26/22.

**[0055]** En effet la vitesse de rotation n'est pas encore suffisante pour provoquer l'écartement de la masselotte 26. L'interruption de la chaîne pyrotechnique par le volet 14 est donc toujours assurée.

**[0056]** La figure 3b montre le dispositif dans la position qu'il adopte après sa sortie du tube de l'arme et à une distance de l'ordre d'une cinquantaine de mètres.

**[0057]** L'accélération centrifuge a entraîné l'apparition d'une force d'inertie radiale  $F_1\omega$  qui s'exerce sur la masselotte 26. La masselotte s'est progressivement écartée contre l'action du deuxième moyen ressort 27 et en étant ralentie par le frottement des lamelles 32 sur les surfaces latérales 33 de la masselotte 26.

**[0058]** La raideur du moyen ressort 27, et les moyens de freinage 32,33 sont définis de façon à retarder le passage de la masselotte 26 à sa position déverrouillée, de telle sorte que la configuration selon la figure 3b n'intervienne qu'à une cinquantaine de mètres du tube de l'arme. La sécurité est alors optimale pour les servants de l'arme.

**[0059]** Une fois la masselotte 26 verrouillée dans cette position par l'engagement de la barrette 28 dans la cavité complémentaire 29, les verrous centrifuges 22 ne sont plus maintenus par la masselotte 26 (qui comporte par ailleurs des profils avant 34 en biseau qui facilitent la libération des verrous 22).

**[0060]** Le volet 14 n'est alors plus immobilisé par les verrous 22 et il peut donc adopter sa position déverrouillée (figure 3c).

**[0061]** Il est déplacé lui aussi par l'effet d'une force d'inertie centrifuge  $F_2\omega$  et contre l'action des seconds moyens ressort 31.

**[0062]** Le déplacement du volet entraîne le fléchissement des languettes 23 portant les verrous 22. Le logement 25 est défini avec une profondeur suffisante pour autoriser le passage des verrous 22 entre la masselotte 26 et le volet 14.

**[0063]** Le volet 14 n'obture plus les orifices 15a,15b. La direction d'action 16 de la chaîne pyrotechnique est donc libérée et le dispositif est en position armée. Un impact sur une cible entraînera l'initiation de la charge explosive du projectile.

**[0064]** On notera que le volet 14 se trouve verrouillé dans sa position armée par des languettes 36 solidaires du substrat 13 et qui viennent s'engager dans des encoches 37 aménagées sur une surface latérale du volet 14 de façon à interdire le retour de ce dernier à sa position de sécurité.

**[0065]** On voit que le dispositif selon l'invention est extrêmement simple et peu encombrant. Il a une structure

totalelement mécanique et il peut être incorporé à un projectile de moyen calibre à moindre coût.

**[0066]** L'axe 35 suivant lequel se déplace la masselotte 26 et le volet 14 est perpendiculaire à l'axe 16 de la direction d'action pyrotechnique. Lorsque le dispositif est mis en place dans un projectile, l'axe 35 correspond donc à une direction radiale du projectile et l'inertie centrifuge pourra s'exercer sur la masselotte 26 et le volet 14. L'intégration du dispositif dans un projectile est donc extrêmement simple malgré les dimensions réduites pour ce dispositif 12. En effet l'alignement pyrotechnique de l'axe 16 conduit obligatoirement à une orientation correcte du dispositif par rapport au projectile.

**[0067]** Diverses variantes sont possibles sans sortir du cadre de l'invention.

**[0068]** Il est possible notamment d'adopter des solutions techniques différentes pour les moyens 20/21, 28/29 assurant l'immobilisation des verrous. Les formes des moyens ressorts pourront être différentes. Elles seront définies en fonction des contraintes de tir que doit subir le projectile.

**[0069]** Il est également possible d'associer le dispositif de sécurité et d'armement selon l'invention à un détonateur 6 à initiation électrique couplée par exemple à un moyen électronique de chronométrie ou de détection de proximité.

## Revendications

1. Dispositif de sécurité et d'armement (12) micro-usiné ou micro-gravé pour une chaîne pyrotechnique d'un projectile (1) qui est animé lors du tir d'un mouvement de rotation axiale, dispositif comprenant un substrat (13) sur lequel est disposé un volet (14) d'interruption de chaîne pyrotechnique qui est mobile en translation sur le substrat (13), dispositif dans lequel le volet (14) d'interruption de chaîne est maintenu immobilisé par au moins deux verrous (1è,22), un premier verrou (17) (ou verrou d'accélération axiale) qui est libéré comme suite à l'application de l'accélération communiquée au projectile (1) lors du tir et un deuxième verrou (22), dispositif **caractérisé en ce que** le deuxième verrou (22) est un verrou centrifuge qui est libéré comme suite à la rotation du projectile (1).
2. Dispositif de sécurité et d'armement selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le verrou centrifuge comprend au moins un doigt de verrouillage (22) solidaire du substrat (13), doigt qui se trouve maintenu dans une empreinte (24) du volet (14) lorsqu'il occupe sa position de verrouillage, le maintien étant assuré par une masselotte centrifuge (26) micro usinée qui est elle-même montée coulissante dans un logement (25) du volet (14).
3. Dispositif de sécurité et d'armement selon la reven-

dication 2, **caractérisé en ce que** la masselotte centrifuge (26) est montée coulissante contre l'action d'un premier moyen ressort (27).

4. Dispositif de sécurité et d'armement selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** des moyens de freinage (32) sont prévus pour ralentir le déplacement de la masselotte (26).
5. Dispositif de sécurité et d'armement selon une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le volet (14) lui-même coulisse par l'action de la force centrifuge et contre l'action d'un deuxième moyen ressort (31).
6. Dispositif de sécurité et d'armement selon une des revendications 2 à 5, **caractérisé en ce que** le doigt de verrouillage (22) est solidaire du substrat (13) par l'intermédiaire d'une languette flexible (23).
7. Dispositif de sécurité et d'armement selon les revendications 4 et 6, **caractérisé en ce que** les moyens de freinage comprennent des lamelles (32) solidaires d'au moins une des languettes flexibles (23), lamelles venant frotter contre une surface latérale de la masselotte (26).
8. Dispositif de sécurité et d'armement selon une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le substrat (13) comporte un orifice (15a,15b) de part et d'autre du volet (14), l'axe (16) de ces orifices, donc la direction d'action de la chaîne pyrotechnique, étant sensiblement parallèle au plan du volet (14).

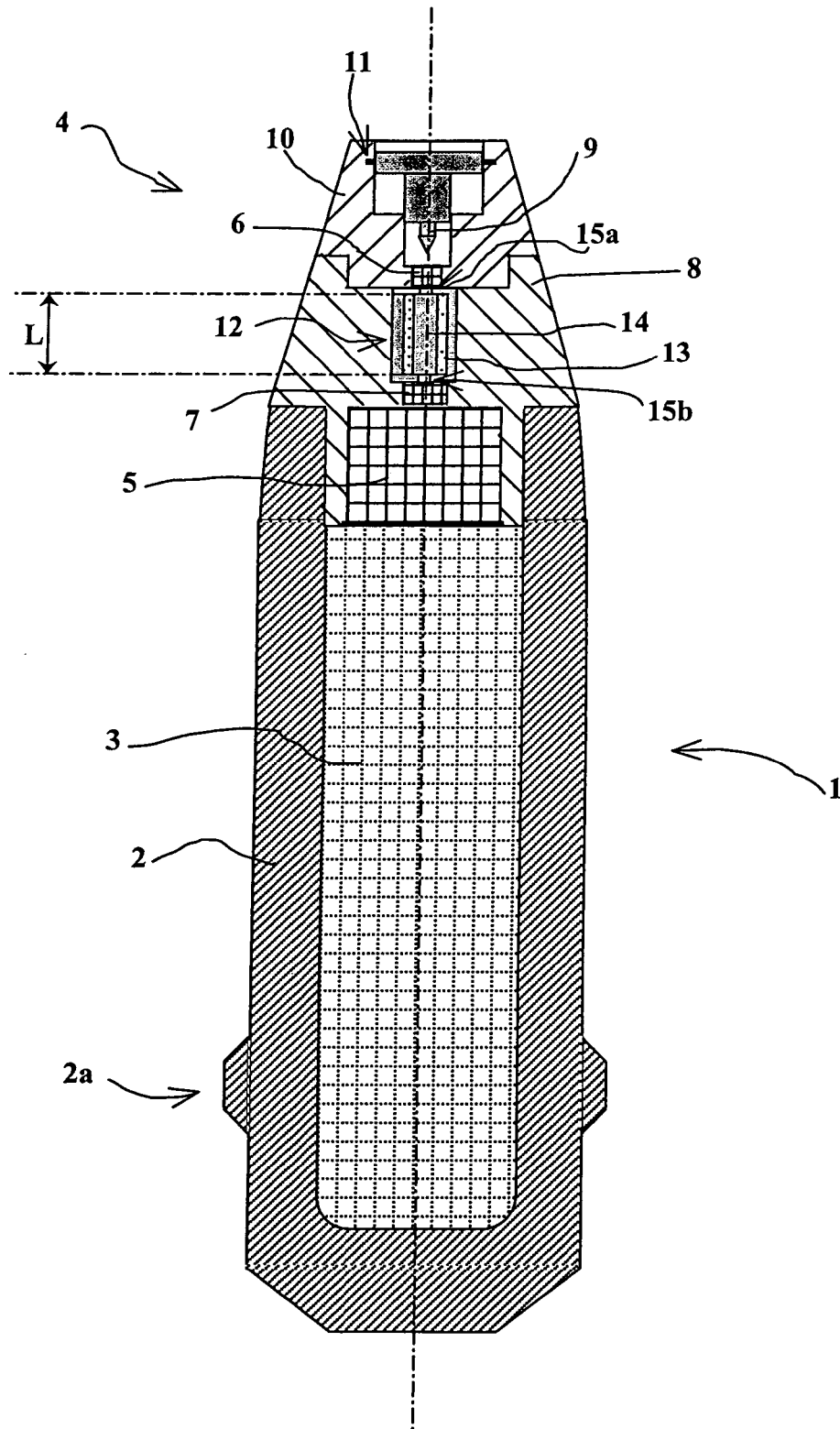


Fig. 1

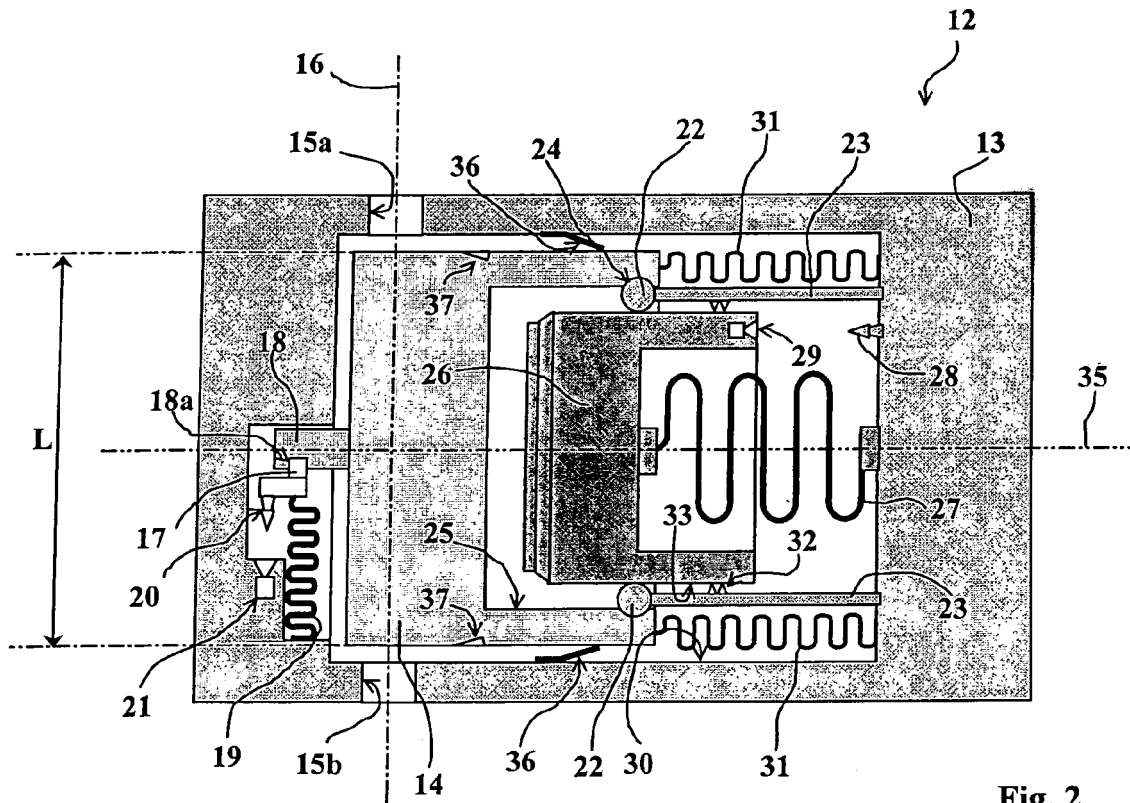


Fig. 2

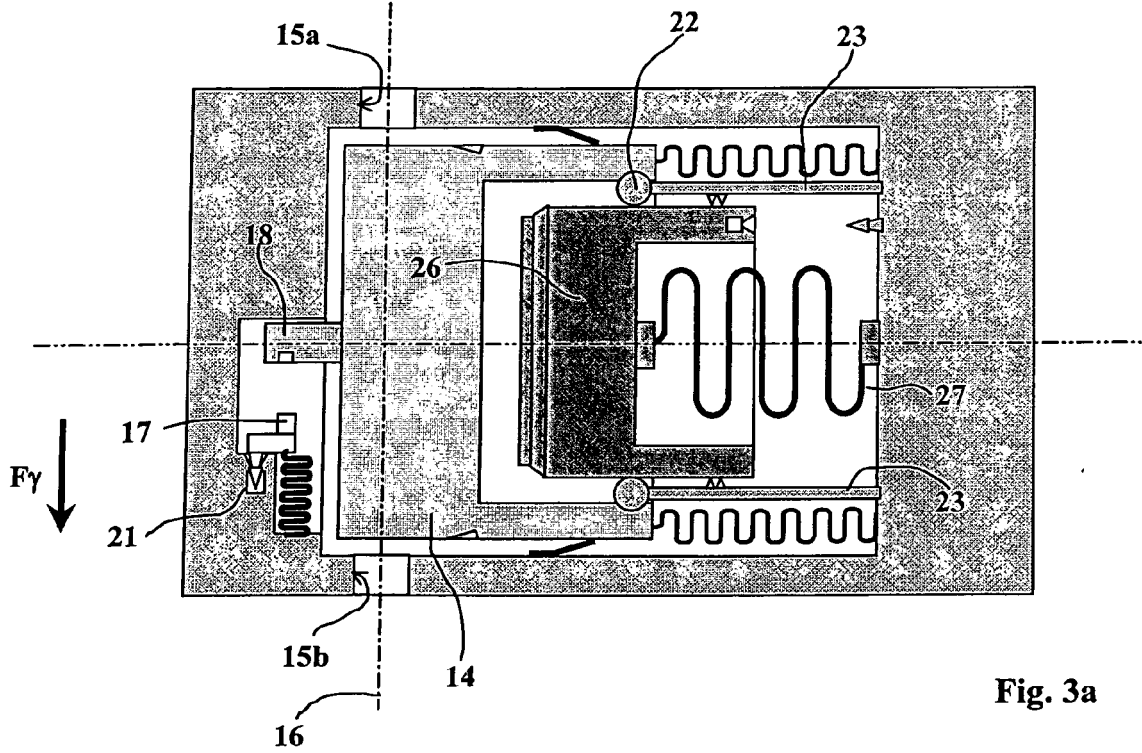


Fig. 3a

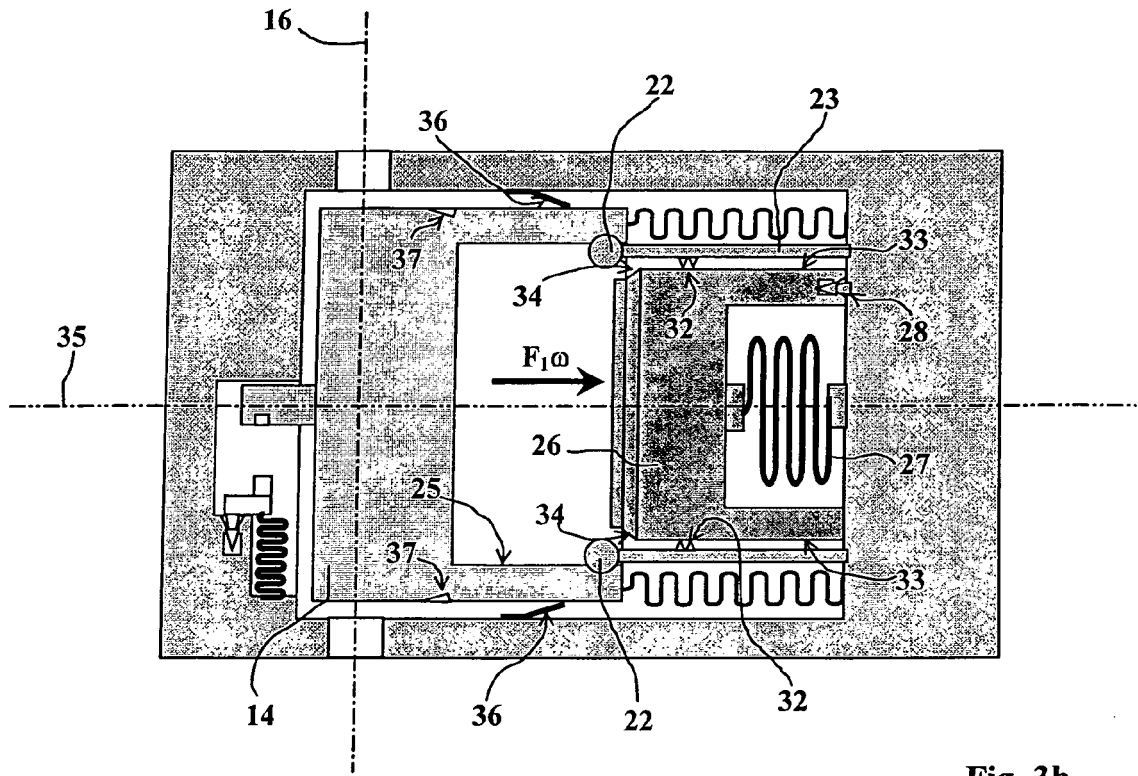


Fig. 3b

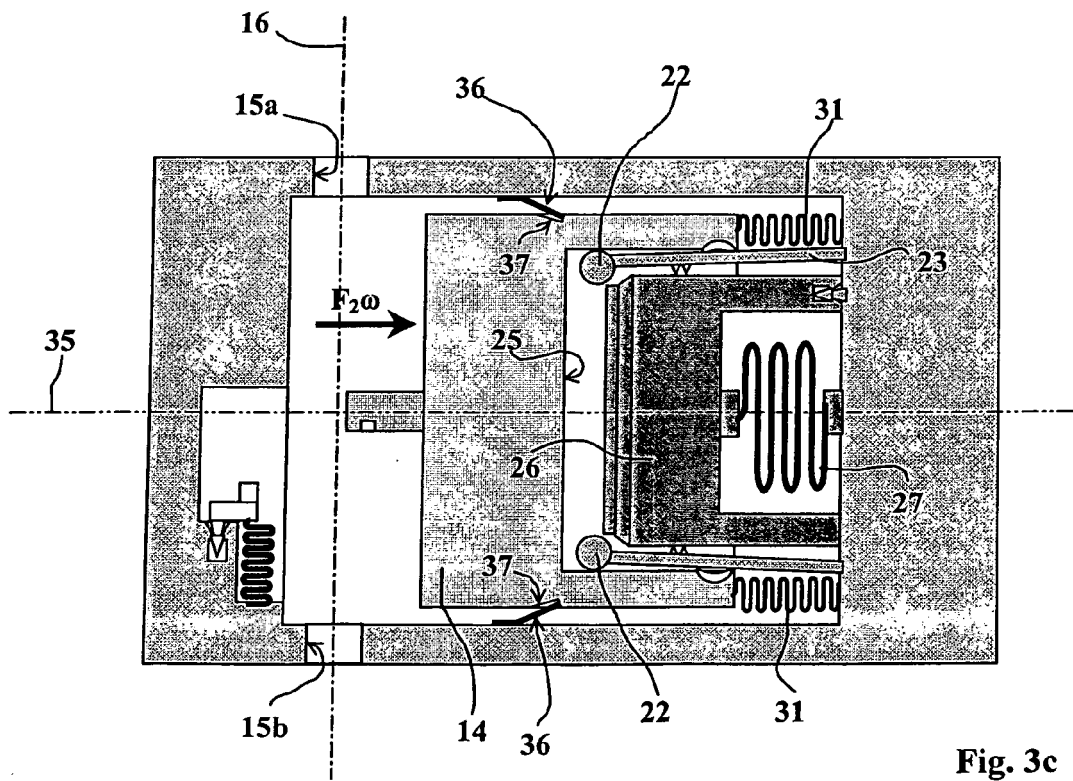


Fig. 3c

**RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION**

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

**Documents brevets cités dans la description**

- US 6964231 B [0006] [0037]
- EP 1780496 A [0026]