

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication:

**0 277 445  
B1**

(12)

## FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication du fascicule du brevet:  
**07.11.90**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>: **F42B 12/58**

(21) Numéro de dépôt: **87402969.7**

(22) Date de dépôt: **23.12.87**

(54) **Projectile comportant des sous-projectiles à zone d'efficacité prédéfinie.**

(30) Priorité: **31.12.86 FR 8618423**

(43) Date de publication de la demande:  
**10.08.88 Bulletin 88/32**

(45) Mention de la délivrance du brevet:  
**07.11.90 Bulletin 90/45**

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

(56) Documents cités:  
**DE-B- 2 934 620  
DE-C- 199 366  
FR-A- 621 608  
US-A- 1 340 871  
US-A- 2 809 583  
US-A- 3 088 404  
US-A- 3 093 072**

(73) Titulaire: **THOMSON-BRANDT ARMEMENTS, Tour  
Chenonceaux 204, rond-point du Pont de Sèvres,  
F-92516 Boulogne-Billancourt(FR)**

(72) Inventeur: **Dieval, Gérard, THOMSON-CSF  
SCPI 19, avenue de Messine, F-75008 Paris(FR)**

(74) Mandataire: **Benoit, Monique et al, THOMSON-CSF  
SCPI, F-92045 PARIS LA DEFENSE CEDEX 67(FR)**

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

## Description

La présente invention concerne un projectile formant la tête d'un vecteur, tel qu'un missile, un tel vecteur comportant éventuellement un propulseur et étant muni d'un empennage ou d'un système de pilotage, de sorte à avoir une trajectoire balistique définie.

Plus précisément, la présente invention se rapporte à un projectile comportant des sous-projectiles, éjectés à un instant donné sur la trajectoire du projectile porteur et correspondant à une zone d'impact prédéfinie.

Les systèmes d'armes modernes utilisent très souvent le concept de projectile, appelé projectile principal, transportant des sous-projectiles (ou sous-charges) devant être répartis sur des surfaces ou des volumes importants.

Dans les systèmes connus, il n'est pas habituellement pris de précautions particulières pour l'organisation des sous-projectiles à l'intérieur du projectile principal. Cela se traduit par une répartition et une orientation aléatoires des sous-projectiles lors du largage ou, au moins, un manque sensible de précision sur la vitesse et l'attitude des sous-projectiles. Le résultat en est que seule une portion, qui est parfois faible, des sous-projectiles arrive à atteindre la zone où se trouve la cible, dans des conditions correctes. De plus, une zone cible de forme prédéfinie doit être arrosée très largement pour être effectivement couverte, ceci étant dû à des considérations géométriques développées plus loin. En conséquence, une partie importante des sous-projectiles est perdue ce qui, pour une efficacité donnée, revient à une perte de poids et de place dans le projectile principal.

La présente invention a pour but de maximiser le rapport sous-projectiles au but sur sous-projectiles perdus, étant entendu qu'on appelle sous-projectiles au but les sous-projectiles arrivant dans des conditions convenables de vitesse et d'attitude dans une zone cible prédéfinie.

A cet effet, la disposition des sous-projectiles dans le projectile principal est aménagée de sorte à obtenir, lors de l'éjection, une gerbe de sous-projectiles de forme prédéfinie, adaptée à la forme de la zone cible.

Plus précisément, l'invention a pour objet un projectile tel que défini par la revendication 1.

D'autres objets, particularités et résultats de l'invention ressortiront de la description suivante, illustrée par les dessins annexés qui représentent:

- les figures 1, a et b, des schémas explicatifs ;
- la figure 2, le schéma de la disposition des sous-projectiles selon l'invention ;
- les figures 3, a à c, un mode de réalisation du projectile selon l'invention et son fonctionnement ;
- la figure 4, un mode de réalisation de la disposition des sous-projectiles selon l'invention.

Sur ces différentes figures, les mêmes références se rapportent aux mêmes éléments.

La figure 1a est donc un schéma illustrant le rapport sous-projectiles au but sur sous-projectiles

perdus.

On a représenté en T la trajectoire d'un projectile principal par rapport au sol S par exemple, jusqu'en un point A qui est le point d'éjection (ou de largage) des sous-projectiles. A partir de ce point A, les sous-projectiles sont classiquement éjectés en une gerbe 12 dont la forme générale rappelle celle d'un cône, modifié par l'effet de la pesanteur ; l'intersection de cette gerbe 12 avec le sol S est une surface 13 appelée zone d'impact, représentée à titre d'exemple sur la figure 1b, vue de dessus.

Sur la figure 1b, on a tracé à titre de référence en traits pointillés le prolongement de la trajectoire T du projectile principal.

Si la trajectoire T était verticale, la zone d'impact 13 serait bien entendu circulaire. Elle se déforme jusqu'à devenir une courbe ouverte sensiblement parabolique lorsque l'angle de la trajectoire T avec le sol diminue, c'est-à-dire lorsque le vol du projectile principal est plus horizontal. Ainsi qu'il est connu, les projectiles modernes tendent à avoir un vol aussi près du sol que possible et donc l'angle de la gerbe 12 avec le sol est en général très faible.

On a représenté en quadrillé sur la figure 1b une zone Z dite zone d'efficacité dont la forme est prédéfinie, par exemple ici un carré, et dans lequel on souhaite que l'efficacité des sous-projectiles soit maximum c'est-à-dire que leur vitesse et leur attitude soit convenables pour y détruire une cible. Il apparaît que si la zone d'efficacité a une forme dont la largeur maximale est de l'ordre de grandeur de la longueur maximale, la zone d'impact 13 se trouve beaucoup plus grande que la zone Z, surtout dans le cas où la trajectoire du projectile principal est assez rasante.

En outre, les vitesses et les densités des sous-projectiles ne sont pas homogènes dans la zone d'impact 13, même dans le cas où des précautions sont prises pour conserver aux sous-projectiles, après l'éjection, la trajectoire initiale du projectile principal et leur attitude sur cette trajectoire. En effet, la partie (13a) de la zone 13 qui est la plus près du point d'éjection (A) est beaucoup plus dense en impacts de sous-projectiles que la partie (13b) qui en est la plus éloignée ; en outre, la vitesse des sous-projectiles dans la partie 13a est supérieure à ce qu'elle peut être dans la partie 13b. Il en résulte une décroissance de l'efficacité des sous-projectiles au fur et à mesure que l'on s'éloigne du point d'éjection. La zone d'efficacité Z doit donc non seulement être couverte en totalité par la zone d'impact 13 mais en plus doit se situer de préférence dans la partie 13a de cette zone 13.

On a représenté sur la figure 1a par une ellipse 10, en traits pointillés, une coupe transversale pratiquée dans la gerbe 12 avant l'impact de celle-ci sur le sol et on a représenté par une zone quadrillée 11 la partie de la gerbe 12 qui correspond aux sous-projectiles dont l'impact se fera dans la zone Z. Les sous-projectiles contenus dans la gerbe hors de la zone 11 n'atteindront pas la zone d'efficacité Z.

Selon l'invention, on dispose les sous-projectiles dans le projectile principal en fonction de la forme de la zone d'efficacité Z souhaitée, ainsi que le montre la figure 2.

En effet, les calculs et expériences de la Déposante ont montré que la section transversale de la gerbe obtenue est fonction de la forme de la section du chargement : sensiblement une homothétie.

Sur la figure 2, on a représenté vue en section transversale l'enveloppe 3 du projectile principal et, à l'intérieur, à titre d'exemple un rectangle 50 en traits pointillés représentant le chargement de sous-projectiles dans le projectile principal.

Plus précisément, la forme donnée au chargement de sous-projectiles est fonction notamment de la forme souhaitée pour la zone d'efficacité Z et de l'angle que fait la trajectoire du projectile principal avec le sol. C'est ainsi qu'un chargement rectangulaire tel que 50 sur la figure 2 peut correspondre à une zone Z rectangulaire ou carrée, selon l'angle d'incidence de la trajectoire.

La seule condition au fonctionnement de ce dispositif est que le projectile principal dispose d'un système lui donnant une référence angulaire, par exemple la verticale, et d'un système de télémétrie de sorte que le point d'éjection (A) soit situé à une distance connue de la zone d'impact.

Sur la figure 2, on a représenté en outre en 80 des moyens de calage de l'ensemble 50 dans l'enveloppe 3.

Il apparaît ainsi que ne seront emportés par le projectile principal que les sous-projectiles qui auront un impact effectivement dans la zone d'efficacité prédéfinie Z, permettant ainsi un gain d'espace dans le projectile principal et un gain de poids et, par là même, de pouvoir viser avec un seul projectile principal des zones Z plus importantes. Les espaces (repérés 30) laissés libres dans l'enveloppe 3 peuvent être par exemple utilisés pour disposer des équipements électroniques nécessaires au projectile principal.

La figure 3a représente un mode de réalisation du projectile selon l'invention, vu schématiquement en coupe longitudinale.

Ce projectile, d'axe longitudinal XX, est repéré globalement 1 et se compose d'une enveloppe 3 cylindrique, se terminant d'un côté par une ogive 2 de forme aérodynamique, par exemple sensiblement conique ; à l'autre extrémité, le projectile vient se fixer sur le reste du vecteur, représenté par des traits pointillés 30.

A l'intérieur de l'enveloppe 3 sont disposés longitudinalement des sous-projectiles 5. Chacun d'eux est constitué d'un corps cylindrique 54 se terminant vers l'avant par une tête 55 aérodynamique, par exemple sensiblement conique, et de l'autre côté par un empennage 56, lui permettant de conserver une attitude donnée sur une trajectoire donnée. Les sous-projectiles 5 sont disposés dans le projectile selon l'arrangement transversal illustré figure 2 et, longitudinalement selon une ou, comme dans le cas de la figure 3a, plusieurs rangées, repérées 71, 72 et 73. Ils y sont disposés avec une orientation unique, à savoir leur tête 55 dirigée vers l'avant du projectile.

Les sous-projectiles peuvent être du type munition explosive, munition à artifice (infrarouge ou éclairante), leurre ou munition à énergie cinétique.

Un mode de réalisation de la disposition des sous-

projectiles 5 à l'intérieur du projectile 1 est donné sur la figure 4, qui est une vue en coupe transversale d'une moitié du projectile 1 de la figure 3a, au niveau de l'empennage des sous-projectiles de l'une des rangées 71, 72 ou 73.

Sur cette coupe, on a illustré l'enveloppe extérieure 3 et, vers le centre, un axe 20 supportant l'ogive 2 et une enveloppe intérieure 31. L'axe 20 de l'ogive est mobile dans l'enveloppe 31 pour permettre l'éjection de l'ogive, comme décrit plus loin. L'ensemble des sous-projectiles 5 est disposé entre les enveloppes 3 et 31.

Dans ce mode de réalisation, la partie centrale (intérieur de l'enveloppe 31) du projectile ne comporte pas de sous-projectiles. Toutefois, les dimensions transversales de l'enveloppe 31 sont suffisamment faibles pour que cela ne se traduise pas, au niveau de la zone Z (figure 1) par une lacune gênante.

On a également représenté sur la figure 4 le corps 54 de chacun des sous-projectiles 5 et leur empennage 56, les éléments 54 et 56 étant hachurés pour la clarté du dessin. Dans ce mode de réalisation, l'empennage de chaque sous-projectile 5 se compose de trois ailettes, disposées à 120°. Les corps 54 des sous-projectiles sont disposés selon un hexagone, dont un exemple est représenté en traits pointillés 74, le centre des corps 54 formant les sommets de l'hexagone et les corps 54 étant tangents les uns aux autres. Les ailettes sont disposées les unes dans les autres de telle sorte que la structure formée par l'ensemble des sous-projectiles soit auto-bloquante, c'est-à-dire qu'au centre de l'hexagone 74 on trouve six ailettes appartenant respectivement aux six sous-projectiles 5 de l'hexagone, bloquées les unes dans les autres.

Dans une variante préférée de réalisation, on dispose des éléments de calage intérieur 82 entre les sous-projectiles 5, au niveau des corps 54. Ces éléments 82 sont par exemple de forme sensiblement cylindrique et s'étendent sur toute la longueur des corps 54, ou seulement sur une partie de ceux-ci. Pour la clarté de la figure 2, la surface des éléments 82 est pointillée. Ces éléments de calage intérieurs 82 ont pour fonction d'améliorer la rigidité de l'ensemble des sous-projectiles 5, notamment dans le cas où le projectile est animé d'un mouvement de rotation autour de son axe longitudinal. Dans un mode de réalisation préféré, les éléments de calage 82 sont réalisés en un matériau souple, comme une mousse plastique, pré-contraint de façon à permettre de rattraper les éventuels jeux de la structure. Entre les sous-projectiles 5 et l'enveloppe intérieure 31, il peut être disposé comme représenté sur la figure 2 des éléments de calage tronqués, repérés 83, toujours dans le but d'améliorer la rigidité de structure.

Entre la structure formée par l'ensemble des sous-projectiles 5 et l'enveloppe extérieure 3, on dispose également des éléments de calage, repérés 81, ayant pour fonction d'éviter tout basculement vers l'extérieur des sous-projectiles 5. Ces éléments 81 ont une forme adaptée à l'espace libre entre la structure formée par les sous-projectiles et l'enveloppe extérieure 3. Ils ne sont pas obligatoirement

de section constante. Ils sont par exemple réalisés en un matériau plastique et sont de préférence en un matériau relativement rigide et susceptible de se morceler lors de l'éjection des sous-projectiles, selon un mécanisme décrit plus loin, de façon à ne pas perturber cette éjection.

Les moyens de calage du chargement de sous-projectiles comportent encore des éléments de calage 84, analogues aux éléments 81, destinés à contenir le chargement et laisser l'espace 30 libre.

Enfin, les volumes laissés libres entre les parois 31 et 3, les sous-projectiles 5 et les éléments de calage 81, 82, 83 ou 84, sont remplis d'un matériau pulvérulent 9 dont la fonction est, d'une part, d'améliorer l'immobilisation des sous-projectiles 5 dans l'enveloppe 3 et, d'autre part, d'assurer une séparation entre chacune des rangées 71, 72 et 73 (figure 3a) pour une raison liée à l'éjection des sous-projectiles, comme exposé ci-après. Cette poudre 9 permet également de visualiser le point d'éjection des sous-projectiles, ce qui en facilite l'utilisation.

Le projectile principal 1 (figure 3a) comporte encore un disque 6 fermant l'espace entre les enveloppes 3 et 31 à l'arrière du chargement de sous-projectiles, ce disque 6 actionné par des moyens de propulsion 4 lors de l'éjection des sous-projectiles.

Les figures 3b et 3c sont des schémas illustrant le mécanisme d'éjection des sous-projectiles 5 hors du projectile principal 1.

Dans une première étape, sous l'action des moyens de propulsion 4 représentés schématiquement à l'arrière du projectile 1, l'axe 20 de l'ogive 2 coulisse à l'intérieur de l'enveloppe 31 jusqu'à ce que l'ogive se sépare du projectile. Celle-ci est dessinée de sorte qu'elle demeure alors stable et ne vienne pas perturber le mouvement des sous-projectiles en cours d'éjection ou celui du projectile principal.

Dans une seconde étape, les moyens de propulsion 4 impriment un mouvement relatif vers l'avant au disque 6 par rapport à l'enveloppe 3, conduisant à l'éjection successive des rangées 71, 72 et 73 de sous-projectiles 5. Pendant l'éjection de l'ensemble des rangées 71-73, les éléments de calage 81-84 et le matériau pulvérulent 9 se séparent des sous-projectiles au fur et à mesure de leur apparition au bord de l'enveloppe 3.

On a représenté sur la figure 3b le moment où l'ogive 2 est entièrement éjectée de l'enveloppe 3 et où la première des rangées, à savoir la rangée 71, est également entièrement éjectée.

Ainsi qu'il est connu, chacun des sous-projectiles 5 est animé à sa sortie de l'enveloppe 3, outre d'une vitesse relative longitudinale, d'une vitesse radiale souvent appelée vitesse d'expansion, due à la force aérodynamique qui s'exerce sur eux à la sortie de l'enveloppe 3 et, le cas échéant, à la rotation sur lui-même du projectile principal. Par ailleurs, chacune des rangées est, lors de sa sortie, ralentie par cette force aérodynamique. Les deux phénomènes combinés permettent d'obtenir une interpénétration des différentes rangées, comme représenté sur la figure 3c où les trois rangées étant intégralement éjectées, les différents sous-projectiles 5 se retrouvent sensiblement sur la même

ligne 74 pour former une gerbe unique, animée d'une vitesse longitudinale et d'une vitesse radiale d'expansion.

La vitesse radiale d'expansion est contrôlable, ce qui permet, avec le choix de la forme du chargement de sous-projectiles, d'adapter la forme de la gerbe à celle de la zone d'efficacité souhaitée. Cette vitesse d'expansion dépend de la vitesse de rotation du projectile principal 1, du dimensionnement des éléments de calage, des caractéristiques géométriques des sous-projectiles et de leur position par rapport à l'axe longitudinal (XX) du projectile principal.

Les expériences et les calculs de la Déposante ont montré qu'il est en outre important que les têtes des sous-projectiles d'une rangée soient sans contact mécanique avec les arrières des sous-projectiles de la rangée précédente, pour éviter que le sous-projectile de derrière ne perturbe et fasse basculer le sous-projectile de devant. De plus, l'écartement entre les rangées doit être suffisant pour que l'inter-pénétration des rangées s'effectue correctement, sans contact (ou au moins avec un minimum de contact) entre sous-projectiles. Cette fonction de séparation est remplie, comme indiqué plus haut, par le matériau pulvérulent 9.

De la sorte, les sous-projectiles sont rigidement maintenus en place avant l'éjection de façon, au moment de l'éjection, à être aptes à suivre la trajectoire prévue. En outre, des moyens sont prévus pour que, lors de cette éjection, la trajectoire de chacun des sous-projectiles ne soit perturbée ni par les différents constituants du projectile principal, ni par les autres sous-projectiles.

La description ci-dessus a été faite à titre d'exemple non limitatif. C'est ainsi que le projectile principal a été décrit comme ayant un corps cylindrique à section circulaire, mais que cette section peut affecter d'autres formes, par exemple carrée, les sous-projectiles étant alors munis de quatre ailettes. Plus généralement, d'autres formes géométriques peuvent être utilisées pour le corps du projectile, le corps et l'empennage des sous-projectiles et leur organisation (en hexagone sur la figure 4), sous réserve que les corps des sous-projectiles soient tangents et leurs empennages organisés de façon autobloquante.

Par ailleurs, on a décrit une application du type vecteur Air-Sol ou Sol-Sol. D'autres applications sont bien entendu possibles telles que celles où la zone cible est sur mer ou dans l'air (vecteur anti-hélicoptère par exemple).

## Revendications

1. Projectile formant la tête d'un vecteur ayant une trajectoire balistique (T) définie et comportant des sous-projectiles, caractérisé par le fait que le projectile (1) comporte des moyens assurant, lors de l'éjection des sous-projectiles (5), le maintien de ceux-ci sur une trajectoire prédéfinie, et que la forme de la section (11) transversale du chargement de sous-projectiles (5) dans le projectile est sensiblement une homothétie de la forme d'une zone (Z) d'efficacité prédéfinie, corrigée par l'angle que fait la

trajectoire (T) du projectile avec la zone d'efficacité.

2. Projectile selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les dimensions de la section (11) du chargement de sous-projectiles (5) sont fonction de la vitesse radiale d'expansion des sous-projectiles.

3. Projectile selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que chacun des sous-projectiles (5) comporte un corps (54) muni d'une tête (55) et d'un empennage (56) fixe, et que les moyens de maintien sont constitués par :

- la disposition des sous-projectiles selon une même orientation, à savoir la tête vers l'avant du projectile (1) selon au moins une rangée (71-73), dans chaque rangée (71-73) les sous-projectiles (5) étant tangents les uns aux autres, les empennages (56) étant disposés les uns dans les autres de façon autobloquante,
- des moyens de calage (81), disposés entre la paroi extérieure (3) du projectile (1) et la structure formée par les sous-projectiles (5) ;
- une substance pulvérulente (9) disposée dans les espaces restés libres entre les sous-projectiles (5) et les moyens de calage (81) ;
- des moyens (4, 6) assurant l'éjection des sous-projectiles (5) par l'avant du projectile (1).

#### Claims

1. A projectile constituting the head of a missile with a predetermined ballistic trajectory (T), said projectile comprising sub-projectiles, characterized in that the projectile (1) includes means which ensure during the ejection of the sub-projectiles (5) that the latter remain on a predetermined trajectory, and that the shape of the cross-section (11) of the arrangement of these sub-projectiles (5) within the projectile is substantially homothetic with the shape of a predetermined efficiency zone (Z) after correction by the angle included between the trajectory (T) of the projectile and the efficiency zone.

2. A projectile according to claim 1, characterized in that the size of the cross-section (11) of the arrangement of sub-projectiles (5) depends on the radial expansion speed of the sub-projectiles.

3. A projectile according to one of the preceding claims, characterized in that each of the sub-projectiles (5) comprises a body (54) including a head (55) and fixed tail control surfaces (56), and that the means for maintaining the sub-projectiles on a predetermined trajectory are constituted by

- the arrangement of the sub-projectiles according to a common orientation, i.e. with the head towards the front end of the projectile (1) and according to at least one level (71 to 73), the sub-projectiles (5) being in each level (71 to 73) mutually tangent and the tail control surfaces (56) being nested one in the other in a self-locking manner,
- chocking means (81) disposed between the outer wall (43) of the projectile (1) and the structure constituted by the sub-projectiles (5),
- a powder substance (9) disposed in the inter-spaces left between the sub-projectiles (5) and the chocking means (81),

- means (4, 6) allowing the sub-projectiles (5) to be ejected, through the front side of the projectile (1).

#### 5 Patentansprüche

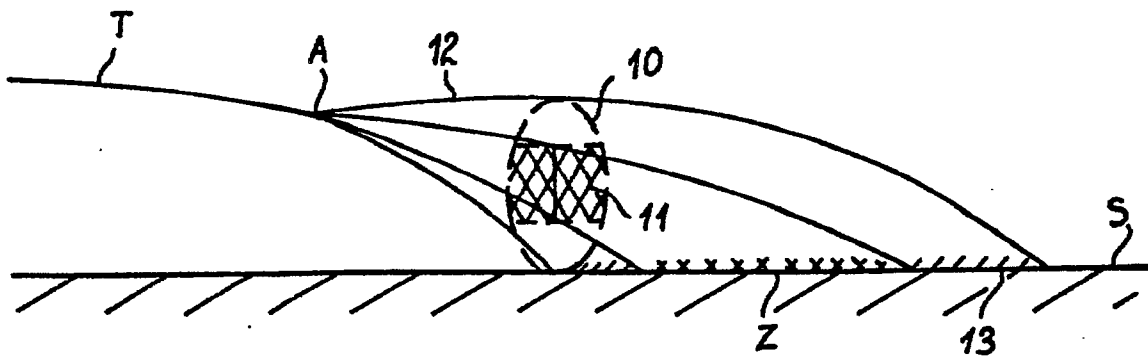
1. Geschoß an der Spitze einer Trägerrakete mit einer definierten ballistischen Flugbahn (T), wobei das Geschoß Sekundärgeschosse aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß das Geschoß (1) Mittel aufweist, die während des Ausstoßens der Sekundärgeschosse (5) dafür sorgen, daß letztere auf einer vorgegebenen Flugbahn bleiben, und daß die Form des Querschnitts (11) der Ladeanordnung der Sekundärgeschosse (5) im Geschoß im wesentlichen ein homothetisches Abbild der Form einer vorbestimmten Wirkungszone (Z) ist, die um den Winkel korrigiert ist, den die Flugbahn (T) des Geschosses mit der Wirkungszone einschließt.

2. Geschoß nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Abmessungen des für die Ladung von Sekundärgeschossen (5) bestimmten Querschnitts (11) von der radialen Streugeschwindigkeit der Sekundärgeschosse abhängt.

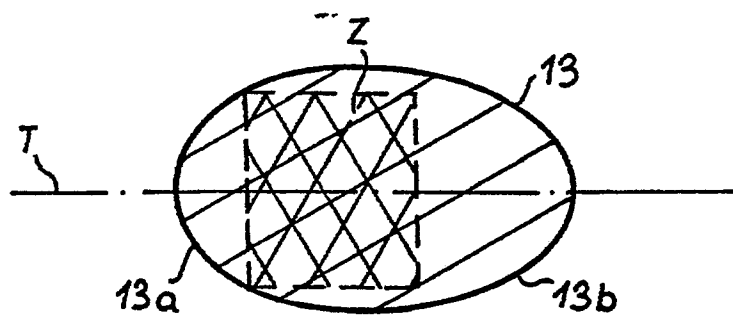
3. Geschoß nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jedes der Sekundärgeschosse (5) einen Körper (54) mit einem Kopf (55) und einem festen Leitwerk (56) aufweist und daß die Mittel, um die Sekundärgeschosse auf einer vorgegebenen Flugbahn zu halten, bestehen aus

- der Anordnung der Sekundärgeschosse gemäß einer gleichen Orientierung, nämlich mit dem Kopf zur Vorderseite des Geschosses (1) und in mindestens einer Reihe (71 bis 73), wobei in jeder Reihe (71 bis 73) die Sekundärgeschosse (5) einander berühren und die Leitwerke (56) ineinander so angeordnet sind, daß sie sich selbst blockieren,
- Distanzmitteln (81), die zwischen der Außenwand (3) des Geschosses (1) und der von den Sekundärgeschossen (5) gebildeten Struktur angeordnet sind,
- einer pulverförmigen Substanz (9), die in den zwischen den Sekundärgeschossen (5) und den Distanzmitteln (81) verbleibenden Zwischenräumen angeordnet ist,
- Mitteln (4, 6), die einen Ausstoß der Sekundärgeschosse (5) durch die Vorderseite des Geschosses (1) bewirken.

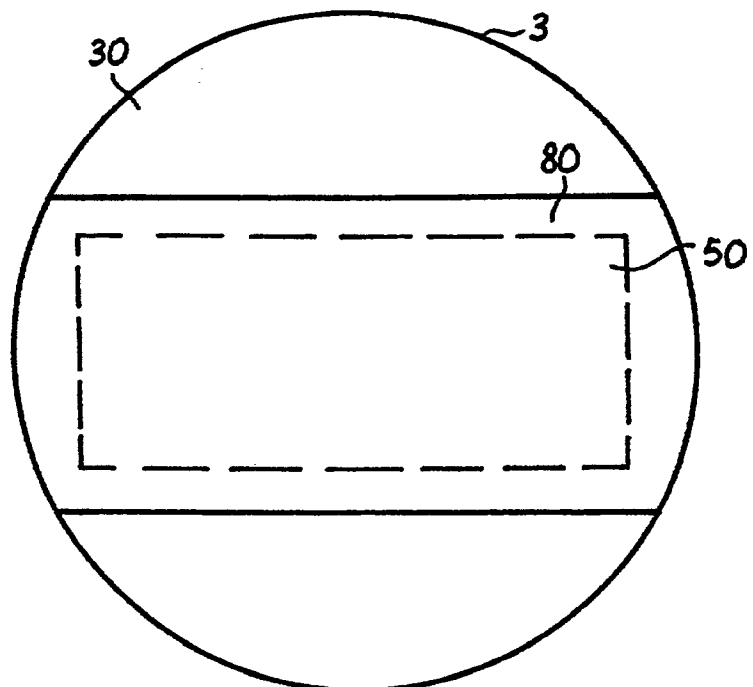
FIG\_1a



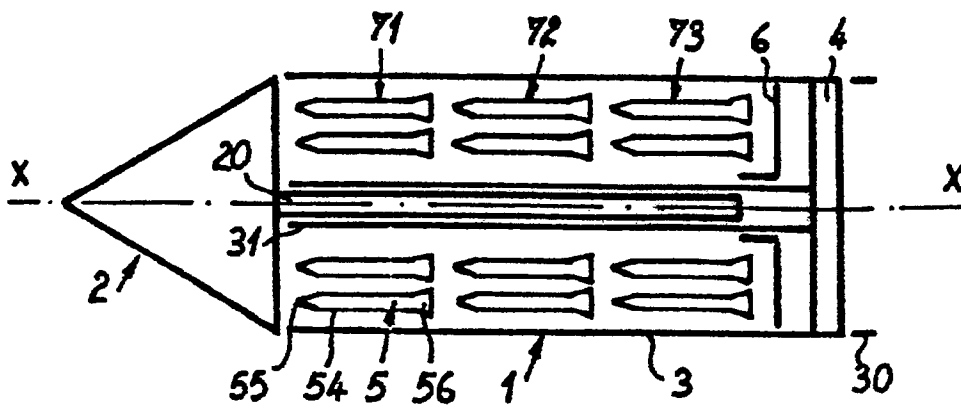
FIG\_1b



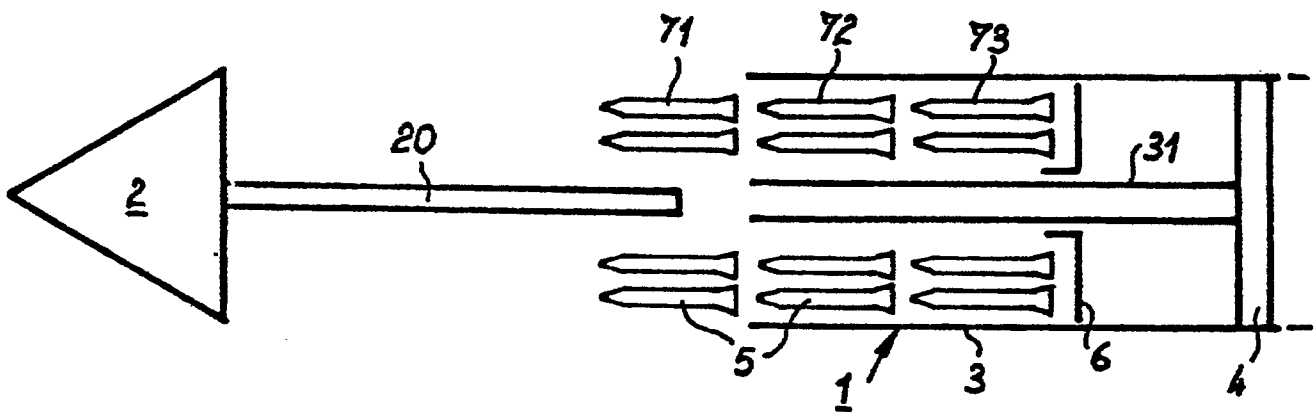
FIG\_2



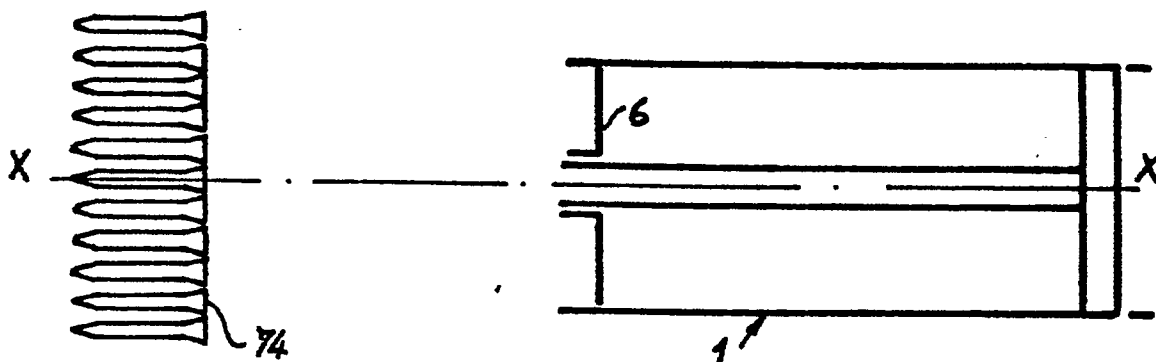
FIG\_3a



FIG\_3 b



FIG\_3c



FIG\_4

