

(19)



(11)

EP 3 150 957 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
05.04.2017 Bulletin 2017/14

(51) Int Cl.:
F42B 10/14 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **16190582.3**

(22) Date de dépôt: **26.09.2016**

(84) Etats contractants désignés:
**AL 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 RS SE SI SK SM TR**
Etats d'extension désignés:
BA ME
Etats de validation désignés:
MA MD

(72) Inventeurs:
• **TROUILLOT, Christian**
18023 Bourges (FR)
• **DESCHATRE, Geoffroy**
18023 Bourges (FR)

(74) Mandataire: **Cabinet Chaillot**
16/20, avenue de l'Agent Sarre
B.P. 74
92703 Colombes Cedex (FR)

(30) Priorité: **29.09.2015 FR 1502030**

(71) Demandeur: **Nexter Munitions**
78034 Versailles Cedex (FR)

(54) **PROJECTILE D'ARTILLERIE AYANT UNE PHASE PILOTÉE**

(57) L'invention a pour objet un projectile d'artillerie (1) qui est destiné à avoir une trajectoire comportant une phase balistique et une phase pilotée. Ce projectile (1) comporte au moins un moyen assurant sa stabilisation aérodynamique sur tout ou partie de sa trajectoire et un moyen (9) destiné à assurer un pilotage lors de la phases pilotée. Ce projectile est caractérisé en ce que le moyen

de stabilisation aérodynamique comporte une voilure comportant au moins deux ailes (16) qui sont aptes à être positionnées par rapport à l'axe (26) du projectile, au moins pendant la phase pilotée, avec leurs angles de flèches négatifs, c'est à dire avec les extrémités libres (16b) des ailes (16) orientées vers l'avant du projectile (1).

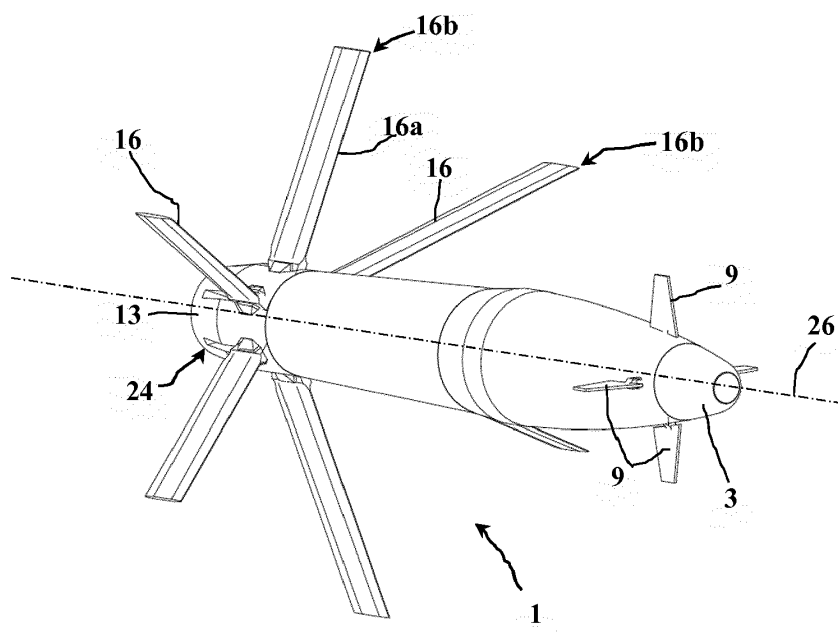


Fig. 4

EP 3 150 957 A1

Description

[0001] Le domaine technique de l'invention est celui des projectiles d'artillerie destinés à avoir une trajectoire comportant une phase initiale balistique et une phase pilotée.

[0002] On cherche aujourd'hui à réaliser des projectiles d'artillerie (ou obus) ayant une portée allongée et pouvant être pilotés pour contrôler leur trajectoire, rechercher et atteindre une cible particulière.

[0003] Les moyens de pilotage comprennent le plus souvent des gouvernes canard qui sont disposées au niveau d'une partie avant du projectile et qui sont commandées par des moto réducteurs (individuellement ou par plans). La partie avant du projectile incorpore un auto directeur et un calculateur permettant de guider et piloter le projectile vers une cible particulière dont les caractéristiques de signature auront été mises en mémoire dans le calculateur. Un système de positionnement par satellites peut également être mis en oeuvre dans la chaîne de pilotage du projectile.

[0004] Ces projectiles peuvent avoir une portée importante à moindre coût grâce au tir par un canon d'artillerie qui permet de placer un obus de 45 kg à plus de 10km d'altitude en une minute de vol.

[0005] Ce type de projectile vient compléter la gamme d'obus pouvant être mis en oeuvre par un même système d'artillerie. La polyvalence d'un système d'arme répond à un besoin opérationnel récurrent des forces.

[0006] Par ailleurs le tir balistique par un canon permet d'obtenir une relative précision de positionnement du projectile par rapport à une zone (ou fenêtre de tir) où se trouvent des cibles potentielles.

[0007] A précision égale, les projectiles d'artillerie ont ainsi un coût inférieur à celui des missiles qui doivent être pilotés sur toute leur trajectoire et qui doivent emporter une charge propulsive.

[0008] Une des particularités des projectiles d'artillerie classiques est qu'ils sont stabilisés gyroscopiquement, la rotation étant transmise par les rayures du tube pendant le parcours balistique. Ce mode de stabilisation devient un inconvénient pour les projectiles d'artillerie comportant une phase balistique et une phase pilotée car ils doivent avoir une vitesse de rotation réduite pour ne pas trop contraindre mécaniquement les capteurs et l'électronique de guidage / pilotage.

[0009] Il est ainsi connu, par exemple du brevet EP905473, de réaliser un obus d'artillerie portant à sa partie arrière un empennage stabilisateur déployable.

[0010] Un sabot arrière maintient les ailettes de l'empennage repliées dans le tube de l'arme. Il porte une ceinture dérapante qui permet de ne communiquer à l'obus qu'une vitesse de rotation réduite, de l'ordre de quelques dizaines de tours par seconde (la rotation habituelle d'un obus de 155 mm sans ceinture dérapante est de l'ordre de 300 tours / seconde).

[0011] A la sortie du tube le sabot est éjecté, soit par l'effet d'un emprunt des gaz propulsifs dans le tube, soit

par l'effet de l'écoulement aérodynamique s'exerçant sur lui à la sortie du tube, le sabot pourra par exemple porter des fragilisations longitudinales entraînant une découpe en pétales à la sortie du tube de l'arme et l'éjection du sabot.

[0012] Le projectile se trouve ainsi aérostabilisé en phase balistique.

[0013] La stabilisation en vol supersonique nécessite une marge statique (distance entre le foyer aérodynamique et le centre de gravité) de l'ordre de -1 calibre. L'empennage arrière assure par ailleurs un freinage en rotation complémentaire du projectile. Il permet éventuellement de contrôler la vitesse de rotation résiduelle qui peut être imposée par le type de capteurs embarqués et les algorithmes de pilotage.

[0014] Lorsque le projectile atteint l'apogée de sa trajectoire (qui peut se trouver à plus de 10 km d'altitude pour des tirs à longue portée), il amorce sa descente vers la zone où se trouvent des cibles potentielles.

[0015] Généralement le pilotage vers la cible est assuré à l'aide de gouvernes canard disposées au niveau d'une partie avant du projectile, comme décrit par le brevet EP0905473.

[0016] Un des problèmes rencontrés est que la stabilisation qui est assurée par l'empennage n'est pas optimale pour le vol piloté et diminue les performances de correction de la trajectoire qui sont permises par les canards.

[0017] On connaît aussi par le brevet US8894004 un mécanisme de déploiement d'ailes pour un projectile dans lequel les ailes sont disposées en position repliée avec leurs plans parallèles à l'axe du projectile. Cependant, lorsque ces ailes sont en position déployée, elles sont orientées de façon fortement stabilisatrice, ce qui diminue toujours les performances de correction des canards éventuels. En fait les ailes décrites par ce brevet assurent elles même une fonction de correction de trajectoire en ayant une capacité de pivoter par rapport à leur axe principal, perpendiculaire à l'axe du projectile.

[0018] C'est le but de l'invention que de proposer une architecture de projectile d'artillerie dans laquelle la stabilisation aérodynamique assurée par l'empennage en phase balistique ne diminue pas les performances des moyens de pilotage en phase pilotée.

[0019] Suivant un mode particulier de réalisation, une même voilure basculante peut par ailleurs assurer la stabilisation aérodynamique en phase balistique en engendrant un moment longitudinal stabilisant (marge statique de l'ordre de -1 cal) et peut aussi assurer la manoeuvrabilité en phase pilotée (en générant de la portance avec une marge statique de l'ordre de -0.25 cal).

[0020] L'invention permet ainsi de décorrélérer la stabilité statique et la portance en fonction des régimes de vol.

[0021] L'invention permet ainsi d'optimiser la définition du module de pilotage en particulier les dimensions et le choix des composants tels que les moteurs, donc le coût du projectile.

[0022] Ainsi l'invention a pour objet un projectile d'ar-

tillerie destiné à avoir une trajectoire comportant une phase balistique et une phase pilotée, projectile comportant au moins un moyen assurant sa stabilisation aérodynamique sur tout ou partie de sa trajectoire et un moyen destiné à assurer un pilotage lors de la phase pilotée, projectile caractérisé en ce que le moyen de stabilisation aérodynamique comporte une voilure comportant au moins deux ailes qui sont aptes à être positionnées par rapport à l'axe du projectile, au moins pendant la phase pilotée, avec leurs angles de flèches négatifs, c'est à dire avec les extrémités libres des ailes orientées vers l'avant du projectile.

[0023] Selon un premier mode de réalisation, les ailes de la voilure pourront se déployer au cours d'une première partie de la trajectoire balistique de façon à présenter des angles de flèche positifs, un moyen de manoeuvre étant prévu permettant de modifier l'angle de flèche des ailes et de lui donner des valeurs négatives au cours d'une seconde partie de la trajectoire balistique.

[0024] Chaque aile pourra être liée à un boîtier par rapport auquel elle sera montée basculante par l'intermédiaire d'un support d'aile, l'aile étant liée au support par une tige comportant des moyens lui permettant de pivoter par rapport au support d'aile lors du mouvement de basculement du support par rapport au boîtier, l'aile passant ainsi d'une position repliée, dans laquelle elle est positionnée le long du projectile avec le plan de l'aile appliqué le long d'une paroi externe du projectile, à une position déployée dans laquelle le plan de l'aile est orienté radialement par rapport au projectile, chaque boîtier étant par ailleurs monté pivotant par rapport au corps du projectile et le moyen de manoeuvre permettant de faire pivoter tous les boîtiers portant les ailes de façon à modifier simultanément l'angle de flèche de toutes les ailes.

[0025] Le moyen de manoeuvre pourra comprendre un piston ayant même axe que l'axe du projectile, piston qui comportera une face arrière qui sera en appui contre une face inférieure des boîtiers, le piston pouvant se traduire par l'action d'un moyen moteur, la translation du piston provoquant le pivotement simultané de tous les boîtiers.

[0026] Avantagusement, le piston pourra adopter une position finale en fin de translation dans laquelle il assurera un blocage de tous les boîtiers dans la position à angle de flèche négatif.

[0027] Les boîtiers d'ailes et le moyen de manoeuvre pourront être logés dans un culot arrière solidaire du corps de projectile.

[0028] Le projectile pourra comporter un sabot entourant le culot et couvrant les ailes dans leur position repliée, sabot portant une ceinture dérapante et éjecté après le tir.

[0029] Chaque aile pourra se trouver engagée dans une encoche du corps de projectile lorsqu'elle se trouvera dans sa position finale à angle de flèche négatif.

[0030] Selon un autre mode de réalisation de l'invention, le moyen de stabilisation aérodynamique pourra comporter également un empennage déployant qui sera

disposé au niveau d'une partie arrière du projectile, empennage qui se déploiera au cours de la phase balistique.

[0031] Selon un mode particulier de réalisation, l'empennage pourra être fixé au projectile par un moyen de liaison déverrouillable, l'empennage étant éjecté avant ouverture de la voilure à angles de flèche négatifs.

[0032] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre de différents modes de réalisation, description faite en référence aux dessins annexés et dans lesquels :

- La figure 1 est une vue externe d'un projectile selon un premier mode de réalisation de l'invention, projectile représenté avant tir ;
- La figure 2 est une vue schématique en coupe longitudinale du projectile selon ce premier mode de réalisation de l'invention ;
- La figure 3 est une vue externe et en perspective du projectile selon le premier mode de réalisation au cours de sa phase balistique ;
- La figure 4 est une vue externe et en perspective du projectile selon le premier mode de réalisation au cours de sa phase pilotée ;
- La figure 5a est une vue partielle en coupe de la partie arrière de ce premier mode de réalisation, projectile représenté avant ouverture des ailes de la voilure ;
- La figure 5b est une vue partielle en coupe de la partie arrière de ce premier mode de réalisation, projectile représenté avec les ailes dans la position qu'elles occupent pendant la phase balistique, donc avec les angles de flèche positifs ;
- La figure 5c est une vue partielle en coupe de la partie arrière de ce premier mode de réalisation, projectile représenté pendant le début du mouvement du moyen de manoeuvre ;
- La figure 5d est une vue partielle en coupe de la partie arrière de ce premier mode de réalisation, projectile représenté pendant une première phase intermédiaire du mouvement du moyen de manoeuvre ;
- La figure 5e est une vue partielle en coupe de la partie arrière de ce premier mode de réalisation, projectile représenté pendant une deuxième phase intermédiaire du mouvement du moyen de manoeuvre ;
- La figure 5f est une vue partielle en coupe de la partie arrière de ce premier mode de réalisation, projectile représenté avec les ailes dans la position verrouillée qu'elles occupent pendant la phase pilotée, donc avec les angles de flèche négatifs ;
- Les figures 6a et 6b montrent une aile et son boîtier en perspective partielle et de façon isolée, la figure 6a montrant l'aile dans sa position repliée et la figure 6b montrant l'aile au début de son mouvement d'ouverture ;
- Les figures 7a, 7b, 7c, 7d, 7e et 7f montrent une perspective arrière partielle du projectile, la figure 7a

montrant les ailes en position repliée et la figure 7f les ailes en position balistique, donc avec les angles de flèche positifs, les autres figures montrant des phases intermédiaires du mouvement d'ouverture des ailes ;

- La figure 8 est une vue externe d'un projectile selon un second mode de réalisation de l'invention, projectile représenté avant tir ;
- La figure 9 est une vue externe et en perspective de ce projectile au cours de sa phase balistique ;
- La figure 10 est une vue externe et en perspective de ce projectile au cours de sa phase pilotée ;
- La figure 11 est une vue externe d'un projectile selon un troisième mode de réalisation au cours de sa phase pilotée.

[0033] En se reportant aux figures 1 et 2, un projectile d'artillerie 1 selon un premier mode de réalisation de l'invention comporte un corps 2 portant une fusée 3 dotée de capteurs de cibles 4 régulièrement répartis angulairement (par exemple des capteurs infrarouge). On pourrait aussi prévoir un seul capteur axial ayant un champ suffisant pour détecter et poursuivre une cible. Le projectile pourra être par exemple de calibre 155 mm.

[0034] Le corps 2 comporte une partie avant 2a et une partie arrière 2b.

[0035] La partie arrière 2b renferme un chargement explosif 8 et son relais d'amorçage 10.

[0036] La partie avant 2a renferme une électronique 5 de guidage/pilotage (qui pourra comporter un dispositif de positionnement par satellites ou GPS), un dispositif de sécurité et d'armement 6 pour le chargement explosif 8 et un moyen de pilotage 7 du projectile. Le moyen de pilotage 7 est ici constitué par quatre gouvernes canard 9 qui sont déployables sur trajectoire. Les gouvernes 9 seront déployées à l'aide d'un mécanisme (non représenté) de type connu, par exemple celui décrit par le brevet FR2949848. Le déploiement des gouvernes 9 sera commandé à un instant donné sur trajectoire par l'électronique de guidage/pilotage. Des motoréducteurs commanderont le pivotement des gouvernes canards (ou d'un plan de gouvernes canards) après déploiement pour permettre le pilotage.

[0037] La partie arrière 2b du projectile est couverte par un sabot 11 qui est une pièce métallique ou composite comportant une partie tubulaire 11a fermée par un fond 11b. Le sabot 11 porte à sa partie arrière une ceinture dérapante 12 qui est destinée à assurer l'étanchéité aux gaz propulsifs lors du tir du projectile dans un tube d'artillerie.

[0038] D'une façon classique et décrite dans le brevet EP905473, la ceinture dérapante permet de ne communiquer au projectile qu'une partie de la rotation induite par les rayures du tube de l'arme. La vitesse de rotation du projectile à la sortie du tube de l'arme est ainsi de l'ordre de quelques dizaines de tours par seconde (la rotation habituelle d'un obus de 155 mm sans ceinture dérapante est de l'ordre de 300 tours/seconde).

[0039] Comme on le voit plus particulièrement sur la figure 2, le projectile 1 porte à sa partie arrière un culot arrière 13 qui porte des boîtiers 14 liés chacun à une aile 16 et un moyen de manoeuvre 15 de ces boîtiers 14 d'aile.

[0040] Le projectile porte par ailleurs un moyen de stabilisation aérodynamique qui selon ce premier mode de réalisation est constitué par une voilure comprenant au moins deux ailes 16. Ici le projectile 1 comprend six ailes 16 régulièrement réparties angulairement.

[0041] Suivant la configuration de phase balistique représentée à la figure 2, les ailes 16 sont repliées le long du projectile 1 avec le plan de chaque aile 16 appliqué le long d'une paroi externe du projectile 1, au niveau de la partie arrière 2b.

[0042] Le sabot 11 couvre ainsi également les ailes 16 au cours de la phase de balistique intérieure (dans le tube de l'arme) et assure leur protection contre l'effet des gaz propulsifs et les agressions du tube en fonction du ballonnement du projectile.

[0043] La figure 5a montre de façon plus précise le culot arrière 13, le sabot 11 étant retiré. Sur cette figure les ailes 16 sont dans la position qu'elles occupent avant ouverture. Chaque aile 16 est appliquée contre une paroi externe 17 du projectile 1. La paroi aura un profil plan ou aura un profil correspondant à celui du profil aérodynamique de l'aile, permettant ainsi de recevoir l'aile 16.

[0044] Sur cette figure 5a deux ailes 16 sont visibles.

[0045] Chaque aile 16 est liée à un boîtier 14 par rapport auquel elle est montée basculante par l'intermédiaire d'un support d'aile 18.

[0046] Un axe 19 permet le basculement du support 18 de l'aile 16 par rapport au boîtier 14.

[0047] L'aile est par ailleurs liée au support 18 par une tige 20 comportant des moyens lui permettant de pivoter par rapport au support d'aile 18 lors du mouvement de basculement du support 18 par rapport au boîtier 14.

[0048] Une telle architecture permettant un pivotement de l'aile autour de sa tige 20 lors de l'ouverture de l'aile est décrit de façon détaillée par le brevet EP1524488 auquel on pourra se reporter pour plus de détails.

[0049] Si on se reporte plus particulièrement aux figures 6a et 6b, on voit une aile 16 isolée et fixée à son boîtier 14 par le support 18. On remarque que le boîtier 14 comporte des tourillons latéraux 14a et 14b qui permettront un montage pivotant du boîtier 14 par rapport au culot arrière 13. Ces tourillons se logeront dans des paliers du culot (non représentés).

[0050] Les moyens permettant le pivotement de la tige 20 par rapport au support 18 comprennent en particulier un bras latéral 21 solidaire de l'extrémité de la tige 20 (bras visible aux figures 6a et 6b et aussi figure 5b). Bras qui coopère avec un profil de came 22 porté par le boîtier 14 (figure 5a et 6a).

[0051] Ainsi lors de l'ouverture de l'aile 16 par l'effet des efforts aérodynamiques reçus et du décalage entre le point d'application de la force aérodynamique et de l'axe de rotation 19, le support 18 bascule par rapport au

boîtier 14 sur son axe 19 (l'axe géométrique de l'axe 19 est repéré aux figures 6a et 6b). Lors de ce basculement le bras 21 va être entraîné par le profil de came 22 et va provoquer le pivotement de l'aile 16 par rapport à son support 18. Le plan de l'aile 16 va pivoter de 90° et se positionner dans le sens de l'écoulement aérodynamique (figure 5b).

[0052] Les figures 7a à 7f permettent de visualiser différentes étapes du pivotement de l'aile 16. La figure 7a montre (tout comme la figure 5a) les différentes ailes positionnées le long de la paroi externe 17 du projectile.

[0053] La figure 7b montre le début de l'ouverture des ailes 16. Le pivotement des supports 18 vient appliquer les bras 21 de chaque aile contre le profil de came 22.

[0054] Chaque aile pivote alors par rapport à son support 18 suivant l'axe de sa tige 20. Les figures 7c et 7d montrent deux étapes de ce pivotement de l'aile.

[0055] La figure 7e montre l'aile à l'issue de son pivotement. Elle a alors son plan dans le sens de l'écoulement aérodynamique, et le bord de fuite de l'aile 16 se trouve dirigé en regard d'une fente radiale 24 portée par le culot 13.

[0056] Lorsque l'aile 16 a pivoté, elle se trouve verrouillée par rapport à son support 18, par exemple par arc-boutement d'une lame ressort (non représentée), perpendiculaire au plan de l'aile 16, et solidaire du boîtier 14 (une telle solution est décrite par le brevet EP1798513).

[0057] Les figures 5b et 7f montrent la partie arrière du projectile lorsque les ailes 16 sont dans la position qu'elles occupent pendant la phase balistique. On voit que dans cette position les ailes 16 sont en butée contre une portée arrière 23 du culot 13. Chaque aile est logée dans une fente radiale 24 du culot arrière 13. Les figures 3 et 4 permettent de visualiser le culot arrière 13 avec ses fentes radiales 24.

[0058] Les différents boîtier 14 portant les ailes 16 sont par ailleurs eux-mêmes montés pivotants par rapport au culot arrière 13 grâce aux tourillons 14a, 14b.

[0059] Comme on le voit à la figure 5a, le culot arrière 13 renferme un moyen de manoeuvre 15 qui permet de faire pivoter tous les boîtiers 14 portant les ailes 16 de façon à modifier simultanément l'angle de flèche de toutes les ailes 16.

[0060] Le moyen de manoeuvre 15 comprend un piston 25 ayant même axe que l'axe 26 du projectile. Ce piston 25 comporte une face arrière qui est en appui contre une face inférieure 14a des boîtiers 14. Le moyen de manoeuvre 15 comprend aussi un moyen moteur 27 qui peut translater le piston 25 par l'intermédiaire d'une tige 28 (par exemple par une liaison à vis sans fin).

[0061] Le piston 25 étant en contact simultané avec tous les boîtiers 14, la translation du piston 25 provoque le pivotement simultané de tous les boîtiers 14, donc de toutes les ailes 16.

[0062] Ainsi la figure 5b montre la partie arrière du projectile 1 lorsque les ailes 16 sont dans leur position déployée à angle de flèche α positif. L'angle de flèche est

l'angle entre le bord d'attaque 16a de l'aile 16 et un plan 29 perpendiculaire à l'axe 26 du projectile.

[0063] L'angle de flèche α positif est de l'ordre de 60°. La figure 3 montre le projectile 1 dans cette configuration de vol qui est celle correspondant à la phase balistique.

[0064] Lorsqu'on commande le moyen moteur 27, le piston 25 provoque le pivotement simultané de tous les boîtiers 14. La figure 5c montre ainsi le début du mouvement de translation du piston 25, donc du pivotement des boîtiers 14 et des ailes associées 16.

[0065] La figure 5d montre une première phase intermédiaire du mouvement de translation du piston 25, phase au cours de laquelle les angles de flèche des ailes 16 sont nuls (ailes 16 perpendiculaires à l'axe 26 du projectile).

[0066] La figure 5e montre une deuxième phase intermédiaire du mouvement de translation du piston 25. Cette phase correspond à un positionnement des ailes 16 avec un angle de flèche β qui est négatif, c'est à dire avec les extrémités libres 16b (voir figure 4) des ailes 16 toutes orientées vers l'avant du projectile 1.

[0067] Chaque aile 16 est alors engagée dans une encoche 30 du corps de projectile 1. Les encoches 30 permettent de bloquer l'emplanture de chaque aile 16. La valeur de la flèche β est de l'ordre de -30°.

[0068] La figure 5f montre enfin la position finale du piston 25. La flèche des ailes 16 n'a pas été modifiée entre la figure 5e et la figure 5f mais le piston 25 a poursuivi sa course et se trouve dans une position finale en fin de translation dans laquelle il assure un blocage de tous les boîtiers 14 dans la position à angle de flèche négatif β .

[0069] Pour assurer ce blocage le bord périphérique cylindrique du piston 25 coopère avec la face inférieure 14a de chaque boîtier 14. Le piston 25 se trouve en position finale disposé à une distance D de l'axe de pivotement de chaque boîtier 14 et interdit tout retour des ailes dans une position à flèche positive.

[0070] La rigidité de la position finale est assurée, chaque ailette étant engagée dans une encoche 30 et bloquée par le piston 25.

[0071] Le fonctionnement du projectile selon l'invention est le suivant.

[0072] Lors du tir du projectile, la ceinture dérapante 12 permet de limiter la vitesse de rotation du projectile à quelques dizaines de tours par seconde (alors que la vitesse de rotation d'un projectile de 155 mm est de plus de 300 tours par seconde pour les tirs à longue portée).

[0073] Le sabot 11 qui assure à la fois la mise en vitesse du projectile 1 et l'étanchéité aux gaz propulsifs se sépare du projectile 1 de façon naturelle à la sortie du tube de l'arme, par l'action des efforts aérodynamiques.

[0074] A titre de variante, une aide à la séparation pourrait être réalisée par exemple par un emprunt des gaz propulsifs ou par un mécanisme ressort placé entre le culot 13 et le sabot 11. Le brevet EP905473 décrit de tels modes de séparation par emprunt de gaz.

[0075] Une fois le sabot 11 éjecté, les ailes 16 se dé-

ploient naturellement sous l'action de la centrifugation des ailes et de la dynamique du projectile en sortie de tube.

[0076] Lorsque chaque aile 16 se relève face à l'écoulement par un effet aérodynamique, elle pivote immédiatement par rapport à son boîtier 14 avec son support d'aile 18 limitant la vitesse de basculement de l'aile et donc le choc en fin d'ouverture. Une aile lourde limite en effet l'intensité du choc par effet d'inertie. Le mécanisme formé par la tige 20 et son bras 21 coopérant avec les profils 22 prévus sur le boîtier 14 provoque le pivotement de l'aile 16 et son positionnement dans le lit du vent, plan de l'aile 16 radial par rapport au projectile et passant donc par l'axe 26 du projectile.

[0077] Les ailes adoptent toutes la position représentée aux figures 3 et 5b, position dans laquelle elles se trouvent en butée arrière contre les portées arrière 23 des fentes radiales 24. Chaque aile 16 est par ailleurs verrouillée par rapport à son boîtier 14 par un dispositif de blocage approprié, par exemple celui décrit par le brevet EP1798513 (blocage par arc-boutement d'une lame ressort).

[0078] L'angle de flèche positive d'environ 60° minimise la traînée en vol supersonique tout en assurant une marge statique suffisante (de l'ordre de -1 calibre), garantissant ainsi la stabilité du projectile à la sortie de tube, lors de la phase de vol la plus critique (vol supersonique à haut Mach). Lorsque la vitesse diminue, la marge statique augmente.

[0079] Une fois les ailes 16 déployées, le projectile 1 est dans sa phase de vol balistique. Il peut monter à plus de 10000m d'altitude aux fortes charges propulsives avec une configuration de traînée aérodynamique minimale. Les ailes 16 réduisent par ailleurs la vitesse de rotation du projectile 1.

[0080] A l'issue d'une durée qui sera par exemple programmée au niveau d'un calculateur de l'électronique de guidage 5, ou encore programmée dans un module électronique spécifique logé dans le culot, on commande le moyen de manoeuvre 15 pour modifier l'angle de flèche des ailes 16. Cette commande intervient de préférence à l'apogée de la trajectoire au moment où le projectile amorçe sa descente pour atteindre les plus grandes portées.

[0081] Le moyen de manoeuvre 15 permet de faire basculer les ailes 16 vers l'avant du projectile 1. L'amplitude angulaire du basculement est de l'ordre de 90° (passage des ailes de +60° à -30°).

[0082] Le moyen moteur 27 du moyen de manoeuvre 15 pourra être électrique ou pyrotechnique (rétracteur, verrou, vérin...). Le basculement pourra se faire en quelques secondes sachant que la stabilité du projectile pendant cette phase transitoire sera toujours assurée (vol en régime subsonique).

[0083] Par ailleurs l'énergie nécessaire à cette manoeuvre est réduite du fait de la faible densité de l'air et de la traînée minimale des ailes.

[0084] Lorsque les ailes 16 ont leur extrémité libre 16b

orientée vers l'avant du projectile (angle de flèche négatif), les gouvernes canard 9 sont également déployées et opérationnelles (figure 4). La modification de l'angle de flèche des ailes 16 a été commandé au voisinage de l'apogée de la trajectoire du projectile 1.

[0085] Du fait de la flèche négative des ailes, la stabilité aérodynamique du projectile 1 se trouve réduite (marge statique inférieure à -0,5 calibre).

[0086] La valeur optimale à choisir pour la marge statique dépend des performances de la chaîne de pilotage et des objectifs du vol.

[0087] Il est possible avec l'invention d'ajuster la marge statique au profil de la mission envisagée. Pour un tir à très longue portée on privilégiera la manoeuvrabilité en phase terminale. Pour un tir à courte portée il sera possible de maintenir les ailes en position balistique (position à flèche positive), et de ne pas commander leur passage en position avant (flèche négative). La manoeuvrabilité sera alors réduite avec un projectile très stable statiquement, mais ceci peut être acceptable pour un tir à courte portée.

[0088] La marge statique en position à flèche négative est choisie juste suffisante pour assurer l'aérostabilisation du projectile, que les canards 9 soient déployés ou non.

[0089] Les gouvernes canard 9 permettront le pilotage du projectile par modification de son incidence. Les ailes 16 à flèche négative assurent une portance élevée et autoriseront une forte manoeuvrabilité grâce à leurs bonnes caractéristiques aérodynamiques de portance.

[0090] Le projectile selon l'invention permet donc tout à la fois d'assurer la stabilité en vol balistique supersonique et les capacités de manoeuvre fortes en phase de pilotage terminal en régime subsonique.

[0091] Les figures 8 à 10 montrent un projectile selon un second mode de réalisation de l'invention.

[0092] Ce mode de réalisation est représenté ici très schématiquement.

[0093] Comme dans le mode précédent, le projectile 1 comporte un corps 2 portant une fusée 3 dotée de capteurs de cibles 4 régulièrement répartis angulairement (par exemple des capteurs infrarouge), ou bien comportant un seul capteur axial ayant un champ suffisant pour détecter et poursuivre une cible. L'électronique de guidage/pilotage pourra aussi comporter un dispositif de positionnement par satellites ou GPS. Le corps 2 comporte une partie avant 2a et une partie arrière 2b.

[0094] La partie arrière 2b renferme un chargement explosif et son relais d'amorçage (non visibles sur les figures) et la partie avant 2a renferme une électronique de guidage/pilotage, un dispositif de sécurité et d'armement pour le chargement explosif et un moyen de pilotage 7 du projectile.

[0095] Le moyen de pilotage 7 est ici constitué par quatre gouvernes canard 9 qui sont déployables sur trajectoire.

[0096] La partie arrière 2b du projectile est partiellement couverte par un sabot 11 qui est une pièce métal-

lique ou composite comportant une partie tubulaire 11a fermée par un fond 11b. Le sabot 11 porte à sa partie arrière une ceinture dérapante 12 qui est destinée à assurer l'étanchéité aux gaz propulsifs lors du tir du projectile dans un tube d'artillerie.

[0097] Ce projectile 1 diffère de celui décrit précédemment en ce que le moyen de stabilisation aérodynamique comporte :

- d'une part une voilure formée d'ailerons 16 qui sont au cours de la phase balistique en position repliée disposées avec le plan de chaque aile 16 appliqué le long d'une paroi externe du projectile 1, au niveau de la partie arrière 2b ;
- d'autre part un empennage déployant 31 qui est disposé au niveau d'un culot 34 solidaire de la partie arrière 2b du projectile, en arrière de la voilure 16.

[0098] L'empennage 31 est ici constitué par des ailettes 32 constituées par des tôles en acier qui sont par exemple encastrées ou articulées à leur emplanture sur le culot 34 et verrouillables en position déployée. Ces ailettes 32 sont au départ enroulées élastiquement sur une portion cylindrique 33 du culot 34 et maintenues en position par le sabot 11.

[0099] Le sabot 11 pourra être éjecté après tir, soit par l'effet d'un emprunt des gaz propulsifs dans le tube, soit par l'effet de l'écoulement aérodynamique s'exerçant sur lui à la sortie du tube. Le sabot pourra par exemple porter des fragilisations longitudinales entraînant une découpe en pétales à la sortie du tube de l'arme et l'éjection du sabot.

[0100] L'éjection du sabot 11 à la sortie du tube de l'arme provoque le déploiement des ailettes 32 qui assurent la stabilisation du projectile pendant toute sa phase balistique ainsi que son freinage en rotation.

[0101] Contrairement au mode de réalisation précédent, pendant cette phase balistique les ailes 16 de la voilure restent en position repliée (figure 9).

[0102] Les ailes 16 sont maintenues en position repliée, par exemple par des verrous 35 qui sont solidaires du corps 2 du projectile et qui s'engagent dans des trous des extrémités des ailes 16.

[0103] Par ailleurs le culot 34 est rendu solidaire de la partie arrière 2b du corps de projectile par un boulon pyrotechnique 36.

[0104] Au voisinage de l'apogée de la trajectoire, à l'issue d'une durée qui sera par exemple programmée au niveau d'un calculateur de l'électronique de guidage, on commande le boulon pyrotechnique 36 pour provoquer la séparation du culot 34 et du corps 2 du projectile. Par ailleurs on commande les verrous 35 qui libèrent les ailes 16.

[0105] Chaque aile 16 est reliée au corps 2 du projectile par une liaison du type de celle décrite précédemment en référence à la figure 5a et qui est aussi décrite par le brevet EP1524488.

[0106] Cette liaison n'est pas dessinée en détails. Elle

comporte comme précédemment décrit un boîtier solidaire du corps 2 et par rapport auquel pivote un support d'aile recevant une tige solidaire de l'aile, pouvant elle-même tourner par rapport au support et portant un bras latéral coopérant avec un profil de came du boîtier.

[0107] Cette liaison permet un pivotement de l'aile autour de sa tige lors de l'ouverture de l'aile, ce qui permet le passage d'une position où le plan de l'aile est en appui contre le corps de projectile (figure 9) à une position dans laquelle le plan de l'aile 16 a pivoté de 90° et se trouve positionné dans le sens de l'écoulement aérodynamique (figure 10), l'aile 16 présentant son bord d'attaque 16a dans l'écoulement aérodynamique.

[0108] Les profils de came du boîtier seront dimensionnés par l'Homme de Métier de façon à assurer un pivotement de l'aile avec une position finale telle que présentée à la figure 10, avec un angle de flèche négatif β , c'est à dire avec les extrémités libres 16b des ailes orientées vers l'avant du projectile. Une butée arrière sera positionnée pour assurer le maintien des ailes avec cette flèche négative.

[0109] Dans le même temps les gouvernes canard 9 sont déployées et opérationnelles.

[0110] Du fait de la flèche négative des ailes 16, la stabilité aérodynamique du projectile 1 se trouve réduite (marge statique inférieure à -0,5 calibre). Cette marge est choisie juste suffisante pour assurer l'aérostabilisation du projectile que les gouvernes canards 9 soient déployés ou non.

[0111] Ce mode de réalisation permet de supprimer la phase de transition des ailes 16 d'une flèche positive à une flèche négative.

[0112] Les moyens assurant la stabilisation en phase balistique et en phase pilotée sont alors distincts et le mouvement de déploiement des ailes 16 est également d'amplitude plus réduite.

[0113] Diverses variantes de ce mode sont possibles.

[0114] On pourra par exemple lier les ailettes 32 au culot 34 par des rainures longitudinales qui seront débouchantes à l'arrière du culot. Chaque ailette 32 sera alors conçue pour pouvoir coulisser axialement dans sa rainure.

[0115] Une butée sera prévue au niveau de la partie arrière du culot 34. L'effacement de la butée permettra l'éjection axiale des ailettes 32 par coulissement dans leur rainure sous l'effet de la résistance aérodynamique.

[0116] Cette éjection des ailettes pourra alors intervenir sans qu'il soit nécessaire d'éjecter tout le culot 34. Une telle variante permet de conserver sensiblement la même longueur au projectile 1 au cours des phases balistique et pilotée.

[0117] A titre de variante on pourra mettre en oeuvre dans ce dernier mode de réalisation des ailes 16 dont le plan reste positionné radialement au projectile et qui pivotent chacune autour d'un axe perpendiculaire à l'axe 26 du projectile. Ce mode de réalisation impose cependant d'avoir des rainures radiales dans le corps 2 du projectile 1 et des ailes 16 qui sont alors intrusives dans le

corps 2. Les capacités d'emport du projectile en explosif se trouveront diminuées.

[0118] La figure 11 montre un autre mode de réalisation du projectile selon l'invention qui ne diffère du précédent que par le fait que l'empennage 31 n'est pas éjecté au voisinage de l'apogée de la trajectoire.

[0119] On a représenté sur la figure 11 le projectile lors de sa phase de vol piloté. Les gouvernes canard 9 sont déployées ainsi que les ailes 16 qui ont une flèche négative. Les ailettes arrières 32 sont toujours constituées par des tôles en acier encastrées ou articulées sur le culot 34. Elles restent solidaires du projectile au cours de cette phase pilotée. Ce mode de réalisation augmente un peu la traînée aérodynamique du projectile mais pourra être satisfaisant dans certaines configurations.

Revendications

1. Projectile d'artillerie (1) destiné à avoir une trajectoire comportant une phase balistique et une phase pilotée, projectile comportant au moins un moyen assurant sa stabilisation aérodynamique sur tout ou partie de sa trajectoire et un moyen destiné à assurer un pilotage lors de la phase pilotée, projectile **caractérisé en ce que** le moyen de stabilisation aérodynamique comporte une voilure comportant au moins deux ailes (16) qui sont aptes à être positionnées par rapport à l'axe (26) du projectile, au moins pendant la phase pilotée, avec leurs angles de flèches (β) négatifs, c'est à dire avec les extrémités libres (16b) des ailes (16) orientées vers l'avant du projectile (1).
2. Projectile d'artillerie selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les ailes (16) de la voilure se déploient au cours d'une première partie de la trajectoire balistique de façon à présenter des angles de flèche (α) positifs, un moyen de manoeuvre (15) étant prévu permettant de modifier l'angle de flèche des ailes (16) et de lui donner des valeurs négatives au cours d'une seconde partie de la trajectoire balistique.
3. Projectile d'artillerie selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** chaque aile (16) est liée à un boîtier (14) par rapport auquel elle est montée basculante par l'intermédiaire d'un support (18) d'aile, l'aile étant liée au support (18) par une tige (20) comportant des moyens (21) lui permettant de pivoter par rapport au support (18) d'aile lors du mouvement de basculement du support (18) par rapport au boîtier (14), l'aile (16) passant ainsi d'une position repliée, dans laquelle elle est positionnée le long du projectile (1) avec le plan de l'aile appliqué le long d'une paroi externe (17) du projectile, à une position déployée dans laquelle le plan de l'aile (16) est orienté radialement par rapport au projectile, chaque boîtier (14)

étant par ailleurs monté pivotant par rapport au corps du projectile (1) et le moyen de manoeuvre (15) permettant de faire pivoter tous les boîtiers (14) portant les ailes (16) de façon à modifier simultanément l'angle de flèche de toutes les ailes.

4. Projectile d'artillerie selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le moyen de manoeuvre (15) comprend un piston (25) ayant même axe que l'axe (26) du projectile, piston qui comporte une face arrière qui est en appui contre une face inférieure (14a) des boîtiers (14), le piston (25) pouvant se translater par l'action d'un moyen moteur (27), la translation du piston (25) provoquant le pivotement simultané de tous les boîtiers (14).
5. Projectile d'artillerie selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le piston (25) adopte une position finale en fin de translation dans laquelle il assure un blocage de tous les boîtiers (14) dans la position à angle de flèche négatif.
6. Projectile d'artillerie selon une des revendications 3 à 5, **caractérisé en ce que** les boîtiers (14) d'ailes et le moyen de manoeuvre (15) sont logés dans un culot arrière (13) solidaire du corps de projectile.
7. Projectile d'artillerie selon la revendication 6, **caractérisé en ce qu'il** comporte un sabot (11) entourant le culot (13) et couvrant les ailes (16) dans leur position repliée, sabot (11) portant une ceinture dérapante (12) et éjecté après le tir.
8. Projectile d'artillerie selon une des revendications 2 à 7, **caractérisé en ce que** chaque aile (16) se trouve engagée dans une encoche (30) du corps de projectile lorsqu'elle se trouve dans sa position finale à angle de flèche négatif.
9. Projectile d'artillerie selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le moyen de stabilisation aérodynamique comporte également un empennage déployant (31) qui est disposé au niveau d'une partie arrière du projectile, empennage qui se déploie au cours de la phase balistique.
10. Projectile d'artillerie selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** l'empennage (31) est fixé au projectile par un moyen de liaison déverrouillable (36), l'empennage étant éjecté avant ouverture de la voilure (16) à angles de flèche négatifs.

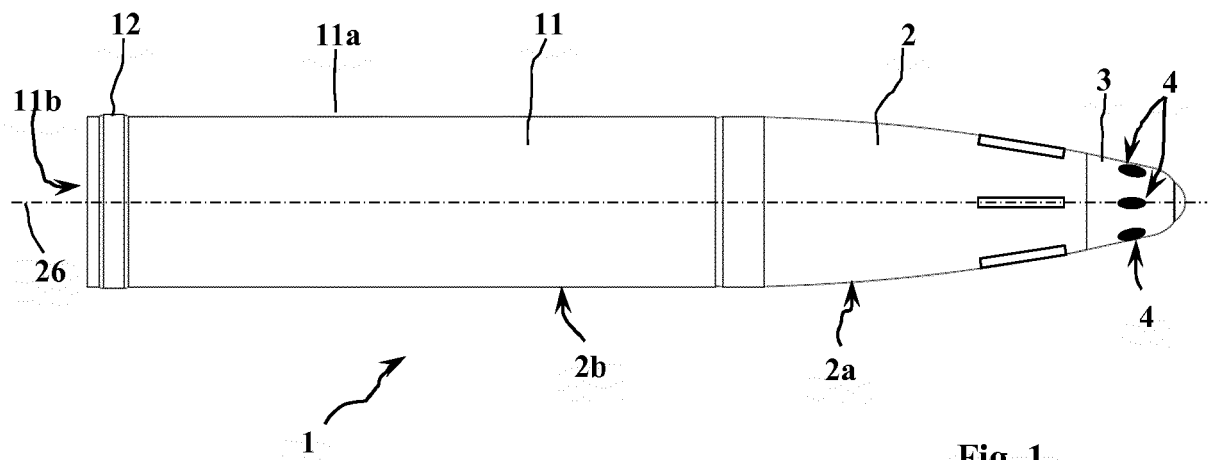


Fig. 1

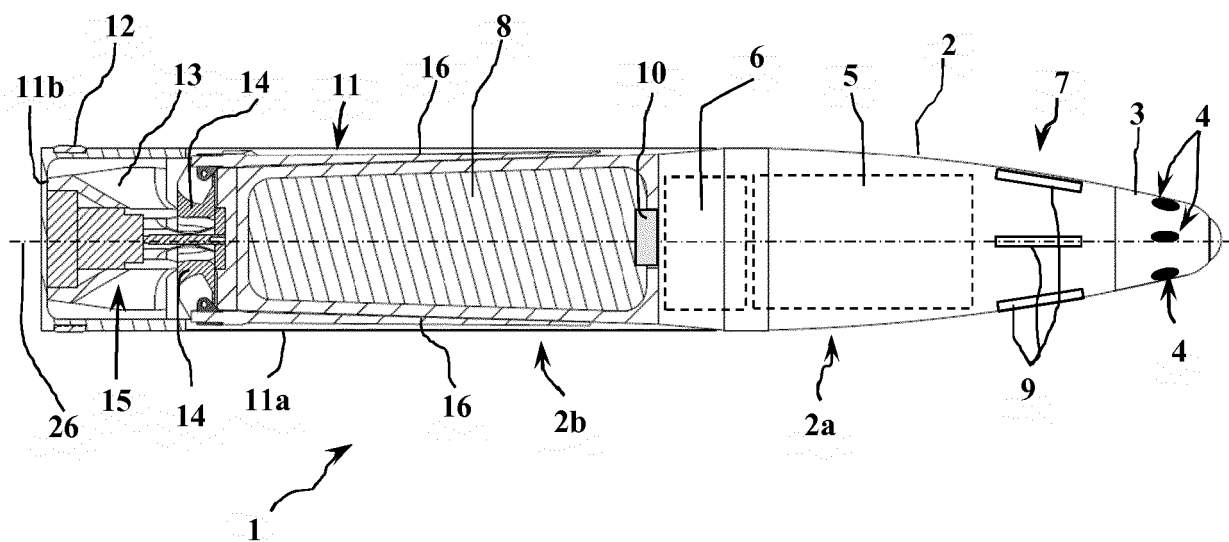


Fig. 2

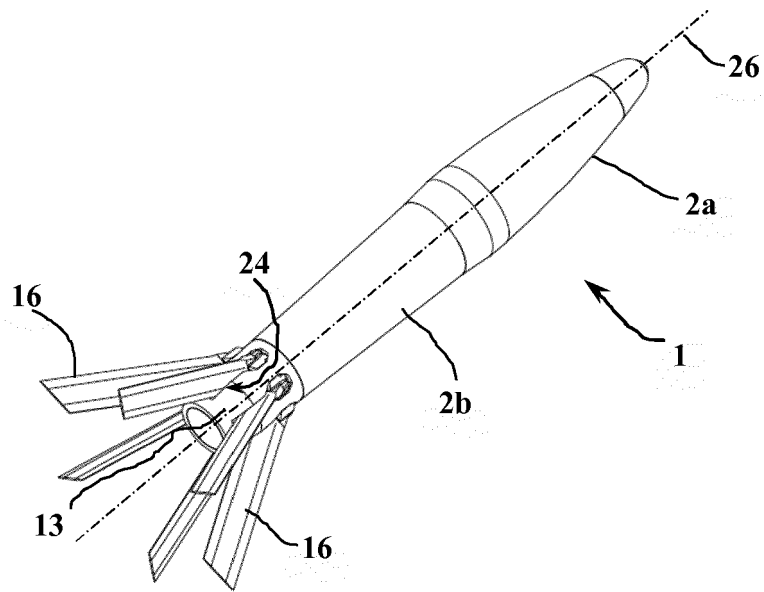


Fig. 3

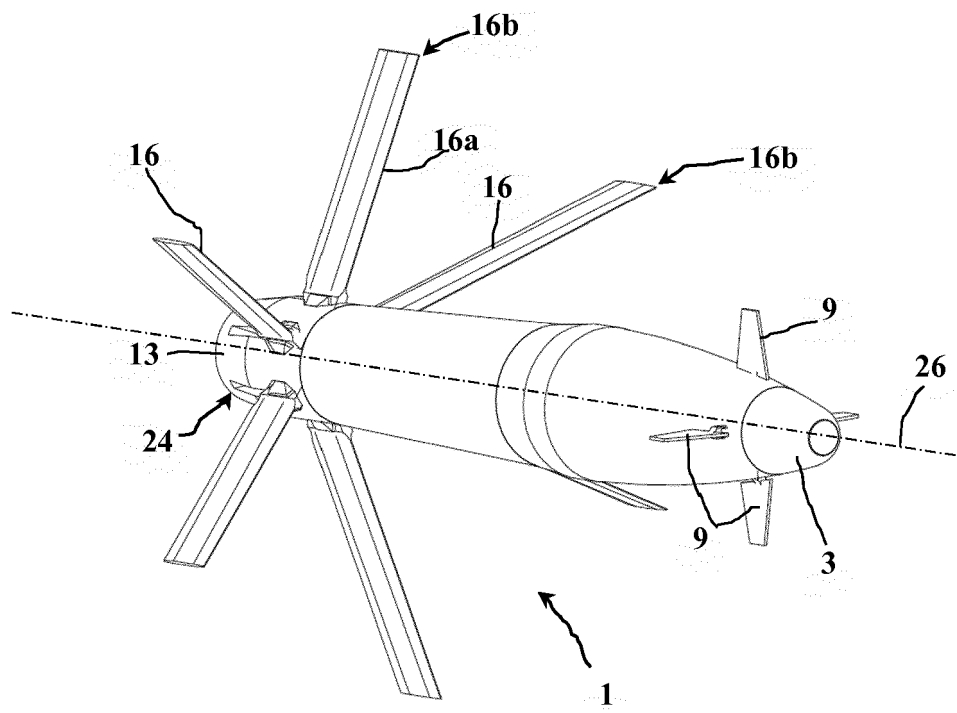
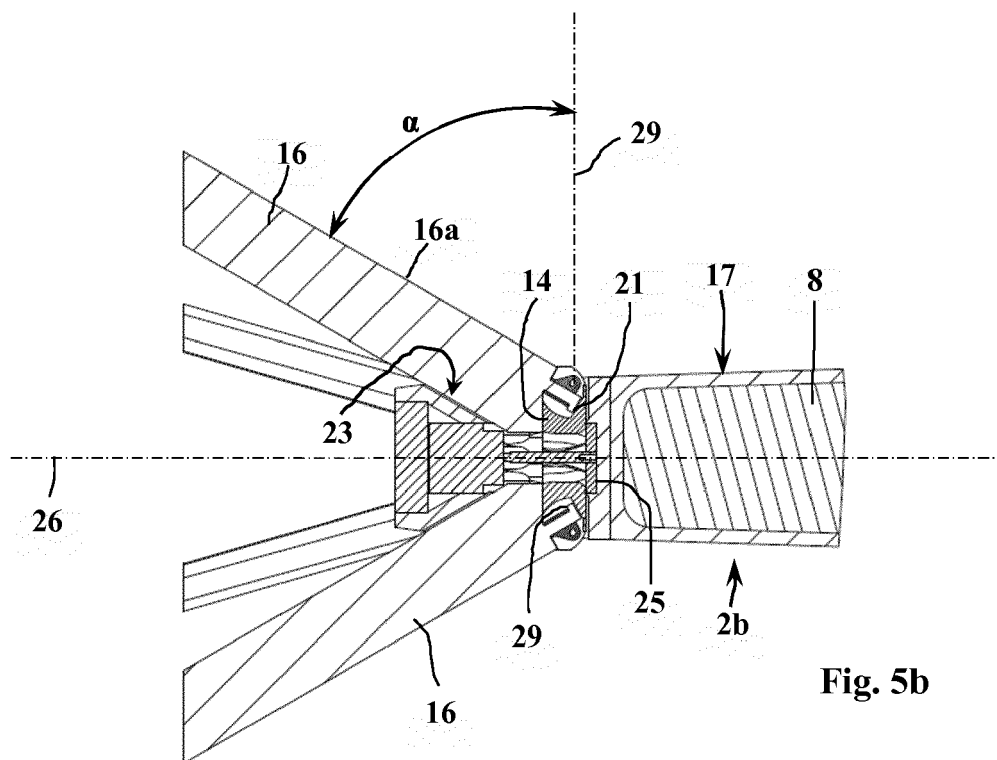
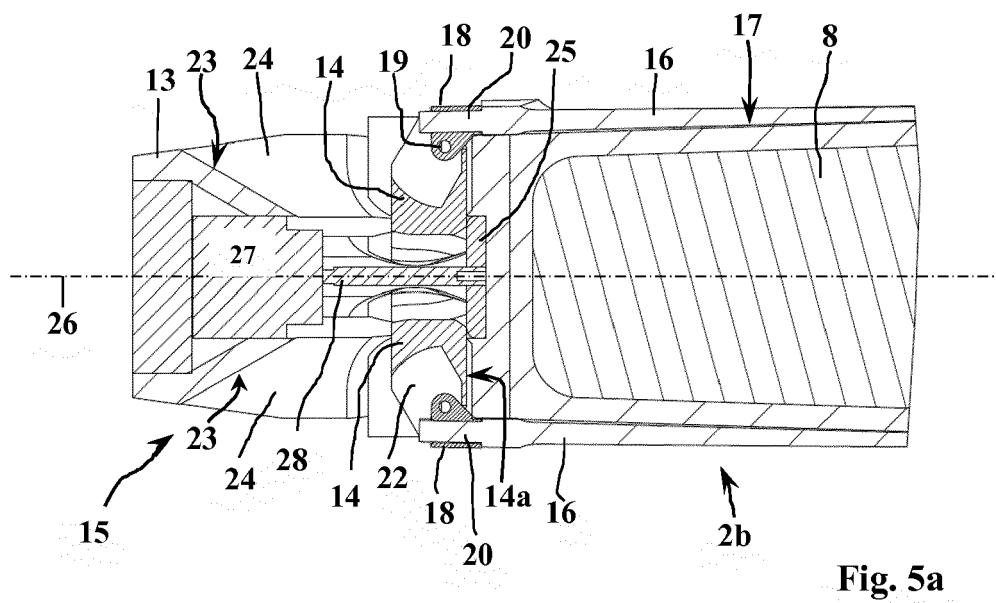


Fig. 4



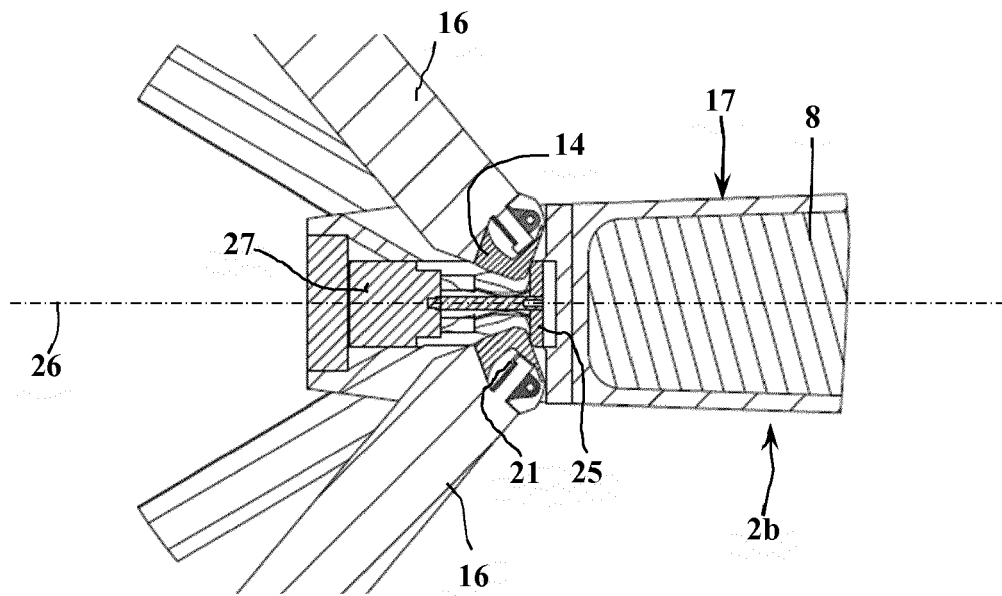


Fig. 5c

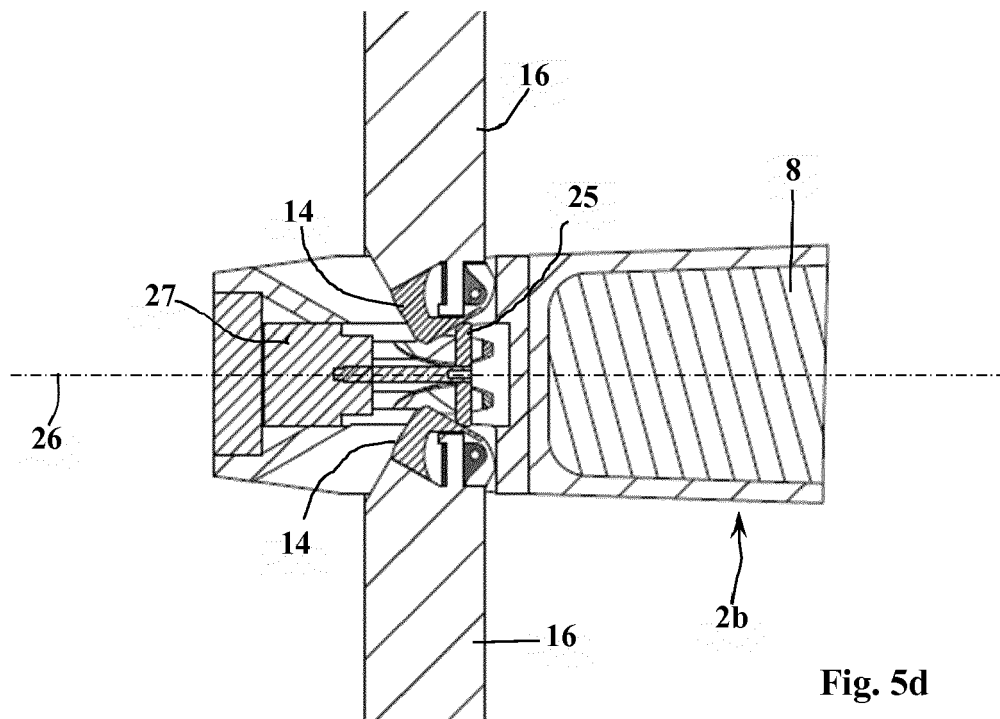
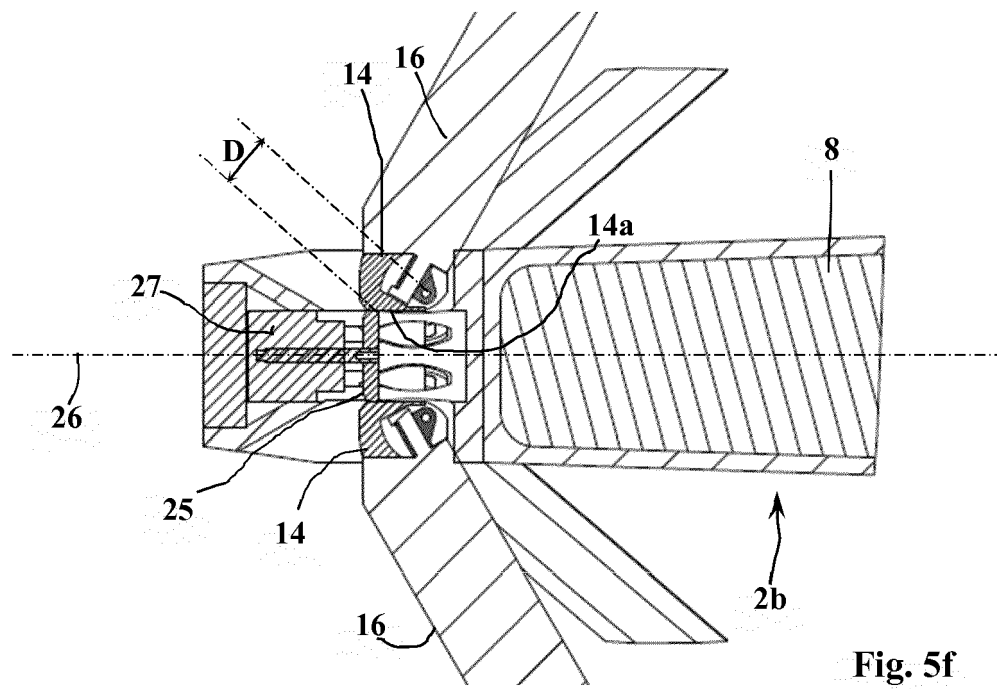
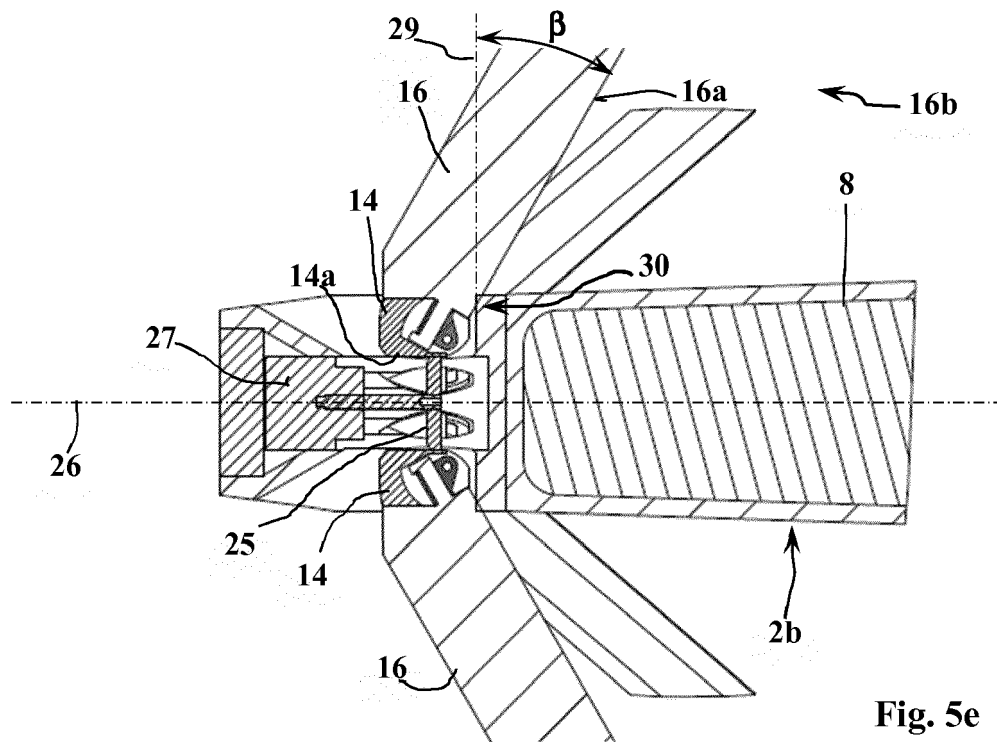


Fig. 5d



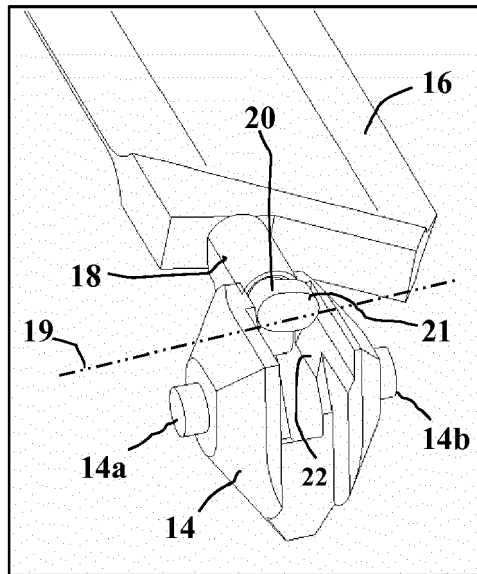


Fig. 6a

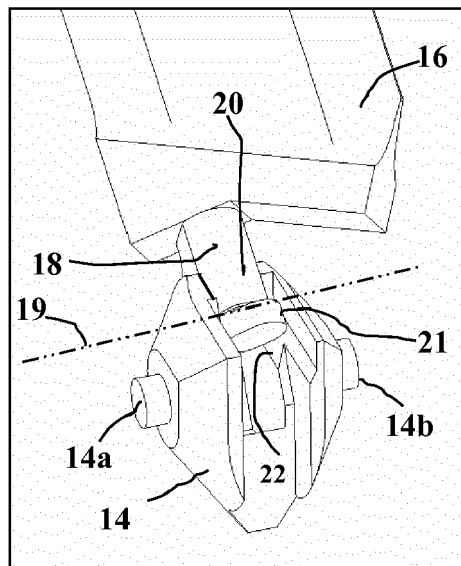


Fig. 6b

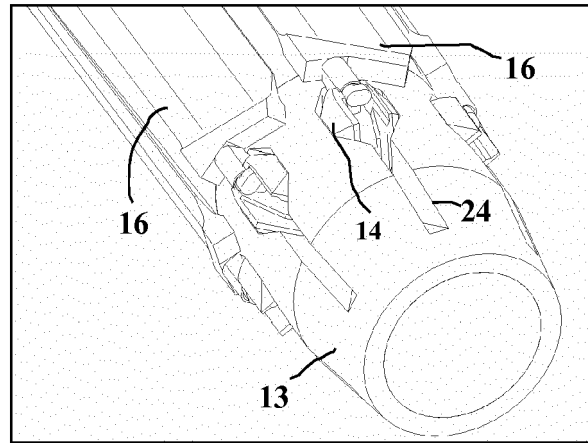


Fig. 7a

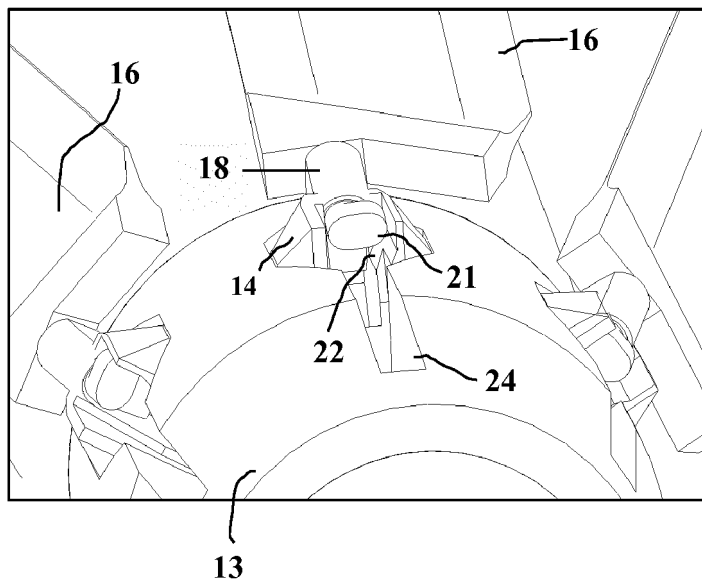


Fig. 7b

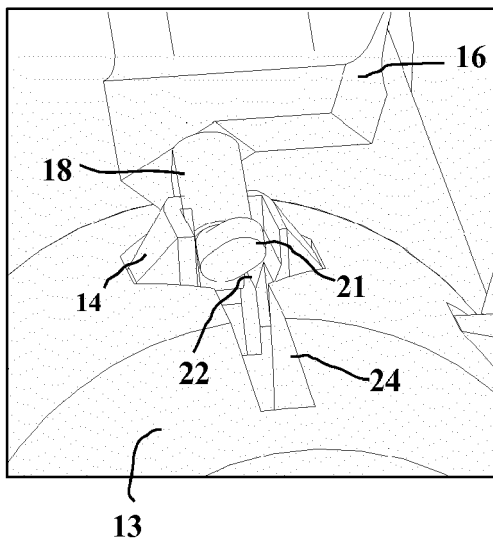


Fig. 7c

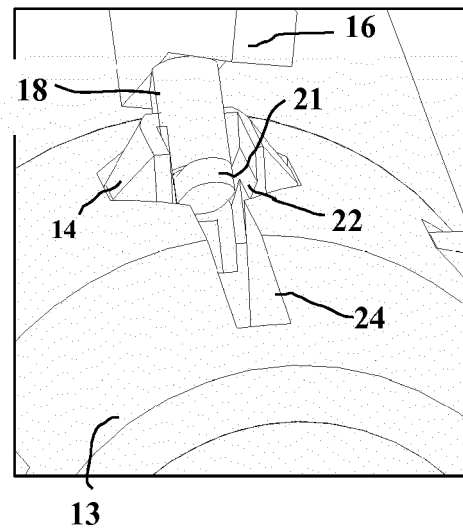


Fig. 7d

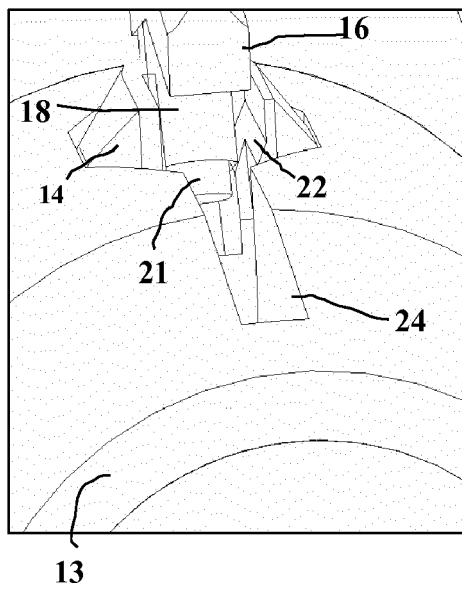


Fig. 7e

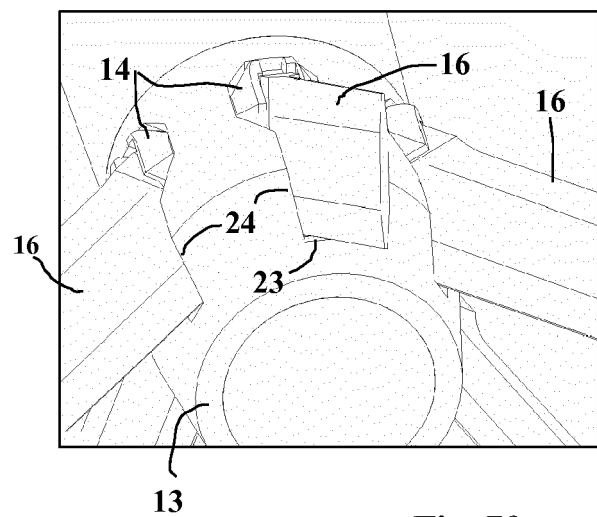
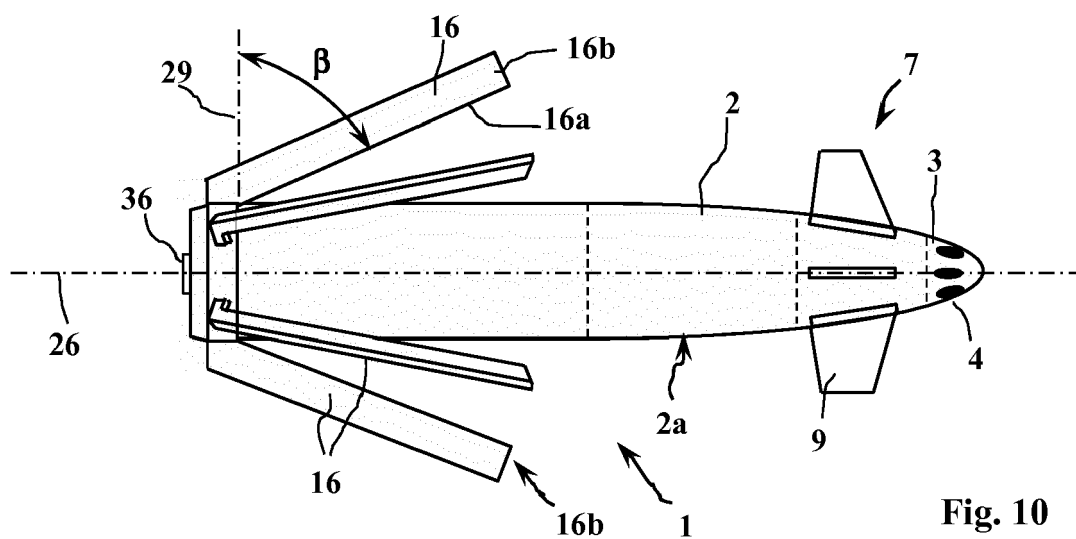
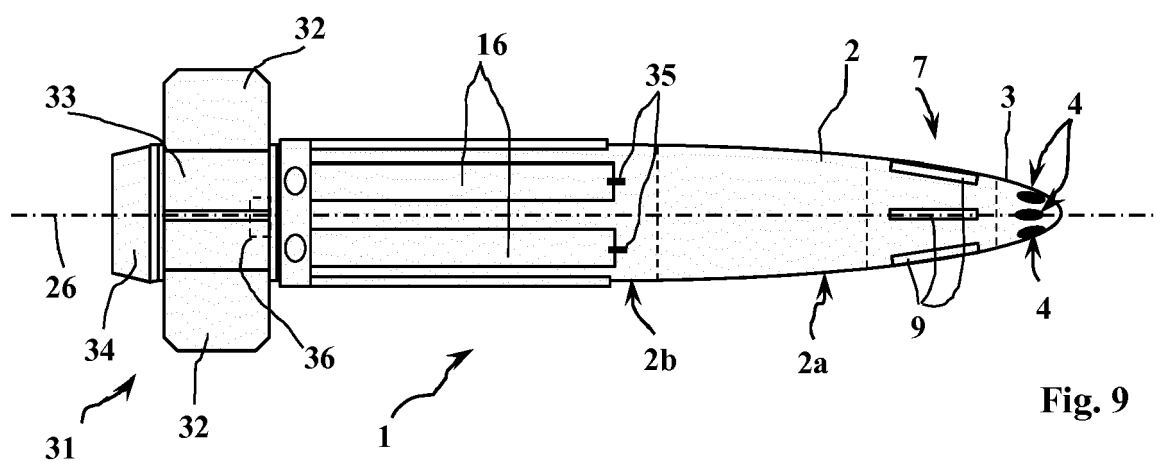
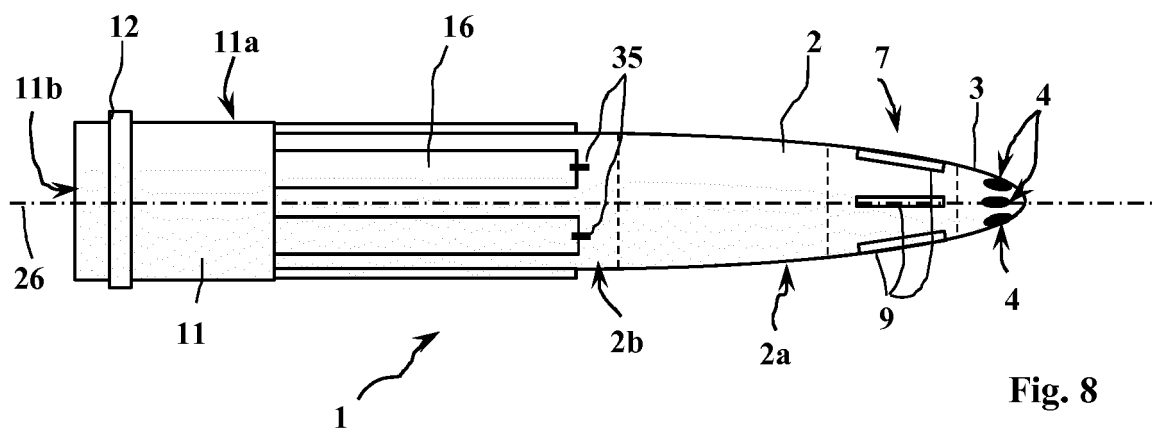


Fig. 7f



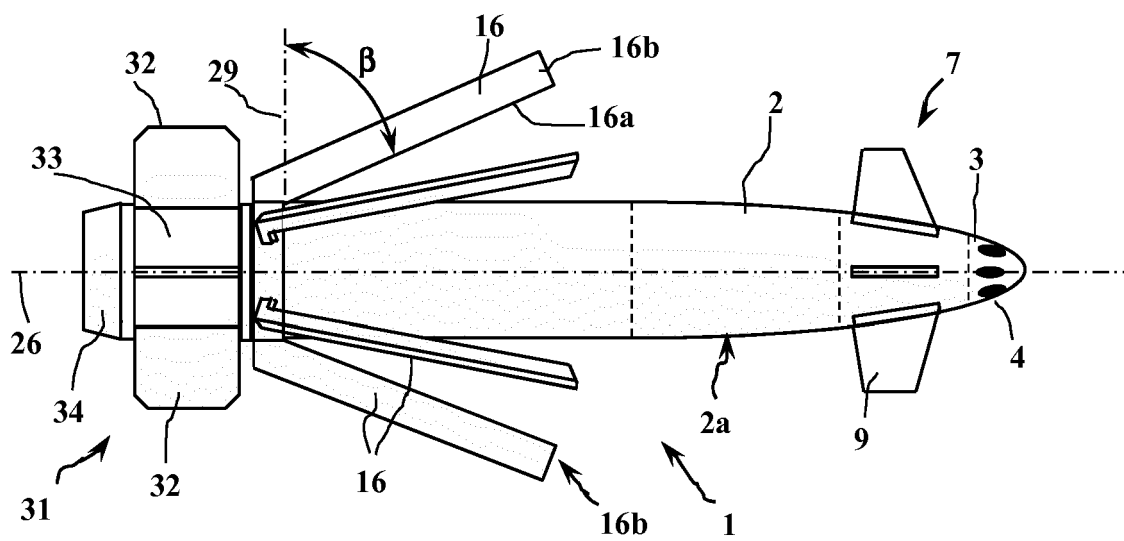


Fig. 11



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 16 19 0582

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
Y	EP 0 905 473 A1 (GIAT IND SA [FR]) 31 mars 1999 (1999-03-31) * alinéas [0038] - [0048] * * figure 2 *	1,2,8-10	INV. F42B10/14
Y	US 8 894 004 B1 (SCOTT AARON MICHAEL [US] ET AL) 25 novembre 2014 (2014-11-25) * colonne 2, ligne 57 - colonne 8, ligne 12 * * figures 1-25 *	1,8-10	
Y	US 5 048 773 A (WASHINGTON WILLIAM D [US] ET AL) 17 septembre 1991 (1991-09-17) * colonne 2, lignes 21-64 * * figures 4,5 *	2	
A	US 2010/264260 A1 (HAMMERQUIST ROBERT E [US]) 21 octobre 2010 (2010-10-21) * abrégé * * alinéa [0048] * * figure 1 *	1-10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			F42B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		5 décembre 2016	Menier, Renan
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 16 19 0582

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

05-12-2016

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0905473 A1	31-03-1999	DE 69811170 D1	13-03-2003
		DE 69811170 T2	24-07-2003
		EP 0905473 A1	31-03-1999
		FR 2768809 A1	26-03-1999
		US 6234082 B1	22-05-2001

US 8894004 B1	25-11-2014	AUCUN	

US 5048773 A	17-09-1991	AUCUN	

US 2010264260 A1	21-10-2010	AUCUN	

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

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

- EP 905473 A [0009] [0038] [0074]
- EP 0905473 A [0015]
- US 8894004 B [0017]
- FR 2949848 [0036]
- EP 1524488 A [0048] [0105]
- EP 1798513 A [0056] [0077]