



(12)

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:  
**29.09.2004 Bulletin 2004/40**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **F41H 11/02**

(21) Numéro de dépôt: **04290522.4**

(22) Date de dépôt: **26.02.2004**

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR**  
**HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**  
 Etats d'extension désignés:  
**AL HR LT LV MK**

(30) Priorité: 28.02.2003 FR 0302511  
28.02.2003 FR 0302512

(71) Demandeur: **GIAT INDUSTRIES**  
**78000 Versailles (FR)**

(72) Inventeurs:

- **Hossard, Michel**  
18000 Bourges (FR)
- **Renard, Francois-Xavier**  
65000 Tarbes (FR)
- **Bouchaud, Dominique**  
18000 Bourges (FR)

(74) Mandataire: **Célanie, Christian**  
**Cabinet Célanie,**  
**13 route de la Minière,**  
**BP 214**  
**78002 Versailles Cedex (FR)**

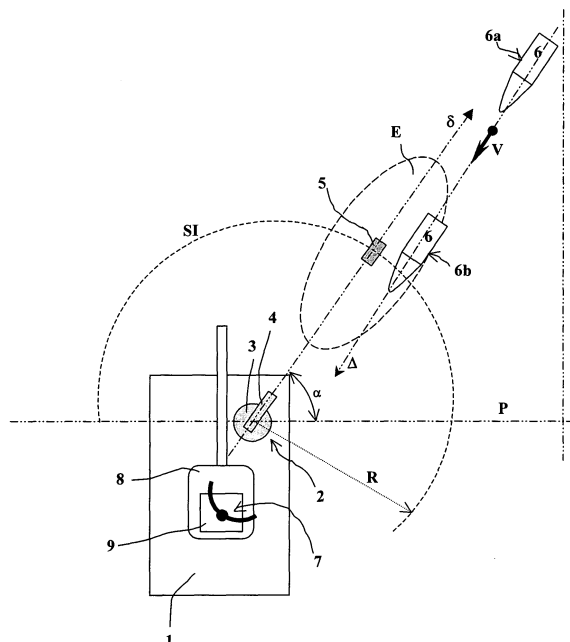
(54) **Procédé de défense d'un véhicule ou d'une structure contre une menace telle un projectile et dispositif de défense mettant en oeuvre ce procédé**

(57) L'invention a pour objet un procédé de défense d'un véhicule (1) ou d'une structure contre une menace telle un projectile (6). Ce procédé met en oeuvre des moyens de positionnement en site et/ou en gisement d'un tube (4) de lancement d'une munition de défense, moyens qui comprennent au moins un vérin pyrotechnique.

Selon ce procédé on détermine les angles de sites et de gisement à donner au tube de lancement de la munition de défense ainsi que les instants de déclenchement des moyens de positionnement et de tir,

on déclenche en séquence les moyens de positionnement du tube puis le tir de la munition,

on commande, avant ou après les moyens de positionnement, des moyens assurant le freinage et/ou l'arrêt des moyens de positionnement lorsqu'ils ont orienté le système de tir suivant les angles souhaités.



**Fig. 1**

## Description

**[0001]** Le domaine technique de l'invention est celui des procédés et des dispositifs permettant de défendre un véhicule ou une structure contre une menace telle un projectile (missile ou roquette).

**[0002]** On connaît par le brevet FR2809172 un dispositif de protection d'un véhicule mettant en oeuvre un tube lanceur d'un projectile. Le tube peut être orienté dans au moins un plan par un vérin pyrotechnique à simple ou double effet.

**[0003]** Ce vérin permet au dispositif d'avoir plusieurs directions de lancement possibles. Chaque direction de lancement correspond à une position du piston du vérin. Ainsi un vérin simple effet permet de donner au tube deux positions différentes : celle correspondant au vérin à l'état de repos et celle correspondant au vérin activé.

**[0004]** Un vérin à double effet permet de donner au tube trois positions différentes: celle correspondant au vérin à l'état de repos et les deux positions extrêmes correspondant aux initiations de chacune des deux charges pyrotechniques.

**[0005]** L'efficacité de ce dispositif est limitée car seules trois directions de tir sont possibles. Il est donc nécessaire de prévoir plusieurs dispositifs de lancement ayant des orientations différentes par rapport au véhicule.

**[0006]** On connaît par ailleurs par le brevet FR2722873 un dispositif de défense dans lequel une tourelle est orientée en site et en gisement par des moteurs électriques. Les moteurs sont asservis et permettent d'obtenir n'importe quelle orientation souhaitée pour la tourelle. Il est alors possible de lancer une munition de défense suivant la direction optimale permettant de contrer la menace.

**[0007]** Ce dispositif de défense est cependant lourd et encombrant et la puissance électrique qu'il requiert est également importante.

**[0008]** C'est le but de l'invention que de proposer un procédé de défense d'un véhicule ou d'une structure ne présentant pas de tels inconvénients.

**[0009]** Ainsi le procédé selon l'invention permet de lancer une munition de défense suivant la direction optimale tout en mettant en oeuvre au moins un actionneur pyrotechnique ce qui lui assure vitesse et puissance pour le positionnement.

**[0010]** Ainsi l'invention a pour objet un procédé de défense d'un véhicule ou d'une structure contre une menace telle un projectile, procédé mettant en oeuvre des moyens de positionnement en site et/ou en gisement d'au moins un tube de lancement d'une munition de défense, moyens qui comprennent au moins un vérin pyrotechnique, procédé dans lequel on détermine à l'aide de moyens de mesure et de calcul la vitesse et la direction de la menace, procédé caractérisé par les étapes suivantes :

on détermine, à partir de la vitesse et de la direction

de la menace, les angles de sites et de gisement à donner au tube de lancement de la munition de défense ainsi que l'instant auquel cette munition doit être éjectée hors du tube suivant cette direction, on déclenche en séquence les moyens de positionnement du tube puis le tir de la munition, on commande, avant ou après les moyens de positionnement, des moyens assurant le freinage et/ou l'arrêt des moyens de positionnement lorsqu'ils ont orienté le système de tir suivant les angles souhaités.

**[0011]** Selon un mode particulier de réalisation, au moins un moyen de positionnement est un vérin pyrotechnique à double effet incorporant deux charges pyrotechniques ayant un effet antagoniste reliées chacune à une chambre distincte, les deux chambres étant séparées par un piston mobile, le procédé est alors caractérisé en ce que, pour assurer le freinage d'au moins un moyen de positionnement, on commande successivement en séquence les deux charges pyrotechniques du vérin considéré de façon à assurer par l'action de la deuxième charge un freinage du déplacement du piston qui a été commandé par la première charge, l'intervalle de temps entre l'initiation de chaque charge étant choisi de façon à assurer le positionnement souhaité pour le piston.

**[0012]** Selon une variante du procédé, on pourra mesurer la pression dans la première chambre dans laquelle la première charge est initiée, on comparera cette pression à une valeur théorique mémorisée puis on corrigera l'intervalle de temps avant initiation de la deuxième charge et/ou on ouvrira un événement dans au moins une des chambres de façon à tenir compte de l'écart observé entre la pression théorique et la pression mesurée.

**[0013]** Ainsi, lorsque la pression mesurée dans la première chambre est inférieure à la pression théorique mémorisée on pourra retarder l'instant d'initiation de la deuxième charge et/ou on pourra ouvrir un événement dans la deuxième chambre.

**[0014]** Inversement, lorsque la pression mesurée dans la première chambre est supérieure à la pression théorique mémorisée on pourra anticiper l'instant d'initiation de la deuxième charge et/ou on pourra ouvrir un événement dans la première chambre.

**[0015]** On pourra également déterminer la position réelle du piston et utiliser cette mesure pour corriger l'instant d'initiation de la deuxième charge et/ou ouvrir un événement dans l'une ou l'autre des chambres.

**[0016]** L'invention a également pour objet un dispositif de défense mettant en oeuvre un tel procédé.

**[0017]** Ce dispositif permet la défense d'un véhicule ou d'une structure contre une menace telle un projectile. Il comprend des moyens de positionnement en site et/ou en gisement d'au moins un tube de lancement d'une munition de défense, moyens de positionnement qui comprennent au moins un vérin pyrotechnique, dispositif comprenant également des moyens de détection de

l'approche du projectile et des moyens de calcul permettant de déterminer les angles de site et de gisement à donner au tube de lancement de la munition de défense ainsi que l'instant auquel la munition doit être éjectée hors du tube suivant la direction de tir, dispositif caractérisé en ce qu'il comprend des moyens électroniques de commande assurant une initiation en séquence du ou des vérins pyrotechniques de positionnement puis du tir de la munition, ainsi que des moyens assurant le freinage et/ou l'arrêt des moyens de positionnement lorsqu'ils ont orienté le système de tir suivant les angles souhaités.

**[0018]** Selon un mode particulier de réalisation, les moyens de freinage et/ou d'arrêt des moyens de positionnement sont formés par des surfaces de butée déployables solidaires du corps du ou des vérins pyrotechniques, le déploiement des surfaces de butée étant commandé par les moyens électroniques de commande.

**[0019]** Avantageusement, le dispositif est caractérisé en ce que la munition de défense comporte une zone d'efficacité spatiale à une distance nominale d'emploi, et en ce que deux surfaces de butées consécutives portées par un corps de vérin sont séparées par une distance qui détermine un écart de positionnement angulaire pour le tube assurant un recouvrement des zones d'efficacité de la munition de défense pour les deux directions consécutives et à ladite distance nominale d'emploi.

**[0020]** Selon un autre mode de réalisation, un des moyens de positionnement en site et/ou en gisement comprend au moins un vérin pyrotechnique à double effet incorporant deux charges pyrotechniques ayant un effet antagoniste reliées chacune à une chambre distincte, les deux chambres étant séparées par un piston mobile, et les moyens électroniques de commande assurent une initiation en séquence des deux charges pyrotechniques du vérin considéré avec un intervalle de temps choisi de façon à assurer le freinage du piston et le positionnement souhaité en site et/ou en gisement.

**[0021]** Selon une variante de réalisation le dispositif de défense pourra comporter des moyens permettant de mesurer la pression dans les deux chambres d'un des vérins pyrotechniques, ces moyens étant reliés aux moyens électroniques de commande, ces derniers pouvant comparer la pression mesurée dans une première chambre avec au moins une valeur théorique de façon à corriger l'intervalle de temps avant initiation de la deuxième charge du vérin considéré.

**[0022]** Avantageusement, le dispositif pourra comporter des moyens permettant de déterminer la position réelle du piston du vérin pyrotechnique ou bien le positionnement en site ou en gisement donné par ce vérin, ces moyens étant reliés aux moyens électroniques de commande.

**[0023]** Selon une autre variante de l'invention, le dispositif pourra comporter au moins un événement pour chaque chambre, événement dont l'ouverture pourra être comman-

dée par les moyens électroniques de commande et permettra de mettre en communication ladite chambre avec l'extérieur.

**[0024]** Les moyens électroniques de commande pourront provoquer le tir de la munition à un instant tel que celle-ci sorte du tube sensiblement à l'instant où les angles de site et gisement sont obtenus. 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 un schéma en vue de dessus représentant l'engagement par un dispositif selon l'invention d'un projectile menaçant un véhicule,
- la figure 2 est un logigramme montrant la succession des étapes dans un premier mode de réalisation d'un dispositif de défense selon l'invention,
- la figure 3 est une vue en coupe d'un mode de réalisation d'un actionneur pyrotechnique mis en oeuvre dans un dispositif de défense selon l'invention,
- les figures 4a et 4b sont des coupes transversales de cet actionneur, coupes réalisées au niveau d'un moyen d'arrêt suivant le plan dont la trace AA est représentée à la figure 3, la figure 4a montre le moyen d'arrêt au repos et la figure 4b à l'état activé,
- la figure 5 est analogue à la figure 1 et montre le recouvrement des zones d'efficacité pour deux positions successives de l'actionneur en gisement.
- les figures 6a et 6b sont des vues en coupe d'un autre mode de réalisation d'un actionneur pyrotechnique mis en oeuvre dans un dispositif de défense selon l'invention, la figure 6a montrant un moyen d'arrêt au repos et la figure 6b un moyen d'arrêt activé.
- la figure 7 est une vue schématique en coupe d'un dispositif de défense selon l'invention,
- la figure 8 est une vue schématique en coupe d'un autre mode de réalisation d'un dispositif de défense selon l'invention,
- la figure 9 est une vue en coupe longitudinale d'un autre mode de réalisation d'un vérin pyrotechnique mis en oeuvre dans un dispositif de défense selon l'invention,
- la figure 10 est un exemple de courbes représentant l'évolution des pressions dans les chambres d'un tel vérin ainsi que la course de vérin obtenue,
- la figure 11 est un exemple de courbe montrant l'intervalle de temps entre l'initiation de deux générateurs pyrotechniques d'un vérin en fonction de la course souhaitée,
- la figure 12 est une vue en coupe d'un autre mode de réalisation d'un vérin mis en oeuvre dans un dispositif de défense selon l'invention,
- la figure 13 est un logigramme montrant la succession des étapes dans un dispositif de défense selon un deuxième mode de réalisation de l'invention.

**[0025]** La figure 1 montre en vue de dessus un véhicule 1 tel un char de combat qui porte au niveau de son glacis avant un dispositif de défense 2 selon l'invention. Ce dispositif comprend une petite tourelle 3 qui porte un tube 4 permettant le tir d'une munition 5 de défense.

**[0026]** Ce tube 4 est orientable en site et en gisement. L'angle  $\alpha$  représenté sur la figure entre la direction  $\delta$  de l'axe du tube 4 et un plan vertical P est l'angle de gisement. Cet angle est obtenu par une rotation de la tourelle 3 par rapport au véhicule 1.

**[0027]** L'angle de site n'est pas représenté ici. Cet angle est celui fait par la direction  $\delta$  du tube 4 avec un plan horizontal.

**[0028]** Le positionnement en site et en gisement est obtenu par des vérins pyrotechniques (non visibles sur cette figure).

**[0029]** Le dispositif 2 permet de défendre le véhicule 1 contre une menace qui est un projectile 6 (missile ou roquette). On a représenté ici deux positions successives du projectile repérées 6a et 6b.

**[0030]** Le véhicule comporte des moyens de mesure et de calcul permettant de déterminer la vitesse V ainsi que la direction  $\Delta$  de la menace 6.

**[0031]** Ces moyens comprennent une conduite de tir 9 associée par exemple à un radar de poursuite 7 qui est porté par la tourelle 8 du véhicule 1.

**[0032]** D'une façon classique et compte tenu des caractéristiques de la munition de défense, la conduite de tir détermine dans l'espace la direction  $\delta$  qui est la direction optimale de tir de cette munition 5 pour qu'elle puisse contrer la menace 6.

**[0033]** La munition 5 pourra être une munition engendrant une gerbe d'éclats (focalisés suivant un secteur ou non) ou bien une munition engendrant un effet de souffle.

**[0034]** Cette munition possède un volume d'efficacité E qui est ici représenté avec une forme sensiblement elliptique. Ce volume est celui à l'intérieur duquel la probabilité de destruction et/ou de déstabilisation de la menace 6 par la munition 5 est égale à 1.

**[0035]** La conduite de tir calcule également l'instant auquel cette munition doit être éjectée hors du tube 4 suivant cette direction  $\delta$ . Cet instant est calculé à partir de la vitesse V du projectile 6 détecté et de la vitesse v (connue) de la munition de défense 5. Il est également calculé en tenant compte du volume d'efficacité et du fait que l'interception doit intervenir au niveau d'une sphère d'interception SI centrée sur la tourelle de défense 3 et de rayon R. Ce rayon est fixé à la conception du système de façon à minimiser les effets sur le véhicule 1 (cette sphère a un rayon compris entre 5 et 10 m).

**[0036]** La direction optimale  $\delta$  est donc celle qui permet d'englober le projectile/menace 6 dans le volume d'efficacité E de la munition de défense 5 lorsque ce projectile arrive au niveau de la sphère d'interception SI.

**[0037]** La conduite de tir détermine donc les angles de sites et de gisement à donner au tube de lancement 4 de la munition de défense pour que l'axe de celui ci

soit confondu avec la direction  $\delta$ .

**[0038]** La connaissance de l'instant ( $T_R$ ) auquel la munition de défense 5 doit être éjectée hors du tube 4 et celle des caractéristiques dynamiques des moyens de positionnement en site et/ou gisement (inertie des pièces mobiles de la tourelle 3, accélérations communiquées par les actionneurs, temps de réponse des moyens d'initiation des actionneurs pyrotechniques) permettent de déterminer un premier instant ( $T_G$  et/ou  $T_S$ ) auquel le ou les moyens de positionnement en site (instant  $T_S$ ) ou en gisement (instant  $T_G$ ) doivent être commandés.

**[0039]** Par ailleurs la connaissance de l'instant ( $T_R$ ) auquel la munition de défense 5 doit être éjectée hors du tube 4 permet de déterminer un deuxième instant ( $T_T$ ) auquel la charge propulsive de la munition 5 doit être mise à feu. Cette donnée est propre au dispositif de défense développé et elle dépend des caractéristiques des moyens propulsifs (pression et vitesse communiquée à la munition, temps de réponse des moyens d'allumage de la charge propulsive).

**[0040]** Le logigramme de la figure 2 montre la succession des étapes du procédé selon un premier mode de réalisation de l'invention.

**[0041]** Le bloc C1 correspond à la fourniture par la conduite de tir des consignes de positionnement du tube en site (S) et en gisement (G) ainsi que de l'instant ( $T_R$ ) auquel la munition doit quitter le tube de lancement pour contrer la menace 6 au niveau de la sphère d'interception SI.

**[0042]** Un moyen électronique de commande intégré au dispositif de défense (ou la conduite de tir) calcule alors (bloc C2) l'instant ( $T_T$ ) auquel le tir de la munition doit être commandé pour que sa sortie du tube intervienne à l'instant  $T_R$ . Cet instant correspond à l'instant de sortie de la munition 5 ( $T_R$ ) diminué de l'étape d'allumage de la charge propulsive de celle ci et de l'étape de balistique intérieure de la munition dans le tube 4.

**[0043]** Le moyen de commande calcule également (bloc C3) l'instant d'initiation ( $T_S$ ) de la charge pyrotechnique du vérin de positionnement en site.

**[0044]** Il calcule aussi (bloc C4) l'instant d'initiation ( $T_G$ ) de la charge pyrotechnique du vérin de positionnement en gisement. Tous les calculs seront effectués simultanément.

**[0045]** Le moyen de commande provoque ensuite séquentiellement les différentes initiations des charges pyrotechniques des vérins ainsi que le tir suivant la séquence temporelle ainsi calculée.

**[0046]** Bloc A1 : déclenchement du positionnement en gisement ( $T_G$ ), bloc A2 déclenchement du positionnement en site ( $T_S$ ), bloc A3 déclenchement du tir ( $T_T$ ). L'ordre relatif des déclenchements A1 et A2 dépendra des angles de consignes donnés en site et en gisement.

**[0047]** Sur la figure 2 on considère que l'ordre relatif au positionnement en gisement intervient le premier. C'est bien entendu le ralliement le plus long qui est déclenché en premier. L'objectif étant un ralliement en site

et en gisement simultané à l'instant  $T_R$ .

**[0048]** La ligne L figure la simultanéité à l'instant prévu  $T_R$  des positionnements en site, en gisement et de la sortie de la munition hors du tube.

**[0049]** Ainsi la munition 5 sort du tube de lancement 4 lorsque les moyens de positionnement ont orienté le système de tir suivant les angles souhaités.

**[0050]** Le procédé selon l'invention prévoit ainsi un simple déclenchement en séquence des moyens de positionnement du tube puis du tir de la munition.

**[0051]** Par ailleurs on commandera des moyens assurant le freinage et/ou l'arrêt des moyens de positionnement lorsqu'ils ont orienté le système de tir suivant les angles souhaités. Les blocs A4 et A5 symbolisent ces commandes  $F_G$  (freinage/arrêt du positionnement en gisement) et FS (freinage/arrêt du positionnement en site).

**[0052]** On minimise ainsi les perturbations mécaniques apportées à la munition 5 par les mouvements du tube de lancement 4.

**[0053]** Les moyens de positionnement mettent en oeuvre un ou plusieurs actionneurs ou vérins pyrotechniques. Ces actionneurs comme décrits par FR2809172 comprennent un piston qui coulisse dans un cylindre. Le déplacement du piston est provoqué par les gaz d'une composition pyrotechnique, telle une poudre propulsive.

**[0054]** Pour commander le freinage d'un tel actionneur pyrotechnique on pourra par exemple provoquer une déformation localisée du cylindre, déformation empêchant le piston de dépasser un certain point.

**[0055]** Suivant la structure des moyens de freinage/arrêt utilisés, on pourra commander ces moyens en même temps que les moyens de positionnement ou bien après.

**[0056]** Les figures 3,4a,4b montrent un exemple de réalisation d'un actionneur pyrotechnique linéaire 10 à double effet (vérin pyrotechnique) incorporant des moyens assurant l'arrêt de l'actionneur, moyens qui seront avantageusement commandés avant ou en même temps que les moyens de positionnement.

**[0057]** Cet actionneur comprend un étui cylindrique 11 d'axe 13 qui est obturé à chaque extrémité par un couvercle 12a, 12b. Cet étui renferme cinq bagues 14a, 14b, 14c, 14d et 14e qui délimitent un logement interne cylindrique 15 partagé en deux chambres 16a et 16b par un piston 17 solidaire d'une tige 18.

**[0058]** L'étui 11 et les bagues 14 forment le corps du vérin. Les bagues permettent de positionner et caler des moyens de freinage/arrêt 23a,23b,23c et 23d. L'étui 11 assure la cohésion du corps de vérin.

**[0059]** Le piston est représenté ici dans la position initiale du vérin, position dans laquelle la tige 18 est rendue solidaire du vérin par une goupille radiale cisailable 19 disposée entre la tige 18 et le couvercle 12b.

**[0060]** Des moyens d'étanchéité aux gaz, tels des joints annulaires non représentés, sont interposés entre le piston 17 et le logement 15.

**[0061]** Chaque chambre 16a, 16b peut être pressurisée par une charge pyrotechnique génératrice de gaz 20a, 20b. Ces charges sont disposées au niveau des couvercles 12a, 12b qui assurent la fermeture de l'étui 11, couvercles qui sont traversés par la tige 18. Des joints d'étanchéité aux gaz sont prévus entre les couvercles et la tige 18.

**[0062]** Les charges pyrotechniques 20a, 20b sont constituées par exemple par 2 à 3 grammes de poudre propulsive simple base. Chaque composition peut être initiée par un inflammateur (non représenté) qui est relié par des conducteurs 21a,21b à des moyens électroniques de commande 22.

**[0063]** L'initiation de la charge 20a provoquera la rupture de la goupille 19 et le déplacement du piston 17 dans la direction D2 jusqu'à sa mise en butée contre le couvercle 12b.

**[0064]** Alternativement, l'initiation de la charge 20b provoque elle aussi la rupture de la goupille 19 et le déplacement du piston 17 dans la direction D1 jusqu'à sa mise en butée contre le couvercle 12a.

**[0065]** Conformément à l'invention ce vérin incorpore des moyens de freinage et/ou d'arrêt de son piston qui sont formés par des surfaces de butée déployables 23a, 23b, 23c et 23d solidaires du corps du vérin. Ces surfaces de butées sont plus particulièrement visibles à la figure 4a. Elles comprennent deux portions de rondelles circulaires 24 et 25 qui se logent dans une rainure cylindrique 26 aménagée entre deux bagues consécutives 14c et 14d.

**[0066]** Ces portions de rondelles sont fixées à leurs extrémités à deux actionneurs piézoélectriques 27, 28. Les actionneurs 27, 28 de chaque butée 23 sont reliés par paire aux moyens électroniques de commande 22. Un logement (non représenté) partagé entre chaque bague 14 permet de recevoir chaque actionneur 27 ou 28. Les actionneurs sont choisis de telle sorte que lorsqu'ils sont alimentés en courant électrique ils se raccourcissent et rapprochent ainsi les deux portions de rondelle 24,25 de l'axe 13 du corps de vérin.

**[0067]** Lorsque le moyen de freinage est au repos (figure 4a) les portions de rondelle 24 et 25 sont totalement à l'intérieur de la rainure 26 et elles ne gênent pas le passage du piston 17 dans le logement 15.

**[0068]** Lorsque le moyen de freinage est activé (figure 4b) les portions de rondelle 24 et 25 sortent du logement 15 et apparaissent en saillie à l'intérieur de celui ci. Elles forment alors une surface de butée qui stoppe le vérin 17 au niveau de la rainure 26 considérée.

**[0069]** Les rondelles ont une épaisseur de l'ordre de 3 mm elles sont dimensionnées radialement de telle sorte qu'elles soient, en position activée, en contact avec la rainure 26 avec une surface de contact suffisante pour assurer l'arrêt du piston.

**[0070]** La course radiale des rondelles est de l'ordre du millimètre et le temps de réponse des actionneurs piézoélectriques connus permet d'assurer le déploiement des rondelles avant que le vérin n'ait parcouru la

course qui le sépare de la rondelle.

**[0071]** L'exemple représenté à la figure 3 comprend quatre moyens de freinage. Le vérin comporte ainsi (avec la position médiane et les deux positions de butée contre les couvercles) sept positions différentes pour sa

**[0072]** Lorsque la conduite de tir a déterminé les angles de site et de gisement à rallier par le dispositif de défense, elle commande immédiatement le positionnement des moyens de freinage assurant l'angle souhaité (ou l'angle le plus proche de l'angle souhaité).

**[0073]** Avantagusement on définira les vérins de positionnement de telle sorte que deux surfaces de butées consécutives portées par le corps de vérin soient séparées par une distance qui détermine pour le tube 4 un écart de positionnement angulaire assurant un recouvrement des zones d'efficacité de la munition de défense 5.

**[0074]** Comme cela est plus particulièrement visible à la figure 5, le vérin (non représenté) assurant le positionnement en gisement du tube 4 présente deux positions de butées consécutives déterminant les directions  $\delta 1$  et  $\delta 2$  qui font respectivement les angles  $\alpha 1$  et  $\alpha 2$  avec le plan P. Ces directions sont suffisamment proches l'une de l'autre pour que, au niveau de la sphère d'interception SI, les zones d'efficacité E1 et E2 se recouvrent.

**[0075]** Ainsi, pour toute direction d'approche de la menace amenant celle ci entre les directions  $\delta 1$  et  $\delta 2$ , on est assuré d'une destruction ou perturbation optimale de la menace.

**[0076]** La conduite de tir pourra alors choisir par exemple la direction  $\delta 2$  si la direction théorique calculée pour le pointage du tube 4 est comprise entre  $\delta 1$  et  $\delta 2$ .

**[0077]** Les positions de butées pour le vérin de positionnement en site sont définies d'une façon analogue.

**[0078]** Dans tous les cas on est ainsi assuré d'obtenir une défense efficace quel que soit l'angle d'attaque même si le nombre de positions de pointage possibles est limité.

**[0079]** Les figures 6a et 6b montrent un autre mode de réalisation d'un vérin de positionnement selon l'invention.

**[0080]** Ce mode diffère du précédent en ce que le vérin 10 permet de commander directement un mouvement rotatif.

**[0081]** A cet effet le piston 17 est sous la forme d'un volet qui est solidaire d'un axe 29 susceptible d'un mouvement de rotation par rapport au corps 30 du vérin. Une extrémité du volet 17 qui porte un joint d'étanchéité 48 est en contact avec une paroi cylindrique interne 31 du corps 30 (voir figure 6b). Une goupille cisailable 32 est interposée entre l'axe 29 et le corps 30. Elle assure la solidarisation du volet 17 et du corps 30 dans la position de repos du vérin.

**[0082]** L'axe 29 traverse le corps 30 et il est monté

pivotant par rapport au corps sur des paliers (non représentés).

**[0083]** Le corps 30 délimite un logement interne qui a la forme d'un secteur cylindrique d'axe confondu avec celui de l'axe tournant 29.

**[0084]** Dans sa position de repos, le volet 17 se trouve dans une position médiane qui sépare le logement du corps 30 en deux chambres 16a, 16b de volume sensiblement égal et ayant chacune la forme d'un secteur cylindrique.

**[0085]** Par ailleurs le corps porte deux charges pyrotechniques 20a et 20b, chaque charge étant reliée à une des chambres 16a, 16b.

**[0086]** Suivant la charge 20a ou 20b qui est initiée par les moyens électroniques de commande 22 le volet 17 se déplace dans l'un ou l'autre sens (R1 ou R2). Ce mode de réalisation permet donc de commander un pivotement de l'axe 29 qui est compris entre  $-90^\circ$  et  $+90^\circ$  par rapport à une position initiale médiane du volet.

**[0087]** Il est bien entendu possible de donner au volet 17 une position initiale qui n'est pas la position médiane. Une telle disposition permettra de donner au vérin 10 une capacité de positionnement angulaire qui sera plus importante dans un sens de rotation que dans l'autre.

**[0088]** Les volumes initiaux des deux chambres 16a et 16b seront alors différents. On pourra donc dans ce cas prévoir des charges pyrotechniques différentes pour l'une et l'autre chambre du vérin, par exemple des masses de composition pyrotechnique différentes.

**[0089]** Lorsqu'une charge 20a ou 20b est initiée, la pression des gaz augmente fortement dans le volume 16a ou 16b. La goupille 32 est cisailée et le volet se déplace dans la direction R1 ou R2.

**[0090]** Le volet entraîne l'axe 29. La rotation peut ainsi être comprise entre  $-90^\circ$  et  $+90^\circ$ .

**[0091]** Ce vérin porte des moyens de freinage et/ou d'arrêt de son volet 17 qui sont formés par des surfaces de butée déployables 23a, 23b, 23c et 23d solidaires du corps 30 du vérin.

**[0092]** Chaque surface de butée comprend un coin 33 monté pivotant par rapport à un axe 34 solidaire du corps 30.

**[0093]** Le coin s'étend sur toute la hauteur de la chambre 16a ou 16b. Il peut pivoter par l'action d'un actionneur piézoélectrique 35, incorporé dans la paroi 30 du vérin, et qui est relié aux moyens électroniques de commande 22 par une liaison 36.

**[0094]** La figure 6a montre toutes les surfaces de butées dans leur position de repos.

**[0095]** Dans cette position elles ne sont pas saillantes par rapport à la surface interne 31 du corps 30 et ne gênent pas le déplacement du volet 17.

**[0096]** La figure 6b montre le coin 33 de la butée 23a en position déployée. Poussé par l'actionneur piézoélectrique 35 le coin est saillant par rapport à la surface interne 31 du corps et arrête le volet 17.

**[0097]** La surface de contact de chaque butée sera choisie suffisante pour assurer l'arrêt du volet. Il suffit

pour cela de donner au coin 33 une hauteur de l'ordre de 1 à 2 mm.

**[0098]** Comme dans le mode de réalisation précédent on pourra prévoir un nombre de surfaces de butées différent.

**[0099]** On adoptera de préférence un nombre de surfaces de butée tel que deux positions de butées consécutives déterminent des directions suffisamment proches l'une de l'autre pour que, au niveau de la sphère d'interception SI, les zones d'efficacité E1 et E2 de la munition de défense se recouvrent pour deux directions  $\delta 1$ ,  $\delta 2$  de l'axe du tube 4 (voir la figure 5).

**[0100]** La figure 7 montre un premier exemple d'une tourelle 3 de lancement d'une munition de défense 5. Cette tourelle comprend un plateau tournant 37 qui est solidaire d'un axe vertical 29 et peut donc pivoter par rapport à un support fixe 38 qui est par exemple lié à un véhicule (non représenté).

**[0101]** Le pivotement de l'axe 29 se fait grâce à des paliers 41. Ce pivotement du plateau assure le positionnement en gisement du tube 4.

**[0102]** Le plateau 37 porte le tube 4 qui est solidaire d'une embase 40 pouvant pivoter par rapport au plateau 37 autour d'un axe 39.

**[0103]** L'axe 29 est solidaire d'un volet 17b d'un vérin pivotant 10b tel que décrit précédemment en référence aux figures 6a,6b. Le corps 30 du vérin est par ailleurs rendu solidaire du support 38 par un moyen de liaison (non représenté) tel des vis ou des pattes de fixation. Le vérin 10b assure le positionnement en gisement du tube lanceur 4 par rapport au support 38.

**[0104]** Par ailleurs le tube 4 peut pivoter par rapport au plateau 37 autour de l'axe 39 qui est perpendiculaire à l'axe vertical 29.

**[0105]** Un vérin pyrotechnique linéaire 10a tel que décrit précédemment en référence aux figures 3 et 4 est monté de façon articulée entre le plateau 37 et l'embase 40.

**[0106]** Le corps du vérin est articulé sur une patte 42 solidaire du plateau 37. L'extrémité de la tige 18 du vérin est articulée sur une autre patte 43, solidaire de l'embase 40.

**[0107]** Le vérin 10a permet de commander le positionnement en site du tube 4 par rapport au plateau 37 et au support 38.

**[0108]** Ce vérin est à double effet. Il comporte deux charges pyrotechniques 20a et 20b, reliées aux moyens électroniques de commande 22, et qui permettent de commander la sortie de la tige 18 ou bien son entrée dans le corps de vérin. Le pointage peut ainsi être réalisé avec des angles de site positifs ou négatifs.

**[0109]** La munition 5 est expulsée hors du tube 4 par une charge propulsive 44 qui est allumée par un inflammateur 45. Ce dernier est initié par un contact 46 qui est relié par une liaison filaire non représentée aux moyens électroniques de commande 22 qui sont ici logés dans le support 38.

**[0110]** Le tube 4 est ici représenté comme un tube fer-

mé à sa partie arrière et la charge 44 expulse la munition hors du tube par effet canon. Il est bien entendu possible de prévoir une charge propulsive sous la forme d'un propulseur solidaire de la munition. Dans ce cas le tube 4 sera ouvert à sa partie arrière ce qui permettra de réduire le recul subi par le support 38.

**[0111]** Les moyens électroniques de commande 22 assurent le tir de la munition de défense ainsi que l'initiation des différentes charges pyrotechniques des vérins 10a et 10b. Ils assurent aussi le déploiement des moyens de freinage et/ou d'arrêt du piston de chaque vérin.

**[0112]** Suivant les modes de réalisation précédemment décrits, les moyens de freinage seront de préférence déployés dès la détermination des angles de site et gisement souhaités.

**[0113]** L'initiation des charges pyrotechniques des différents vérins sera par contre initiée suivant une séquence de fonctionnement telle que les positionnements en site et en gisement interviennent sensiblement au même moment.

**[0114]** Ce fonctionnement a été décrit précédemment en référence à la figure 2.

**[0115]** La figure 8 diffère de la figure 7 en ce que le vérin linéaire 10a est remplacé par un deuxième vérin pivotant 10c. Le corps 30c de ce vérin est solidaire d'un étrier 47 solidaire de l'extrémité de l'axe vertical 29 tandis que le volet 17c de ce vérin est solidaire de l'axe 39. Cet axe est solidaire de l'embase 40 portant le tube 4. Ainsi le deuxième vérin 10c assure le positionnement en site du tube 4.

**[0116]** Ce mode de réalisation permet avec deux vérins de structure identique et compacts d'assurer un pivotement en site et gisement du système suivant des angles de débattement importants (supérieurs à 90°). Le temps de réponse est très faible (de l'ordre de la centaine de millisecondes) et l'énergie développée par les compositions pyrotechniques est suffisante pour assurer l'entraînement des pièces mobiles et lourdes dans les délais souhaités (masse de l'ordre de 50 kg).

**[0117]** A titre de variante on pourra définir des vérins linéaires ou rotatifs et dans lesquels les moyens de freinage ou blocage seront déployés après initiation de la charge pyrotechnique du vérin.

**[0118]** On pourra ainsi concevoir un vérin dans lequel le moyen de freinage sera intégré au corps du piston ou du volet mobile. Ce moyen de freinage pourra par exemple être constitué par un patin entre piston et corps de vérin, patin qui sera déployable par un actionneur piézoélectrique ou bien par un initiateur pyrotechnique.

**[0119]** On pourra également assurer le freinage du vérin par une initiation différée de la deuxième charge pyrotechnique du vérin considéré. La contre pression engendrée par cette deuxième charge assurera un freinage du piston du vérin. L'intervalle de temps entre l'initiation de la première et de la deuxième charge d'un vérin donné permettra de modifier la course maximale obtenue avec ce vérin.

**[0120]** On pourra alors avantageusement prévoir des moyens permettant de contrôler la position réelle du piston.

**[0121]** Ces moyens comprendront par exemple des moyens de mesure de la position réelle du piston et/ou des moyens de mesure de la pression réelle des gaz dans les chambres. Les moyens électroniques de commande incorporeront alors un asservissement rustique utilisant ces informations de position du piston et/ou de pression dans les chambres pour corriger le positionnement du piston.

**[0122]** Pour corriger (dans une certaine mesure) la position réelle du piston il est possible de modifier l'intervalle de temps séparant l'initiation des deux charges. On peut également modifier les pressions dans les chambres en ouvrant ou fermant des événements faisant communiquer chaque chambre du piston avec l'extérieur.

**[0123]** Ce deuxième mode de réalisation du dispositif et du procédé selon l'invention va être décrit en référence aux figures 9 à 13.

**[0124]** La figure 9 montre ainsi un exemple de réalisation d'un actionneur ou vérin pyrotechnique 10 incorporant un tel moyen de freinage pyrotechnique.

**[0125]** Ce vérin permet de commander directement un mouvement rotatif. A cet effet il comporte un piston qui a la forme d'un volet 17 solidaire d'un axe 29 susceptible d'un mouvement de rotation par rapport à un corps 30.

**[0126]** Une extrémité du volet 17 qui porte un joint d'étanchéité 48 est en contact avec une paroi cylindrique interne 31 du corps 30. Une goupille cisailable 32 est interposée entre l'axe 29 et le corps 30. Elle assure la solidarisation du volet 17 et du corps 30 dans la position de repos du vérin.

**[0127]** L'axe 29 traverse le corps 30 et il est monté pivotant par rapport au corps sur des paliers (non représentés).

**[0128]** Le corps 30 délimite un logement interne qui a la forme d'un secteur cylindrique d'axe confondu avec celui de l'axe tournant 29.

**[0129]** Dans sa position de repos, le volet 17 se trouve dans une position médiane qui sépare le logement du corps 30 en deux chambres 16a, 16b de volume sensiblement égal et ayant chacune la forme d'un secteur cylindrique.

**[0130]** Par ailleurs le corps porte deux charges pyrotechniques 20a et 20b, chaque charge est reliée à une des chambres 16a, 16b et permet de pressuriser celle-ci.

**[0131]** Les charges pyrotechniques 20a, 20b sont constituées par exemple par une composition génératrice de gaz, telle 2 à 3 grammes d'une poudre propulsive simple base. Chaque composition peut être initiée par un inflammateur (non représenté) qui est relié par des conducteurs 21a, 21b à des moyens électroniques de commande 22.

**[0132]** Suivant la charge 20a ou 20b qui est initiée par un dispositif électronique d'allumage, incorporé aux

moyens électroniques de commande 22, le volet 17 se déplace dans l'un ou l'autre sens (R1 ou R2). Cet actionneur permet donc de commander un pivotement de l'axe 29 qui est compris entre - 90° et +90° par rapport à une position initiale médiane du volet.

**[0133]** L'initiation de la charge 20a provoque la rupture de la goupille 32 et la rotation du volet 17 dans le sens R2 jusqu'à sa mise en butée contre le corps 30.

**[0134]** Alternativement, l'initiation de la charge 20b provoque elle aussi la rupture de la goupille 32 et la rotation du volet 17 dans le sens R1 jusqu'à sa mise en butée contre le corps 30.

**[0135]** Conformément à l'invention les moyens électroniques de commande 22 incorporent un calculateur 120 ainsi qu'au moins une mémoire ou registre 130.

**[0136]** Cette mémoire renferme sous forme numérique des courbes caractéristiques donnant la pression théorique dans chaque chambre en fonction du temps.

**[0137]** Le calculateur 120 est programmé de façon à pouvoir initier en séquence les deux charges pyrotechniques 20a et 20b.

**[0138]** Lorsque l'on initie ainsi une deuxième charge (par exemple 20b) après l'initiation d'une première charge (20a), une contre pression apparaît dans la deuxième chambre 16b après l'apparition de la pression dans la première chambre 16a.

**[0139]** Cette contre pression entraîne un freinage du déplacement du volet 17.

**[0140]** Dans le cas simple décrit ici où les charges pyrotechniques 20a, 20b utilisées sont identiques pour chaque chambre et où les volumes initiaux des chambres 16a, 16b sont également égaux, le volet 17 va se positionner au bout d'un certain temps au niveau de sa position médiane initiale. En effet cette position correspond à l'équilibre entre les pressions dans les deux chambres.

**[0141]** Avant d'atteindre cette position d'équilibre la vitesse de rotation du volet va diminuer puis changer de sens. Il existe donc une position du volet pour laquelle la vitesse de celui-ci s'annule. Cette position va dépendre de l'intervalle de temps séparant l'initiation des deux charges pyrotechniques 20a et 20b.

**[0142]** Si cet intervalle de temps est bref, la course du volet sera réduite.

**[0143]** Si cet intervalle de temps est important la course du volet approchera de la course maximale possible.

**[0144]** Il est donc possible en jouant sur l'intervalle de temps séparant les initiations des deux charges de donner au volet 17 une course ou un angle de pivotement bien défini.

**[0145]** L'Homme du Métier établira aisément les abaques qui, pour une configuration de vérin donnée (composition et masse des charges pyrotechniques, inertie du volet ainsi que du mécanisme entraîné par celui-ci ...), permettront de définir la course obtenue en fonction de l'intervalle de temps séparant chaque initiation.

**[0146]** Ces abaques seront introduites dans la mémoire 130 ou dans un registre du calculateur 120. Ce



dernier commandera alors la séquence d'initiation appropriée en réponse à une consigne fournie par un utilisateur ou bien par un système ou automate de contrôle (par exemple au travers d'une interface de commande 140 ou bien une conduite de tir pour une application défense de véhicule).

**[0147]** A titre d'exemple, pour un vérin rotatif ayant un volume total des chambres de 450 cm<sup>3</sup>, et permettant un pivotement de +/-90° par rapport à la position initiale, chaque charge pyrotechnique étant constituée par 3 grammes de poudre simple base, la figure 10 montre les courbes :

P1 qui donne l'évolution de la pression en fonction du temps dans la première chambre où la charge pyrotechnique est initiée (pression en Méga Pascals),

P2 qui donne l'évolution de la pression en fonction du temps dans la deuxième chambre où la charge pyrotechnique est initiée (pression en Méga Pascals),

C qui donne le débattement angulaire du volet 17 en fonction du temps (angle en degrés).

**[0148]** La charge pyrotechnique de la deuxième chambre est ici initiée 20 millisecondes après la première charge. Il en résulte un débattement maximal de 90° qui intervient au bout du temps  $t = 40$  millisecondes environ.

**[0149]** La figure 11 est une abaque qui donne pour ce vérin la valeur de l'intervalle à programmer entre chaque initiation en fonction du débattement angulaire maximal souhaité.

**[0150]** Il est bien entendu possible de n'initier qu'une seule charge. On obtient alors d'une façon classique le débattement maximal possible (volet en butée contre le corps 30).

**[0151]** Il est bien entendu possible de donner au volet 17 une position initiale qui n'est pas la position médiane. Une telle disposition permettra de donner au vérin 10 une capacité de positionnement angulaire qui sera plus importante dans un sens de rotation que dans l'autre.

**[0152]** Les volumes initiaux des deux chambres 16a et 16b seront alors différents. On pourra donc dans ce cas prévoir des charges pyrotechniques différentes pour l'une et l'autre chambre du vérin, par exemple des masses de composition pyrotechnique différentes.

**[0153]** La figure 12 montre un autre mode de réalisation d'un actionneur pyrotechnique 10 à freinage pyrotechnique. Cet actionneur est réalisé ici sous la forme d'un vérin linéaire à double effet comportant un corps 30 cylindrique d'axe 13 délimitant un logement interne cylindrique partagé en deux chambres 16a, 16b par un piston 17 solidaire d'une tige 18.

**[0154]** Le piston est représenté ici dans la position initiale du vérin, position dans laquelle le piston est rendu solidaire du corps 30 par une goupille radiale cisailable 19 interposée entre la tige 18 et un couvercle d'extrémi-

té 12a. Des moyens d'étanchéité aux gaz tel des joints annulaires non représentés sont prévus entre le piston et le corps.

**[0155]** Chaque chambre 16a, 16b peut être pressurisée par une charge pyrotechnique génératrice de gaz 20a, 20b. Ces charges sont disposées au niveau des couvercles 12a, 12b assurant la fermeture du corps 30, couvercles qui sont traversés par la tige 18. Des joints d'étanchéité aux gaz sont prévus entre les couvercles et la tige 18.

**[0156]** L'initiation de la charge 20a provoque la rupture de la goupille 19 et le déplacement du piston 17 dans la direction D2 jusqu'à sa mise en butée contre le couvercle 12b.

**[0157]** Alternativement, l'initiation de la charge 20b provoque elle aussi la rupture de la goupille 19 et le déplacement du piston 17 dans la direction D1 jusqu'à sa mise en butée contre le couvercle 12a.

**[0158]** Là encore et conformément à l'invention les moyens électroniques de commande 22 incorporent un calculateur 120 ainsi qu'au moins une mémoire ou registre 130, et le calculateur 120 est programmé de façon à pouvoir initier en séquence les deux charges pyrotechniques 20a et 20b.

**[0159]** Cette initiation en séquence permet de freiner le déplacement du piston 17.

**[0160]** Celui ci va se positionner au bout d'un certain temps au niveau de sa position médiane initiale qui correspond dans l'exemple décrit ici à l'équilibre entre les pressions dans les deux chambres.

**[0161]** Avant d'atteindre cette position d'équilibre la vitesse du piston va diminuer puis changer de sens. Il existe donc une position du piston pour laquelle la vitesse de celui ci s'annule. Cette position va dépendre de l'intervalle de temps séparant l'initiation des deux charges pyrotechniques 20a et 20b.

**[0162]** Si cet intervalle de temps est bref, la course du piston sera réduite.

**[0163]** Si cet intervalle de temps est important la course du piston approchera de la course maximale possible.

**[0164]** Il est donc possible en jouant sur l'intervalle de temps séparant les initiations des deux charges de donner au piston 5 une course maximale bien définie.

**[0165]** Là encore il suffira à l'Homme du Métier d'établir les abaques qui, pour une configuration de vérin donnée (composition et masse des charges pyrotechniques, inertie du piston, de la tige ainsi que du mécanisme entraîné par la tige...), permettront de définir la course obtenue en fonction de l'intervalle de temps séparant chaque initiation.

**[0166]** Les actionneurs représentés aux figures 9 et 12 comportent également des moyens permettant de mesurer la pression dans les deux chambres 16a et 16b. Ces moyens sont constitués par des sondes de pression 150a, 150b.

**[0167]** Les sondes 150a, 150b sont raccordées à l'électronique de commande 22 par des liaisons 160a,

160b.

**[0168]** Dans le mode de réalisation de la figure 9, les sondes sont représentées fixées radialement dans la paroi cylindrique du corps 30. Elles pourraient bien entendu être portées par une paroi de fond du corps ou bien par une paroi de dessus (non représentée). Dans le mode de réalisation de la figure 12, les sondes sont fixées aux couvercles 12a et 12b.

**[0169]** Ainsi l'électronique de commande 22 peut contrôler la pression réelle qui règne dans chacune des chambres 16a, 16b et elle peut comparer cette pression à une valeur théorique qui figure en mémoire.

**[0170]** Il est alors possible de corriger l'intervalle de temps avant l'initiation de la deuxième charge de façon à tenir compte de l'écart de pression ainsi mesuré.

**[0171]** En effet des dispersions peuvent intervenir au niveau des pressions réelles, dispersions liées par exemple à la variation des caractéristiques des différentes charges pyrotechniques d'un lot de production, ou bien liées aux conditions de fonctionnement (température, pression atmosphérique).

**[0172]** S'il n'était pas tenu compte de ces dispersions il en résulterait un écart entre la consigne de positionnement de la tige du vérin et la position effectivement observée.

**[0173]** L'Homme du Métier établira aisément des abaques de correction permettant, pour une géométrie de vérin donnée et en fonction d'un écart de pression mesuré dans la première chambre, de déterminer l'avance ou le retard à apporter à l'instant d'initiation de la deuxième charge.

**[0174]** Lorsque la pression mesurée dans la première chambre est inférieure à la pression théorique mémorisée on retarde donc l'instant d'initiation de la deuxième charge.

**[0175]** Inversement lorsque la pression mesurée dans la première chambre est supérieure à la pression théorique mémorisée on anticipe l'instant d'initiation de la deuxième charge.

**[0176]** On réalise ainsi un asservissement rustique apportant une seule correction mais qui est suffisant si les valeurs des dispersions restent faibles.

**[0177]** Dans certains cas et notamment si les dispersions sont trop importantes (supérieures à 5% en valeur absolue) il sera nécessaire de prévoir d'autres moyens permettant de réguler le niveau de pression dans les chambres 16a et 16b.

**[0178]** On pourra comme les figures 9 et 12 le montrent également prévoir au moins un événement 170a, 170b dans chaque chambre. Ces événements permettent de mettre en communication la chambre (16a ou 16b) avec l'extérieur du corps du vérin.

**[0179]** Les événements représentés à la figure 9 sont portés par la paroi de fond du corps 30. Les événements représentés à la figure 12 sont fixés radialement au corps cylindrique 30.

**[0180]** L'ouverture des événements 170a, 170b est provoquée par les moyens électroniques de commande 22

auxquels ils sont raccordés par des liaisons 180a, 180b.

**[0181]** Les événements seront réalisés par exemple sous la forme de petites soupapes normalement fermées, comportant une tige qui assure la fermeture de la soupape et qui est solidaire d'un électro aimant.

**[0182]** Lorsque la pression mesurée dans la première chambre est supérieure à la pression théorique mémorisée on pourra alors commander l'ouverture de l'événement raccordé à la première chambre. On réduira ainsi la valeur de la pression dans la première chambre de façon à la ramener sensiblement à la valeur théorique. L'événement pourra alors être refermé.

**[0183]** Inversement lorsque la pression mesurée dans la première chambre est inférieure à la pression théorique mémorisée on pourra commander l'ouverture de l'événement raccordé à la deuxième chambre.

**[0184]** Cette variante de l'invention permet d'apporter successivement plusieurs corrections aux pressions dans les différentes chambres.

**[0185]** On pourra bien entendu combiner une correction au niveau de l'intervalle d'initiation entre les charges et une régulation de pression par l'intermédiaire du ou des événements.

**[0186]** Ce mode de réalisation permet ainsi d'assurer un asservissement permettant de pallier l'ensemble des dispersions du dispositif (dispersion sur les pressions dans les deux chambres mais aussi sur les retards entre les initiations).

**[0187]** Pour perfectionner cet asservissement on pourra également prévoir des moyens permettant de déterminer la position du piston ou du volet. De tels moyens sont bien connus. Ils peuvent être intégrés au vérin ou bien portés par la structure actionnée par le vérin. On pourra par exemple utiliser un codeur optique porté par l'axe rotatif 29 pour un vérin rotatif tel que représenté à la figure 9. On pourra pour un vérin linéaire tel que représenté à la figure 12 utiliser un capteur de position optique repérant l'extrémité de la tige du vérin.

**[0188]** Les moyens électroniques de commande utiliseront les informations relatives à la position réelle du vérin pour commander par exemple les événements et/ou modifier l'intervalle d'initiation entre les charges.

**[0189]** A titre de variante on pourra remplacer la goupille de verrouillage 19 du piston ou du volet par un dispositif réversible, par exemple un verrou poussé par un ressort et venant en appui sur un méplat. Une telle solution permet de réaliser un vérin pyrotechnique pouvant être réutilisé plusieurs fois. Il suffira, pour une nouvelle utilisation, de repositionner le volet ou le piston à sa position initiale verrouillée et de remplacer la ou les charges pyrotechniques génératrices de gaz qui ont été utilisées.

**[0190]** Différentes variantes sont possibles sans sortir du cadre de l'invention. On pourrait ainsi définir un vérin linéaire dont le piston ne se trouverait pas au repos en position médiane mais serait positionné plus ou moins près d'un des couvercles d'extrémité. Les volumes initiaux des deux chambres seraient alors différents.

**[0191]** On pourrait aussi définir un vérin dans lequel les charges pyrotechniques seraient différentes pour chaque chambre.

**[0192]** Dans tous les cas l'Homme du Métier établira lors de la conception du vérin les abaques nécessaires pour permettre la commande du positionnement souhaité.

**[0193]** Les actionneurs selon l'invention peuvent être utilisés dans différentes applications pour lesquelles il est nécessaire de donner très rapidement un mouvement d'amplitude donnée.

**[0194]** L'actionneur selon l'invention ne permet pas à lui seul d'assurer le maintien d'un organe dans une position donnée. Ce maintien pourra cependant être assuré par des moyens classiques non représentés et solidaires de l'organe commandé par le vérin (par exemple un cliquet de verrouillage).

**[0195]** Selon l'invention cet actionneur est particulièrement bien adapté à la mise en oeuvre d'un dispositif de défense d'un véhicule ou d'une structure contre une menace telle un projectile.

**[0196]** En effet il est nécessaire pour une telle application d'assurer le positionnement en site et/ou en gisement d'au moins un tube de lancement d'une munition dans un intervalle de temps très bref (de l'ordre de quelques dizaines de millisecondes).

**[0197]** L'énergie pyrotechnique mise en oeuvre dans les vérins est suffisante pour assurer le déplacement des inerties mécaniques de tels dispositifs de défense. Les vérins pyrotechniques permettent également d'assurer la vitesse de positionnement requise.

**[0198]** Le procédé selon ce deuxième mode de réalisation de l'invention permet en outre d'assurer la précision du positionnement en site et en gisement malgré l'absence de butée mécanique correspondant au positionnement souhaité.

**[0199]** Cette butée n'est pas nécessaire car il suffit d'assurer l'expulsion de la munition hors du tube lorsque ce dernier se trouve orienté suivant la direction souhaitée. En effet, la position souhaitée est celle à laquelle la vitesse du vérin est pratiquement nulle.

**[0200]** Le dispositif électronique de commande 22 pourra être programmé pour déclencher ce tir quelques instants avant l'arrivée du tube au positionnement angulaire en site et en gisement correct. Le déclenchement est provoqué avant l'arrivée à la position car la mise en pression de la charge propulsive de la munition de défense et son parcours dans le tube durent un certain temps (de l'ordre de 30 millisecondes). Il est donc nécessaire d'anticiper afin d'assurer la sortie de la munition hors du tube selon la bonne direction et avec le moins de perturbations latérales possibles (vitesse de positionnement des vérins sensiblement nulle).

**[0201]** Comme cela est par exemple visible sur la figure 10, cette vitesse évolue très faiblement sur une plage d'environ 8 millisecondes autour de la valeur de positionnement souhaitée. Lorsque la munition sort du tube dans cette position elle ne se trouve pratiquement

pas perturbée par les mouvements du tube.

**[0202]** Les actionneurs à freinage pyrotechnique pourront être mis en oeuvre dans des tourelles analogues à celles décrites précédemment en référence aux figures 7 et 8.

**[0203]** Comme cela a été décrit précédemment, ces tourelles sont destinées à assurer la défense d'un véhicule ou d'une structure contre une attaque par un missile ou une roquette. Il est essentiel qu'une telle tourelle puisse assurer un positionnement rapide et fiable du tube 4 suivant une direction déterminée lors de la détection de la menace par une conduite de tir.

**[0204]** Le délai de positionnement est généralement de l'ordre de la centaine de millisecondes.

**[0205]** Avec les vérins à freinage pyrotechnique, les deux charges pyrotechniques de chaque vérin seront initiées en séquence comme suite aux consignes de pointage en site et en gisement fournies par la conduite de tir (non représentée) qui est reliée aux moyens de commande 22 dont elle contrôle le fonctionnement. Bien entendu la conduite de tir et les moyens électroniques de commande 22 pourront former un seul ensemble.

**[0206]** Ainsi les moyens de commande assureront le freinage des pistons des vérins de façon à ce que la vitesse de ces pistons soit sensiblement nulle pour les valeurs de pointage souhaitées et communiquées par la conduite de tir.

**[0207]** Par ailleurs les moyens électroniques de commande 22 initieront la séquence de fonctionnement d'un vérin par rapport à l'autre de telle sorte que les positionnements en site et en gisement interviennent sensiblement au même moment.

**[0208]** Le logigramme de la figure 13 est analogue à celui décrit précédemment en référence à la figure 2. Il permet de mettre en évidence les différentes étapes du procédé et du dispositif selon le deuxième mode de réalisation de l'invention (mode incorporant un freinage pyrotechnique pour le ou les actionneurs).

**[0209]** Ce logigramme montre donc la succession des ordres engendrés par les moyens électronique de commande 22. Les écarts temporels entre chaque initiation dépendront des caractéristiques structurelles de la tourelle, des vérins et des tubes de lancement. L'Homme du Métier les déterminera aisément.

**[0210]** Le bloc C1 correspond là encore à la fourniture par la conduite de tir des consignes de positionnement du tube en site (S) et en gisement (G) ainsi que de l'instant ( $T_R$ ) auquel la munition de défense doit quitter le tube de lancement.

**[0211]** Les moyens de commande calculent alors (bloc C2) l'instant ( $T_T$ ) auquel le tir de la munition doit être commandé pour que sa sortie du tube intervienne à l'instant  $T_R$ . Cet instant correspond à l'instant de sortie de la munition ( $T_R$ ) diminué de l'étape d'allumage de la charge 44 et de l'étape de balistique intérieure de la munition dans le tube 4.

**[0212]** Les moyens de commande calculent égale-

ment (bloc C30) les instants d'initiation (Sa et Sb) des deux charges pyrotechniques du vérin de positionnement en site pour assurer une vitesse nulle en site à l'instant de sortie ( $T_R$ ).

**[0213]** Les moyens de commande 22 calculent aussi (bloc C40) les instants d'initiation (Ga et Gb) des deux charges pyrotechniques du vérin de positionnement en gisement pour assurer une vitesse nulle en gisement à l'instant de sortie ( $T_R$ ). Tous les calculs seront effectués simultanément.

**[0214]** Les moyens de commande provoquent ensuite séquentiellement les différentes initiations des charges pyrotechniques des vérins ainsi que le tir suivant la séquence temporelle ainsi calculée.

**[0215]** Bloc A10 : déclenchement du positionnement en gisement (Ga), bloc A20 déclenchement du positionnement en site (Sa), bloc A3 déclenchement du tir ( $T_T$ ). L'ordre relatif des déclenchements A10 et A20 dépendra des angles de consignes donnés en site et en gisement. Sur la figure on considère que l'ordre relatif au positionnement en gisement intervient le premier. C'est bien entendu le ralliement le plus long qui est déclenché en premier. L'objectif étant un ralliement en site et en gisement simultané à l'instant  $T_R$ .

**[0216]** Les moyens de commande assurent bien entendu le contrôle dès le tir des pressions effectivement obtenues dans les vérins et ils corrigent éventuellement (bloc A40 correction en gisement Cor G; bloc A50 correction en site Cor S) les instants de déclenchement des charges pyrotechniques de freinage (bloc A60 déclenchement du freinage en gisement Gb; bloc A70 déclenchement du freinage en site Sb) ou bien commandent les ouvertures des événements ( $E_G$ , ou  $E_S$ ).

**[0217]** La ligne L figure la simultanéité à l'instant prévu  $T_R$  des positionnements en site, en gisement et de la sortie de la munition hors du tube.

## Revendications

1. Procédé de défense d'un véhicule (1) ou d'une structure contre une menace telle un projectile (6), procédé mettant en oeuvre des moyens de positionnement en site et/ou en gisement d'au moins un tube (4) de lancement d'une munition (5) de défense, moyens qui comprennent au moins un vérin pyrotechnique, procédé dans lequel on détermine à l'aide de moyens de mesure et de calcul la vitesse (V) et la direction ( $\Delta$ ) de la menace, procédé **caractérisé par** les étapes suivantes :

on détermine, à partir de la vitesse et de la direction de la menace, les angles de site et de gisement ( $\alpha$ ) à donner au tube de lancement de la munition de défense ainsi que l'instant auquel cette munition doit être éjectée hors du tube suivant cette direction, on déclenche en séquence les moyens de po-

sitionnement du tube (4) puis le tir de la munition (5),

on commande, avant ou après les moyens de positionnement, des moyens assurant le freinage et/ou l'arrêt des moyens de positionnement lorsqu'ils ont orienté le système de tir suivant les angles souhaités.

2. Procédé de défense selon la revendication 1, dans lequel au moins un moyen de positionnement est un vérin pyrotechnique (10) à double effet incorporant deux charges pyrotechniques (20a,20b) ayant un effet antagoniste reliées chacune à une chambre distincte (16a,16b), les deux chambres étant séparées par un piston mobile (17), procédé **caractérisé en ce que**, pour assurer le freinage d'au moins un moyen de positionnement, on commande successivement en séquence les deux charges pyrotechniques (20a,20b) du vérin considéré de façon à assurer par l'action de la deuxième charge un freinage du déplacement du piston (17) qui a été commandé par la première charge, l'intervalle de temps entre l'initiation de chaque charge étant choisi de façon à assurer le positionnement souhaité pour le piston.
3. Procédé de défense selon la revendication 2 **caractérisé en ce que** l'on mesure la pression dans la première chambre (16a,16b) dans laquelle la première charge (20a,20b) est initiée, on compare cette pression à une valeur théorique mémorisée puis on corrige l'intervalle de temps avant initiation de la deuxième charge et/ou on ouvre un événement (170a, 170b) dans au moins une des chambres de façon à tenir compte de l'écart observé entre la pression théorique et la pression mesurée.
4. Procédé de défense selon la revendication 3 **caractérisé en ce que** lorsque la pression mesurée dans la première chambre (16a,16b) est inférieure à la pression théorique mémorisée on retarde l'instant d'initiation de la deuxième charge et/ou on ouvre un événement (170a,170b) dans la deuxième chambre.
5. Procédé de défense selon une des revendications 3 ou 4 **caractérisé en ce que** lorsque la pression mesurée dans la première chambre est supérieure à la pression théorique mémorisée on anticipe l'instant d'initiation de la deuxième charge et/ou on ouvre un événement (170a,170b) dans la première chambre.
6. Procédé de défense selon une des revendications 2 à 5 **caractérisé en ce que** l'on détermine la position réelle du piston (17) et on utilise cette mesure pour corriger l'instant d'initiation de la deuxième charge et/ou ouvrir un événement (170a,170b) dans l'une ou l'autre des chambres.

7. Dispositif permettant la défense d'un véhicule ou d'une structure contre une menace telle un projectile, dispositif mettant en oeuvre le procédé selon une des revendications précédentes et comprenant des moyens de positionnement en site et/ou en gisement d'au moins un tube de lancement d'une munition de défense, moyens de positionnement qui comprennent au moins un vérin pyrotechnique (10a,10b), dispositif comprenant également des moyens de détection de l'approche du projectile et des moyens de calcul permettant de déterminer les angles de site et de gisement à donner au tube (4) de lancement de la munition (5) de défense ainsi que l'instant auquel la munition doit être éjectée hors du tube suivant la direction de tir, dispositif **caractérisé en ce qu'il** comprend des moyens électroniques de commande (22) assurant une initiation en séquence du ou des vérins pyrotechniques (10a, 10b) de positionnement puis du tir de la munition (5), ainsi que des moyens (23a,23b,23c,23d) assurant le freinage et/ou l'arrêt des moyens de positionnement lorsqu'ils ont orienté le système de tir suivant les angles souhaités.
8. Dispositif de défense selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** les moyens de freinage et/ou d'arrêt (23a,23b,23c,23d) des moyens de positionnement sont formés par des surfaces de butée déployables solidaires du corps du ou des vérins pyrotechniques (10a,10b), le déploiement des surfaces de butée étant commandé par les moyens électroniques de commande (22).
9. Dispositif de défense selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** la munition de défense (5) comporte une zone d'efficacité spatiale (E1,E2) à une distance nominale d'emploi (SI), et **en ce que** deux surfaces de butées consécutives portées par un corps de vérin (10a,10b) sont séparées par une distance qui détermine un écart de positionnement angulaire pour le tube (4) assurant un recouvrement des zones d'efficacité de la munition de défense pour les deux directions consécutives et à ladite distance nominale d'emploi.
10. Dispositif de défense selon la revendication 7, dispositif **caractérisé en ce qu'un** des moyens de positionnement en site et/ou en gisement comprend au moins un vérin pyrotechnique à double effet (10a,10b) incorporant deux charges pyrotechniques (20a,20b) ayant un effet antagoniste reliées chacune à une chambre distincte, les deux chambres étant séparées par un piston mobile (17), les moyens électroniques de commande (22) assurant une initiation en séquence des deux charges pyrotechniques du vérin considéré avec un intervalle de temps choisi de façon à assurer le freinage du piston (17) et le positionnement souhaité en site et/ou en gisement.
11. Dispositif de défense selon la revendication 10, **caractérisé en ce qu'il** comporte des moyens (150a, 150b) permettant de mesurer la pression dans les deux chambres d'un des vérins pyrotechniques (10a,10b), ces moyens étant reliés aux moyens électroniques de commande (22), ces derniers pouvant comparer la pression mesurée dans une première chambre avec au moins une valeur théorique de façon à corriger l'intervalle de temps avant initiation de la deuxième charge du vérin (10a,10b) considéré.
12. Dispositif de défense selon une des revendications 10 ou 11, **caractérisé en ce qu'il** comporte des moyens permettant de déterminer la position réelle du piston du vérin pyrotechnique (10a,10b) ou bien le positionnement en site ou en gisement donné par ce vérin, ces moyens étant reliés aux moyens électroniques de commande (22).
13. Dispositif de défense selon une des revendications 11 ou 12, **caractérisé en ce qu'au** moins un vérin pyrotechnique (10a,10b) comporte au moins un événement (170a,170b) pour chaque chambre, événement dont l'ouverture peut être commandée par les moyens électroniques de commande (22) et permettant de mettre en communication ladite chambre avec l'extérieur.
14. Dispositif de défense selon une des revendications 10 à 13, **caractérisé en ce que** les moyens électroniques de commande (22) provoquent le tir de la munition (5) à un instant tel que celle ci sorte du tube (4) sensiblement à l'instant où les angles de site et gisement sont obtenus.

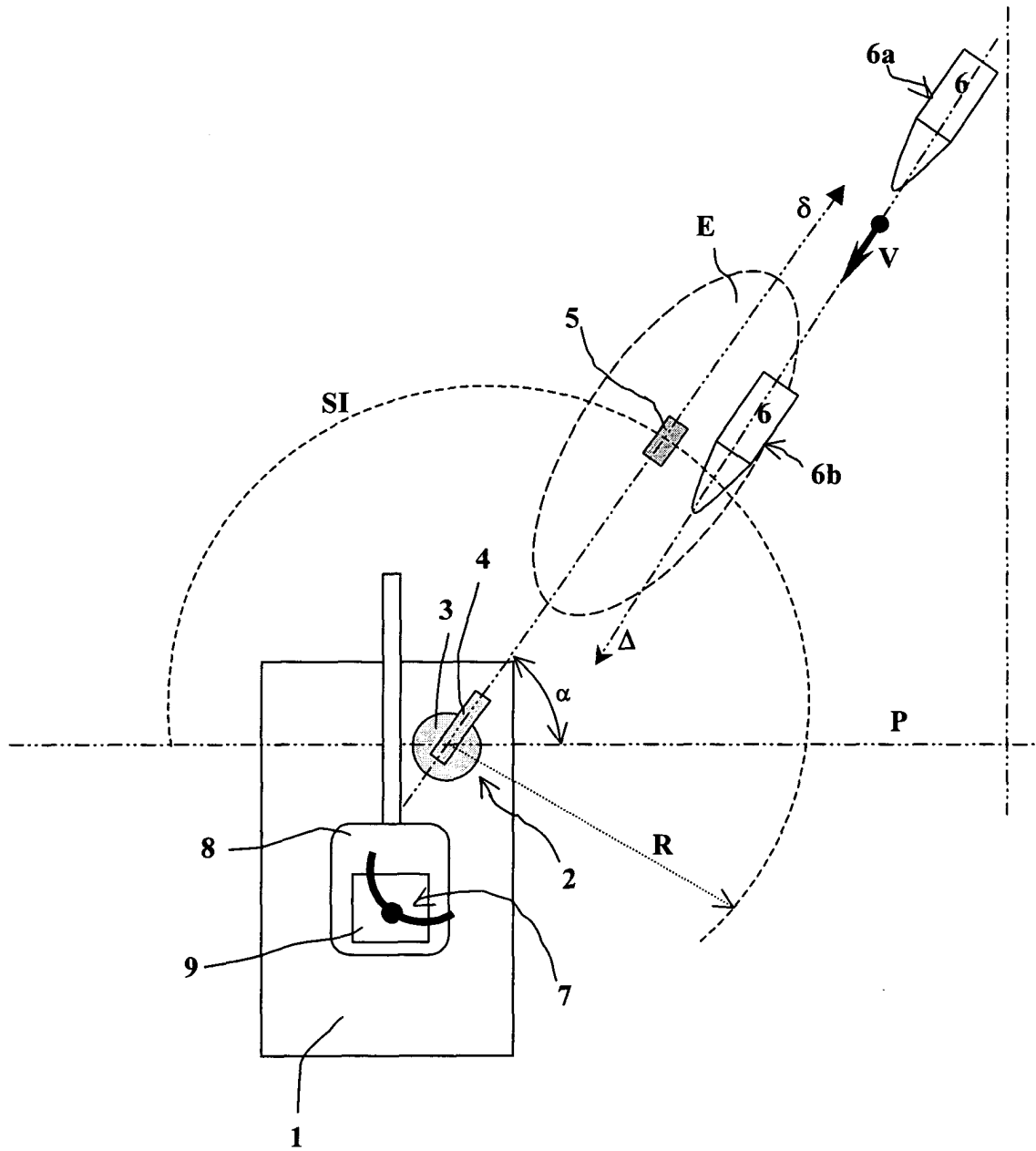


Fig. 1

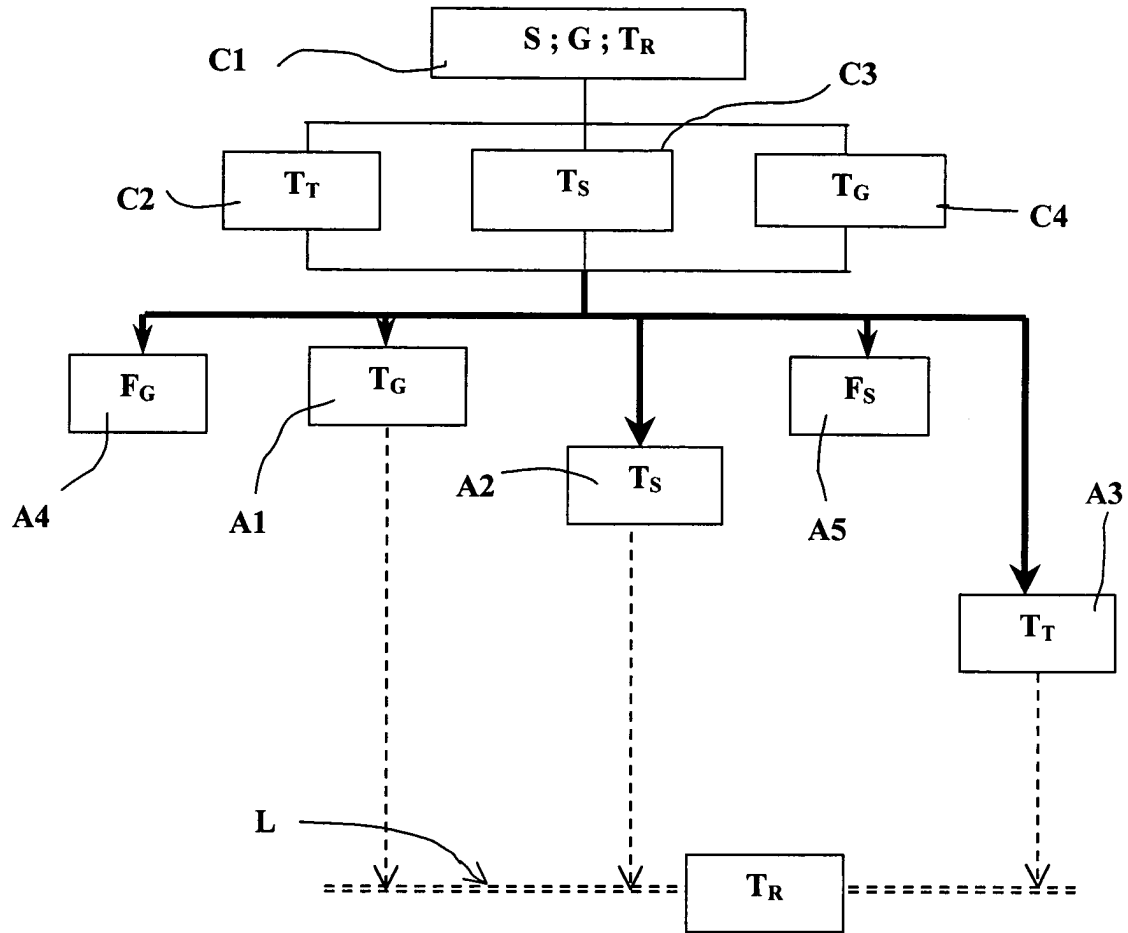


Fig. 2

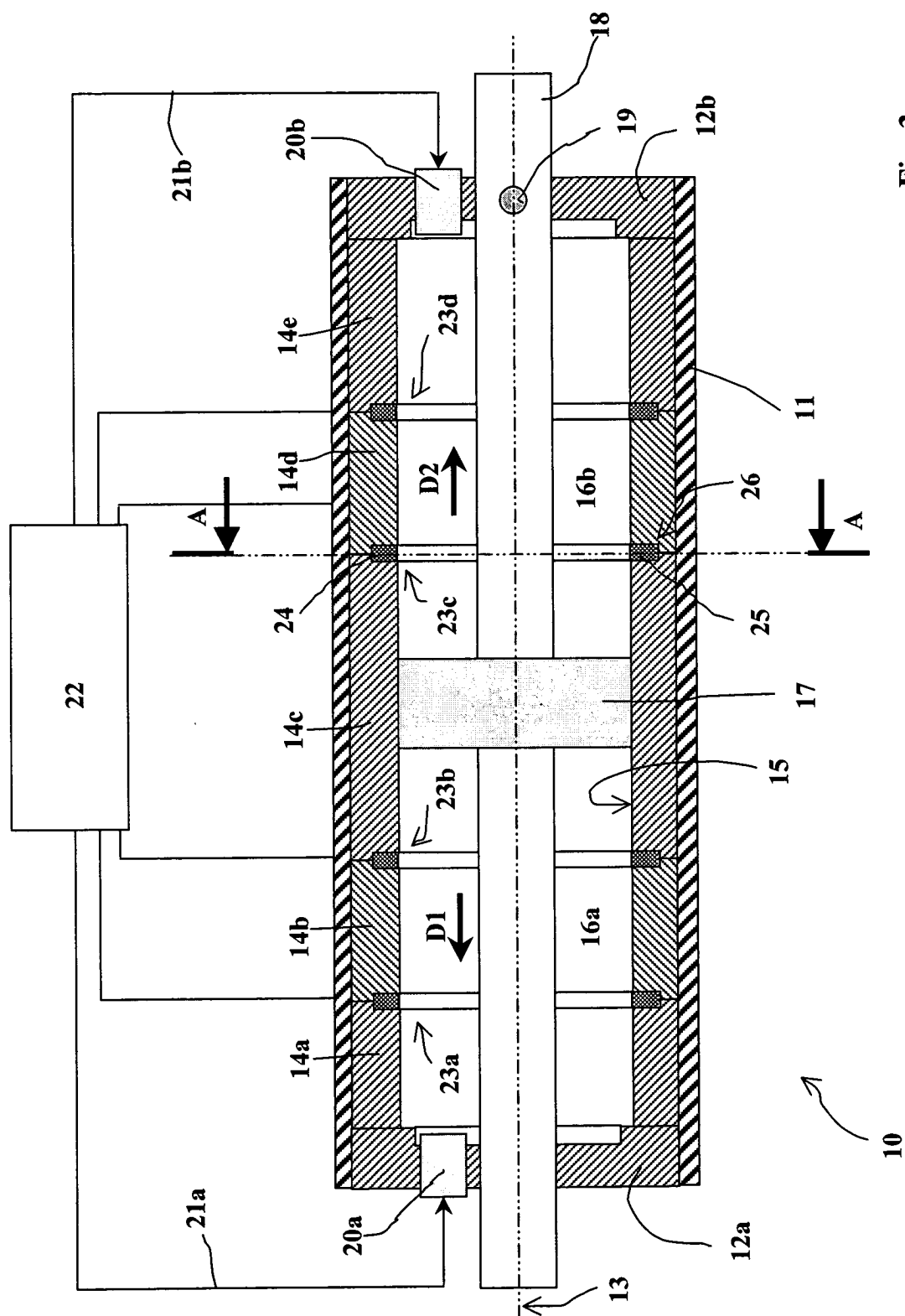


Fig. 3



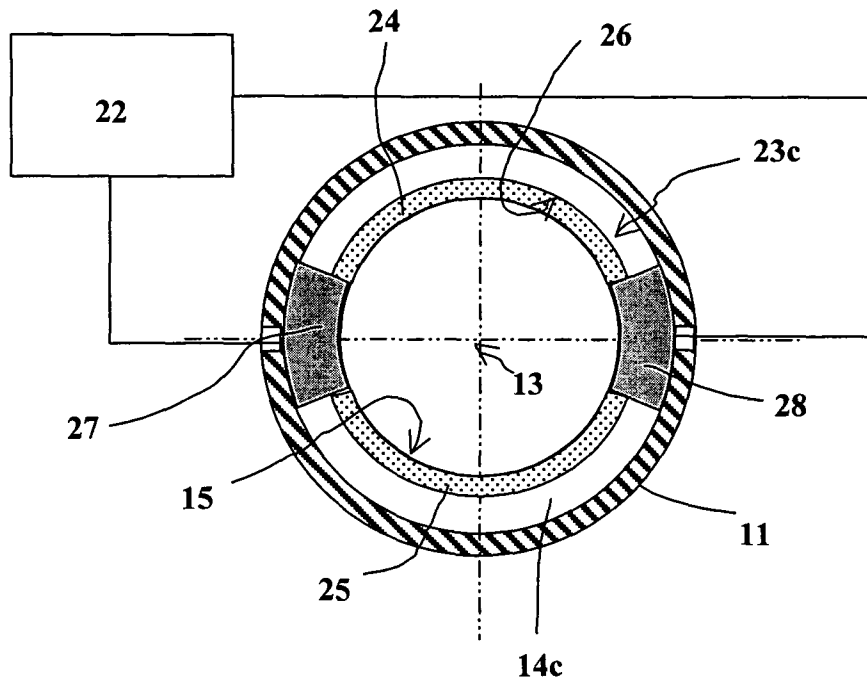


Fig. 4a

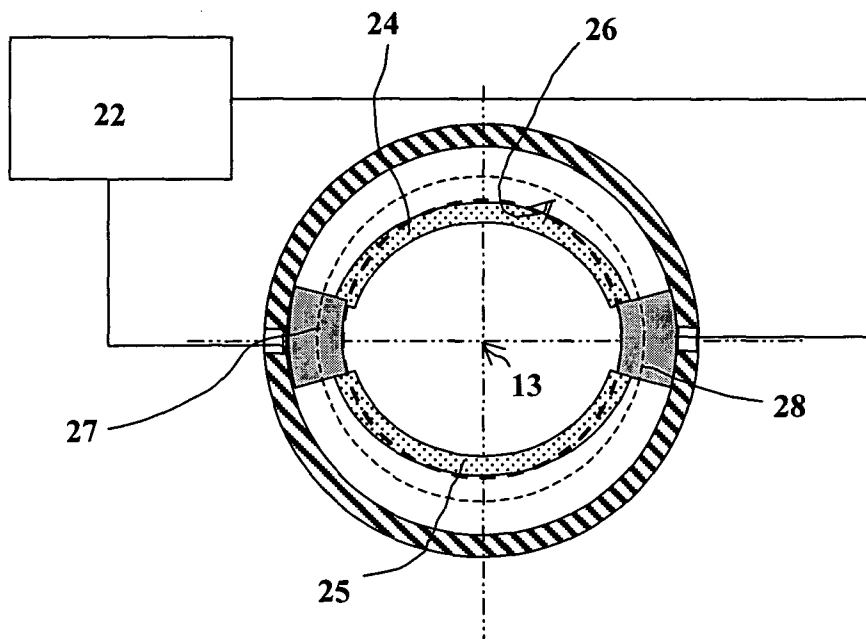


Fig. 4b

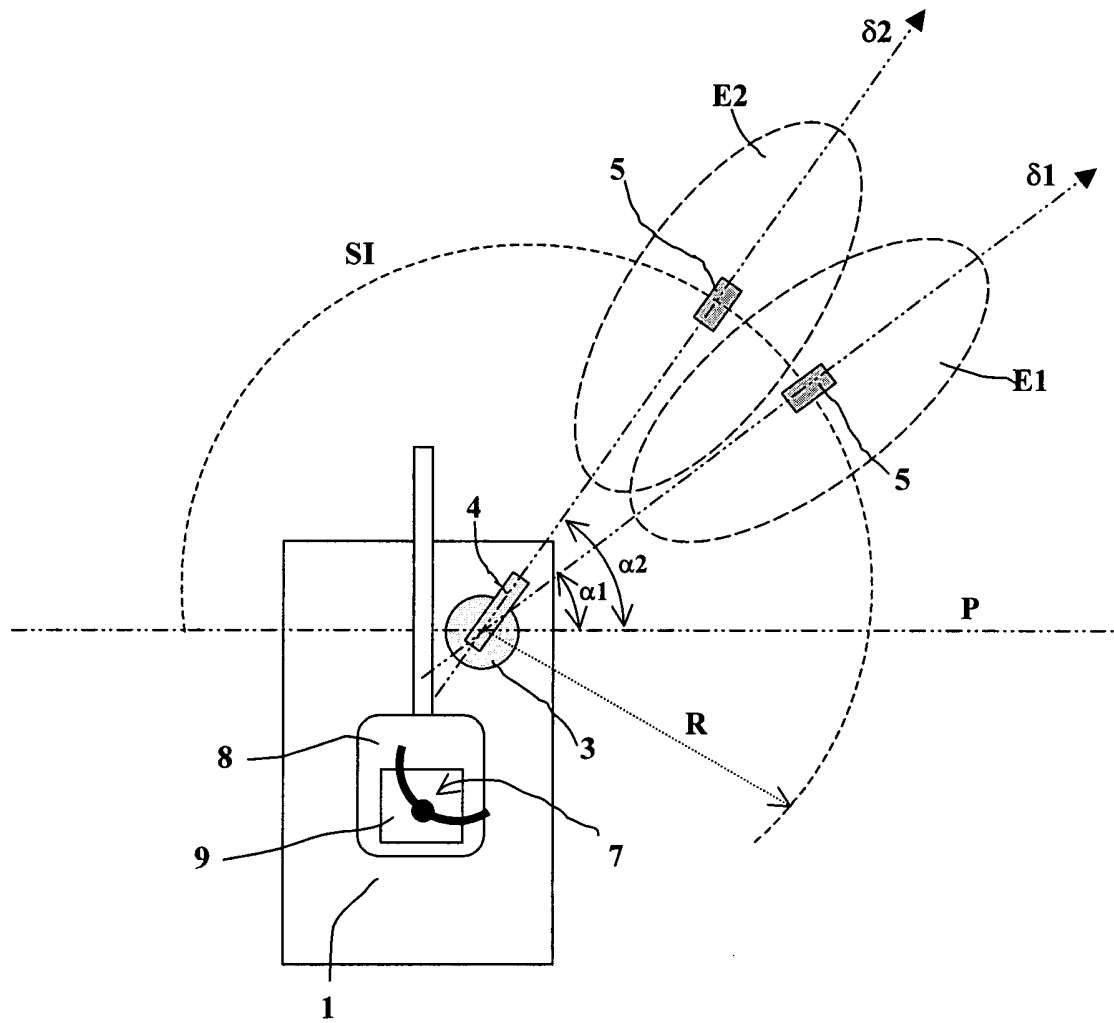
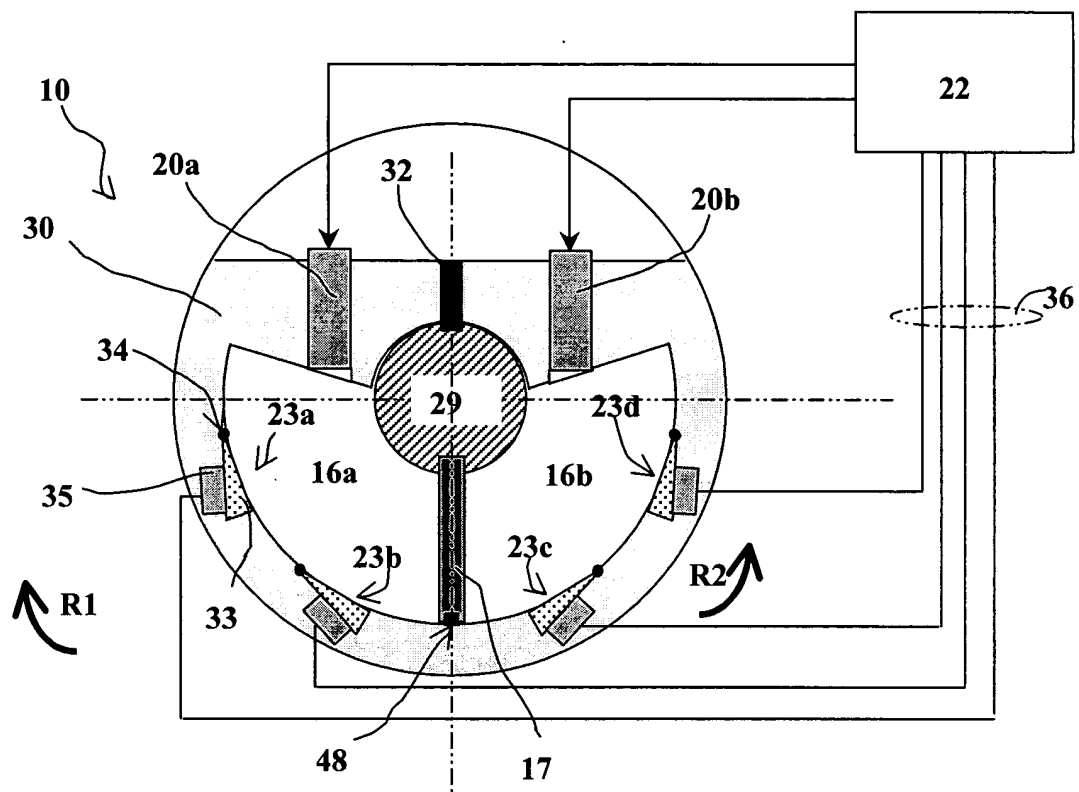
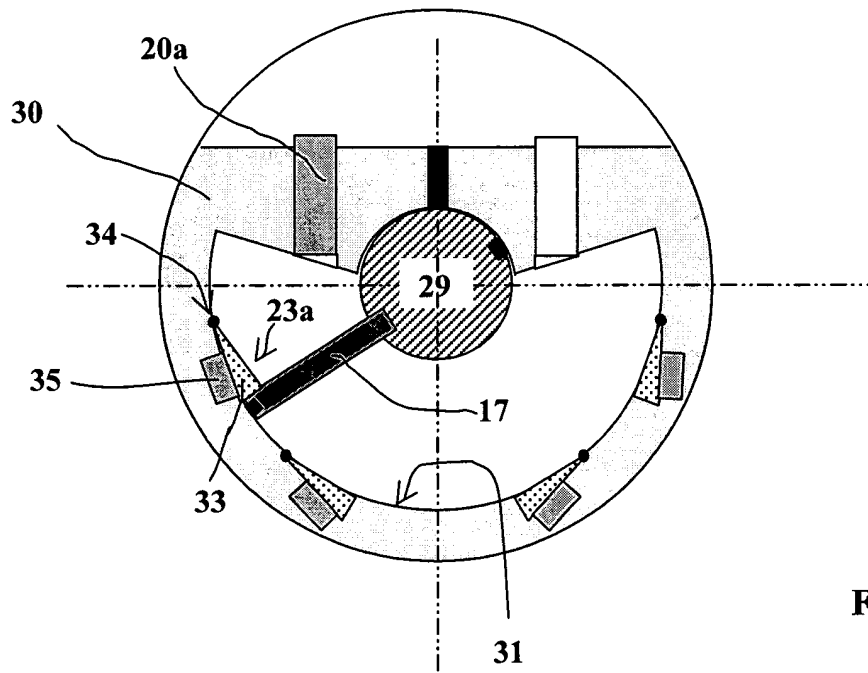


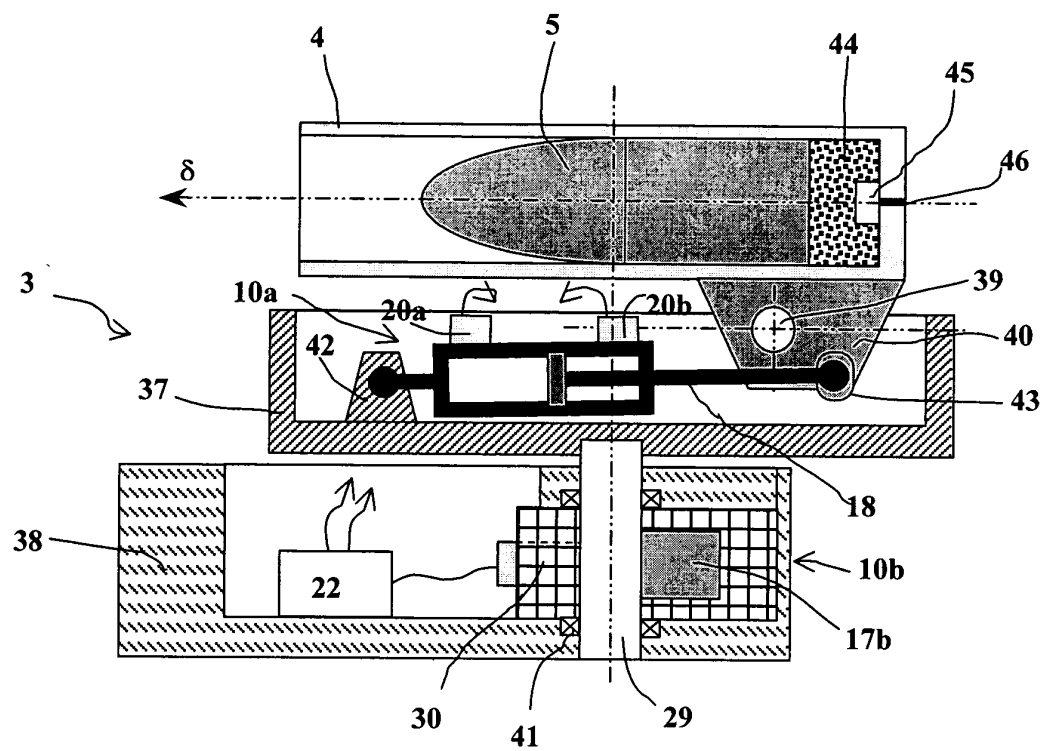
Fig. 5



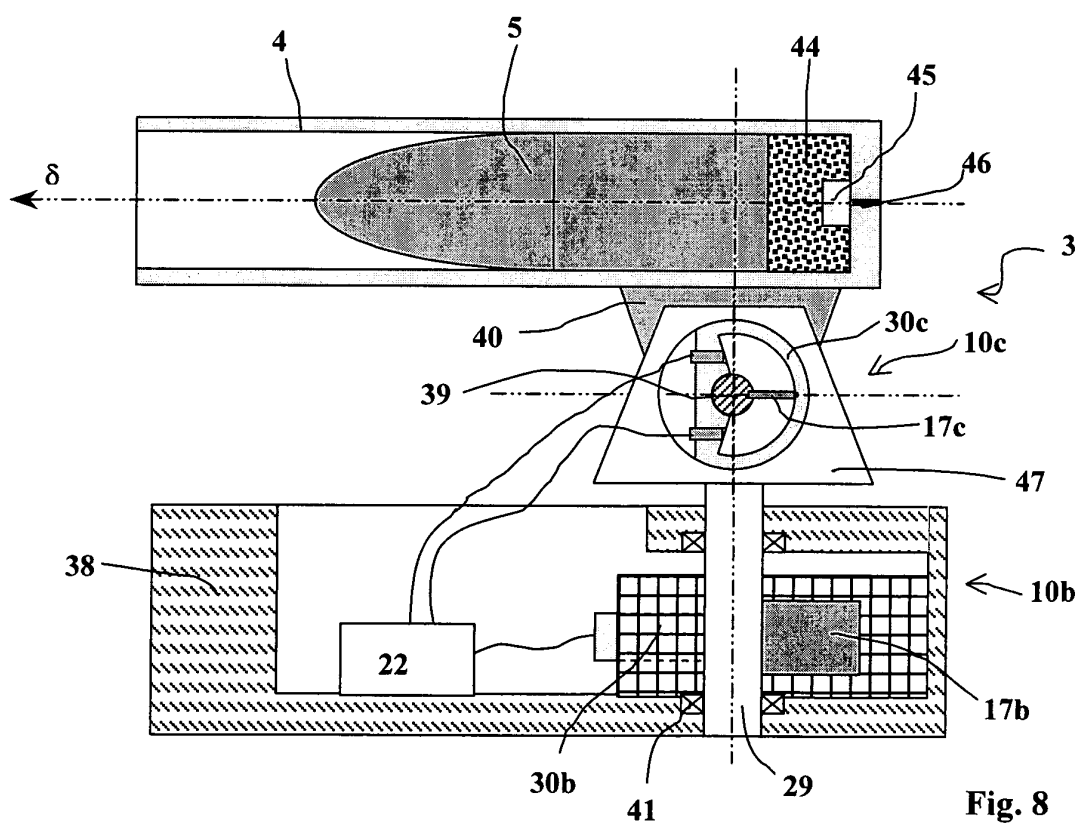
**Fig. 6a**



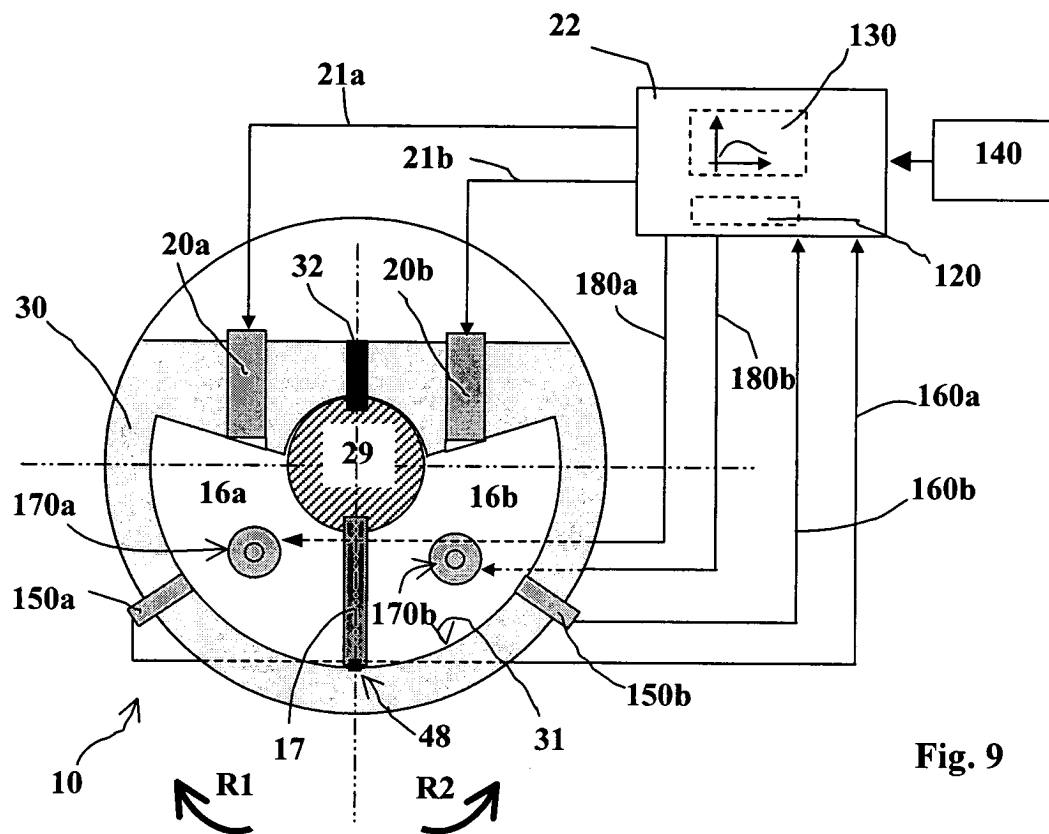
**Fig. 6b**



**Fig. 7**



**Fig. 8**



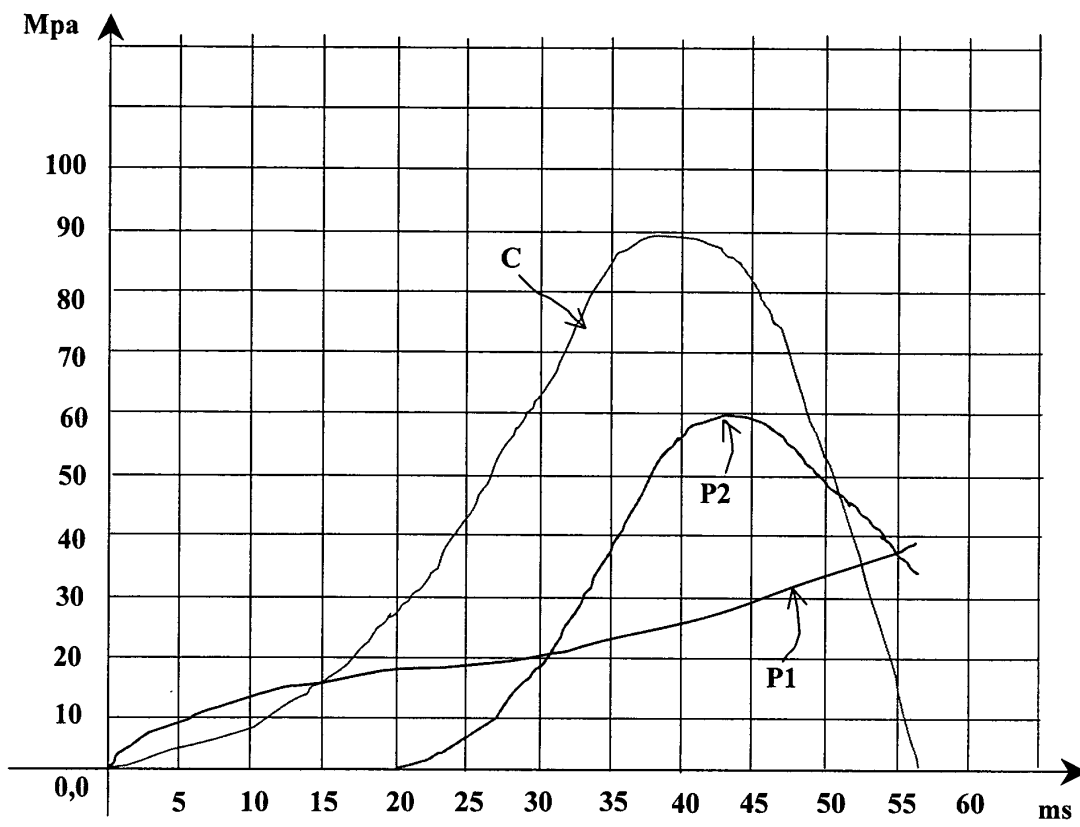


Fig. 10

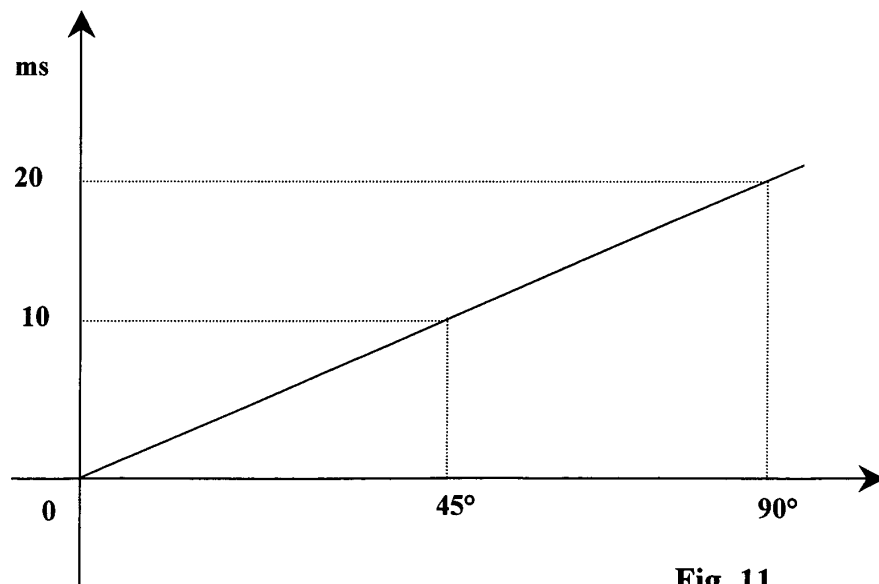
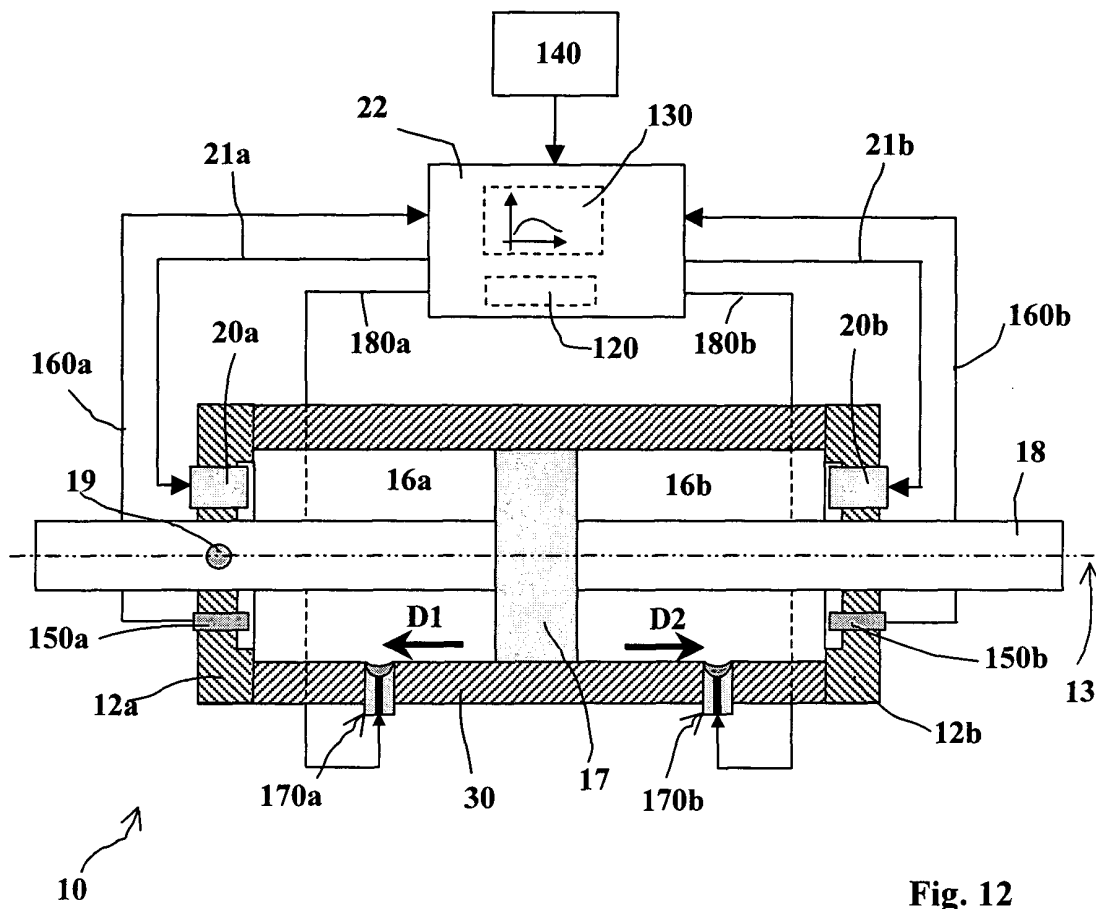


Fig. 11



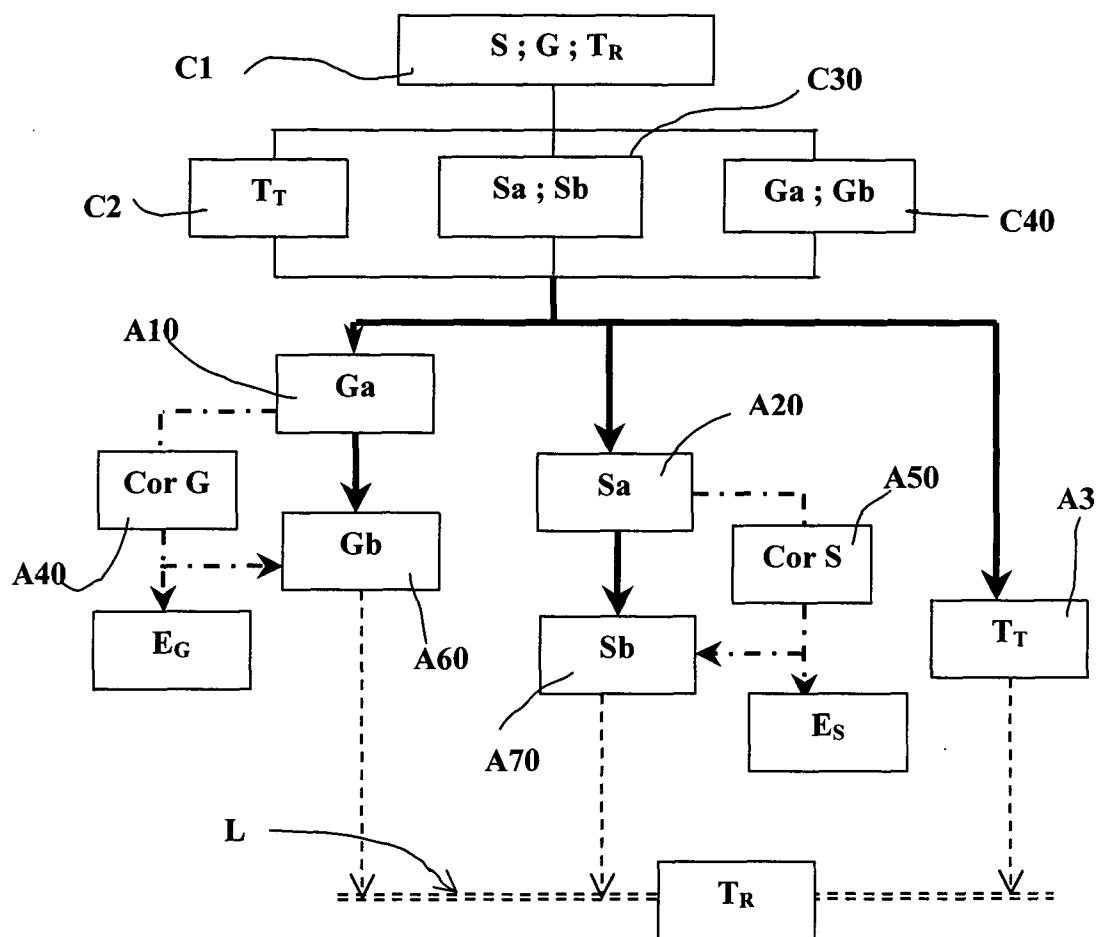


Fig. 13





Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 04 29 0522

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
Y	DE 44 26 014 A (DIEHL GMBH & CO) 25 janvier 1996 (1996-01-25)	1,7	F41H11/02
A	* colonne 2, ligne 38 - colonne 3, ligne 27; figures *	8,9	
Y,D	FR 2 809 172 A (TDA ARMEMENTS SAS) 23 novembre 2001 (2001-11-23)	1,7	
A	* le document en entier *	8,9	
A	DE 100 50 479 A (BODENSEEWERK GERAETETECH) 18 avril 2002 (2002-04-18)	1	
A	DE 196 01 756 C (DIEHL STIFTUNG & CO) 28 décembre 2000 (2000-12-28)	1	
A	EP 0 687 885 A (K BJURO MASH) 20 décembre 1995 (1995-12-20)	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
	* revendications; figures *		F41H F41A
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 30 juillet 2004	Examineur Herrera, M
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 04 29 0522

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.

30-07-2004

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 4426014	A	25-01-1996	DE 4426014 A1	25-01-1996
			FR 2722873 A1	26-01-1996
			IL 114686 A	30-04-2001
			US 5661254 A	26-08-1997
FR 2809172	A	23-11-2001	FR 2809172 A1	23-11-2001
			EP 1156295 A1	21-11-2001
			US 2002007726 A1	24-01-2002
DE 10050479	A	18-04-2002	DE 10050479 A1	18-04-2002
DE 19601756	C	28-12-2000	DE 19601756 C1	28-12-2000
			FR 2798459 A1	16-03-2001
			GB 2392487 A ,B	03-03-2004
EP 0687885	A	20-12-1995	WO 9515473 A1	08-06-1995
			DE 69321142 D1	22-10-1998
			DE 69321142 T2	25-02-1999
			EP 0687885 A1	20-12-1995
			RU 2102678 C1	20-01-1998

EPO FORM P0460

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