

①2

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 17 mai 1984.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 47 du 22 novembre 1985.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : SAT, société anonyme de télécommunications. — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Georges Bigot et Jacques Jean Lonnoy.

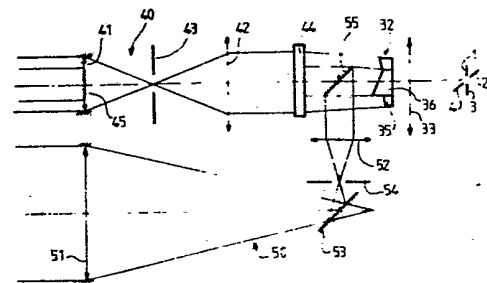
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Robert Bloch.

⑤4 Dispositif de détermination de l'écartométrie d'un missile.

⑤7 Dispositif de détermination de l'écartométrie d'un missile.  
Le dispositif comprend deux afocaux 40, 50 pour un champ de prise en charge PC et un champ de croisière CR, en avant d'un prisme double 32, avec un prisme central 36 et un prisme périphérique 35, de même angle, collés avec leurs dièdres opposés. Le prisme double 32 est en avant d'une optique de focalisation 33, dans le plan focal de laquelle sont disposés quatre détecteurs 1-4. Quand le détecteur 1 ou 2 voit le champ PC, le détecteur 3 ou 4 voit le champ CR.

Un commutateur analogique permute de façon circulaire un dispositif de traitement sur la voie PC ou sur la voie CR, pour délivrer des signaux d'écartométrie du missile.



FR 2 564 597 - A1

La présente invention concerne un dispositif de détermination de l'écartométrie d'un missile, comprenant un objectif de focalisation, un réseau de détecteurs placés dans le plan focal de l'objectif, un dispositif d'analyse séquentielle du champ d'observation, un dispositif de traitement agencé pour délivrer, à partir des signaux fournis par les détecteurs, des signaux représentatifs des coordonnées du missile.

En pratique, l'objectif de focalisation et le dispositif d'analyse du champ d'observation sont intégrés dans un boîtier optronique. Celui-ci reçoit le rayonnement infrarouge émis par exemple par les traceurs pyrotechniques fixés à l'arrière du missile et le focalise sur les détecteurs. Le dispositif d'analyse du champ d'observation est constitué par un système opto-mécanique, comprenant généralement au moins deux prismes, comme on le verra plus loin, entraînés mécaniquement en rotation pour entraîner l'image du champ instantané du dispositif, et le missile-source avec lui, en translation circulaire relative par rapport aux détecteurs et provoquer ainsi leur balayage par le missile-source. Quant au dispositif, ou boîtier, de traitement, il permet, à partir d'une référence des temps, de calculer les instants de passage du missile sur les moyens détecteurs au cours de leur balayage, de déterminer l'écartométrie angulaire puis métrique du missile par rapport à un axe de visée, et d'effectuer divers traitements d'antileurrage. L'écartométrie du missile est ensuite transmise à un circuit électronique de guidage qui en déduit les corrections à apporter aux commandes des gouvernes du missile pour assurer son ralliement sur la ligne de visée.

Il faut noter ici que l'invention s'applique aux écartomètres de type cruciforme et, plus généralement, aux dispositifs d'écartométrie à échantillonnage ou à analyse séquentielle.

Les écartomètres infrarouge utilisés pour le guidage de missiles nécessitaient au moins deux, voire trois, champs d'observation, avec autant de systèmes optiques et de détection, à savoir un grand champ, au départ du tir, 5 pour la prise en charge (PC) et l'aquisition rapide des missiles, un champ intermédiaire, certes pas toujours utilisé, pour le guidage pendant la première partie de la trajectoire, et un petit champ, dit champ de croisière (CR), 10 pour le guidage précis des missiles jusqu'à leur impact sur la cible.

Dans ces écartomètres, et pour ne considérer que les seuls champs PC et CR, les équipements sont donc doublés: deux réseaux de détecteurs, parfois deux cryostats et deux chaînes de préamplificateurs; souvent deux mécanismes 15 d'entraînement en rotation de prismes d'analyse, respectivement pour la voie PC et la voie CR, ce qui pose un problème de synchronisation entre ces deux voies, résolu jusqu'ici par des jeux d'engrenages, mais au détriment de la précision.

20 En outre, il faut disposer d'un circuit électrique de commutation des données relatives aux champs PC-CR.

Il s'agit d'inconvénients que la présente invention vise à éliminer.

25 Pour résoudre son problème, la demanderesse est partie du fait que, par exemple, dans un écartomètre à détecteurs en croix, filiformes, fractionnés ou non, à une croix ou à deux croix, pour améliorer l'antileurrage, les détecteurs ne sont utilisés qu'une partie du temps.

30 La présente invention concerne donc un dispositif de détermination de l'écartométrie d'un missile du type mentionné ci-dessus, caractérisé par le fait qu'il comporte des moyens agencés pour associer simultanément au moins deux détecteurs à deux champs d'observation différents, respectivement.

35 Ainsi, et grâce à l'invention, on peut n'utiliser

qu'un seul réseau de détecteurs, puisque quand un détecteur voit un premier champ, par exemple le champ PC, un autre détecteur voit simultanément le champ CR; le dispositif de l'invention ne comporte plus de circuit de commutation électrique proprement dit et ne comprend plus  
5 qu'une mécanique de rotation: pour une précision donnée en croisière, la précision en prise en charge s'en trouve améliorée.

Dans la forme de réalisation préférée du dispositif  
10 de l'invention, lesdits moyens d'association comprennent un premier prisme périphérique et un deuxième prisme central, de même angle au sommet que le premier, les deux prismes étant disposés avec leurs dièdres opposés.

Dans ce cas, on peut indifféremment affecter la voie  
15 CR au prisme périphérique ou au prisme central, et la voie PC à l'autre.

L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description suivante de plusieurs formes de réalisation du dispositif de l'invention, en référence aux dessins annexés, sur lesquels :  
20

La figure 1 représente schématiquement une première forme de réalisation de la partie optique du boîtier optronique du dispositif de l'invention;

la figure 2 représente la partie électronique d'acquisition de données du boîtier optronique du dispositif  
25 de l'invention;

la figure 3 représente le chronogramme des signaux présents dans la partie électronique de la figure 2, et

la figure 4 représente schématiquement une deuxième  
30 forme de réalisation de la partie optique du boîtier optronique du dispositif de l'invention.

La figure 1 représente une première forme de réalisation de l'écartomètre, dans le cas considéré à quatre détecteurs filiformes 1, 2, 3, 4 en croix à 90° les uns  
35 des autres.

Le rayonnement infrarouge émis par les traceurs du missile est reçu sur la partie optique d'un boîtier optique, et qui comprend un système afocal 20, de grossissement  $G$ , et un système convergent 30, d'axes respectifs 25, 31 parallèles. L'afocal 20 comporte une optique d'entrée 21, d'axe 25, un miroir 22 incliné à  $45^\circ$  sur cet axe, une optique de sortie 23, disposée orthogonalement à la première et renvoyant un faisceau parallèle à son axe 26 sur un miroir annulaire 24, incliné à  $225^\circ$  sur les axes des systèmes et percé d'un orifice elliptique 27 centré sur l'axe 26 de l'optique 23 et l'axe 31 du système convergent 30. Le miroir 24 renvoie un faisceau annulaire sur le système convergent 30. Avec de préférence un afocal 38, de grossissement 1, en avant de l'orifice 27 du miroir 24, le système convergent 30 comporte un prisme double 32, suivi d'une optique 33 convergente, d'axe 31, appelée objectif de focalisation, dans le plan focal de laquelle sont disposés les détecteurs 1-4.

Le prisme double 32 comprend en fait un premier prisme périphérique 35 et un deuxième prisme central 36, collés l'un à l'autre, la colle ménageant une zone morte annulaire 37. Ils ont le même angle au sommet, mais leurs dièdres sont opposés. En d'autres termes, leurs lignes de plus grande pente sont inclinées sur l'axe 31 en sens inverses, l'une, celle du prisme central d'un angle  $\alpha$ , l'autre, celle du prisme périphérique, d'un angle  $(360^\circ - \alpha)$ . Une face du dièdre du prisme central et l'autre face du dièdre du prisme périphérique sont coplanaires et perpendiculaires à l'axe 31. En d'autres termes encore, les deux prismes 35, 36 sont décalés angulairement l'un par rapport à l'autre d'un angle  $\pi$  autour de l'axe 31.

L'angle de champ  $\theta$  du système convergent est défini par les dimensions des détecteurs et des éléments du système convergent 30. L'angle de champ du système afocal est  $\frac{\theta}{G}$ .

Dans l'exemple de la figure 1, la voie de prise en charge PC est la voie centrale, et la voie croisière CR est la voie annulaire.

L'orifice 27 du miroir 24 et la zone morte 37 du prisme double 32 ont des dimensions liées entre elles. La voie centrale a une pupille de sortie correspondant au diamètre extérieur  $\phi_1$  du prisme 36. Quant à la voie CR, l'optique 21 constitue sa pupille d'entrée, et elle participe, avec la zone 37 du prisme double 32, à la définition de sa pupille de sortie annulaire de diamètre extérieur  $\phi_{2ext}$  et de diamètre intérieur  $\phi_{2int}$ .

De la surface de ces pupilles de sortie dépend l'amplitude des signaux reçus sur les détecteurs, soit

$$S_{PC} = \frac{\pi \phi_1^2}{4}$$

$$S_{CR} = \frac{G^2 \pi (\phi_{2ext}^2 - \phi_{2int}^2)}{4}$$

Comme on le voit facilement sur la figure 1, notamment pendant la phase croisière de la trajectoire du missile, quand le détecteur 1 voit le champ PC, le détecteur 3 voit le champ CR, et inversement, quand le détecteur 1 voit le champ CR, le détecteur 3 voit le champ PC. Il en est de même des détecteurs 2, 4.

Abordons maintenant la partie électronique d'acquisition des données du boîtier optronique.

Au départ, la trajectoire du missile n'étant pas stabilisée, seule la voie PC est utilisée. Dans ce cas, les détecteurs voient le missile à tour de rôle.

Au-delà de la prise en charge, et pendant la croisière, les deux voies peuvent être utilisées, puisque si le missile se trouve dans le champ de croisière  $\frac{\theta}{G}$ , il se trouve a fortiori dans le champ de prise en charge  $\theta$ . Dans ce cas, et en admettant que le détecteur 1 est à un

instant donné utilisé en PC, soit  $1_{PC}$ , sur un chronogramme, on aura, successivement :

5             $1_{PC}$  et  $3_{CR}$   
               $2_{PC}$  et  $4_{CR}$   
               $3_{PC}$  et  $1_{CR}$   
               $4_{PC}$  et  $2_{CR}$

10            On constate donc que pour passer de la voie PC à la voie CR, le dispositif de traitement n'a à effectuer qu'une permutation circulaire des numéros de détecteurs de (1, 2, 3, 4) à (3, 4, 1, 2).

             Examinons comment cela se passe dans la pratique.

15            La translation circulaire du champ d'observation instantanée est réalisée ici au moyen du prisme double 32, supporté par un barillet rotatif, logé dans une monture fixe. Pour délivrer une écartométrie, il faut connaître avec précision la position du prisme aux instants où l'image de la source, au cours de son balayage, rencontre les détecteurs. A cet effet, on associe au barillet du prisme une roue codée à deux pistes, destinées à être lues par un dispositif optoélectronique, et dont une comporte un seul secteur transparent, donnant la position origine du prisme, et qu'on appelle synchro-tour, et dont l'autre comporte, en nombre dépendant de la précision requise, des secteurs alternativement opaques et transparents, fournissant après lecture un train d'impulsions à fréquence déterminée, multipliée ensuite par un nombre approprié pour obtenir un signal d'horloge. Lorsque l'image de la source rencontre un détecteur, le comptage des impulsions d'horloge suivant l'impulsion du synchro-tour fournit la position angulaire du prisme, c'est-à-dire l'écartométrie angulaire de la source.

20  
25  
30

35            Les quatre détecteurs 1-4 (ou 0-3) sont respectivement reliés à quatre préamplificateurs 5-8 reliés aux entrées d'un multiplexeur analogique 12 illustré par un commutateur, qui n'a rien à voir avec un commutateur

électrique, dont la sortie C est reliée à l'entrée du dispositif de traitement (figure 2).

Considérons le chronogramme de la figure 3.

On a vu que quand le détecteur 1 était utilisé en PC, le détecteur 3 l'était en CR, quand le détecteur 2 était utilisé en PC, le détecteur 4 l'était en CR, etc... Soit donc S le signal du synchro-tour, l'intervalle de temps entre deux impulsions représentant une période d'analyse et un tour de prisme,  $D_1-D_4$  les signaux de sortie des quatre détecteurs. A la sortie de chaque détecteur, sont émises successivement des impulsions alternativement PC et CR.

Si on veut recueillir à la sortie C du multiplexeur 12, la série d'impulsions  $C_{PC}$  de la voie PC, le multiplexeur 12 doit être commandé, sur deux entrées 13, 14, respectivement par des signaux binaires  $2^0$  et  $2^1$ , respectivement représentatifs des premiers chiffres 0101 et des deuxièmes chiffres 0011 de nombres de la numérotation binaire, dans laquelle les chiffres décimaux 0, 1, 2, 3 s'écrivent 00, 01, 10 et 11. Ici, la série 0, 1, 2, 3 s'identifie à la série 1, 2, 3, 4. Il s'agit pour  $2^0$  d'un signal rectangulaire équilibré de période égale à la moitié de la période d'analyse, et pour  $2^1$ , d'un signal rectangulaire équilibré de période égale à la période d'analyse.

En effet, dans une période d'analyse considérée, pendant l'émission de l'impulsion  $1_{PC}$ , l'entrée  $2^0$  est à l'état 0 et l'entrée  $2^1$  à l'état 0, représentant le premier nombre binaire, 0, pendant l'émission de l'impulsion  $2_{PC}$ , l'entrée  $2^0$  est à l'état 1 et l'entrée  $2^1$  à l'état 0, représentant le deuxième nombre binaire, 1, pendant l'émission de l'impulsion  $3_{PC}$ , l'entrée  $2^0$  est à l'état 0 et l'entrée  $2^1$  à l'état 1, représentant le troisième nombre binaire, 10, et pendant l'émission de l'impulsion  $4_{PC}$ , l'entrée  $2^0$  est à l'état 1 et l'entrée  $2^1$  à l'état 1,



représentant le quatrième nombre binaire 11.

Il va de soi que le nombre 4 de détecteurs n'est pas limitatif, et qu'au-delà, il faudrait un nombre d'entrées de commande du multiplexeur égal au nombre de chiffres du nombre binaire correspondant au nombre de détecteurs.

Si on veut recueillir à la sortie C du multiplexeur 12, la série d'impulsions  $C_{CR}$  de la voie CR ( $3_{CR}$ ,  $4_{CR}$ ,  $2_{CR}$ ,  $1_{CR}$ ), le multiplexeur doit être commandé sur ses deux entrées 13, 14 respectivement par le signal binaire  $2^0$  et le signal binaire  $2^1$ , inverse du signal  $2^1$ .

Ainsi, la commutation sur l'une ou l'autre des voies PC et CR s'effectue par une porte OU exclusif 15, montée sur l'entrée de commande 14 du multiplexeur 12. A l'initiative du circuit de traitement, la porte 15 reçoit sur une de ses entrées le signal  $2^1$  et sur l'autre de ses entrées un signal 0, pour la voie PC, et un signal 1, pour la voie CR.

En effet, le tableau de vérité d'une porte OU exclusif est le suivant,  $e_1$  et  $e_2$  représentant les états des deux entrées de la porte :

20

$e_1$	$e_2$	OU exclusif
0	0	0
1	1	1 soit $e_2$
1	0	1
0	1	0 soit $\overline{e_2}$

25

Quand l'entrée  $e_2$  est à l'état 0, la sortie de la porte reproduit l'entrée  $e_1$ , soit  $2^1$ , quand l'entrée  $e_2$  est à l'état 1, la sortie de la porte reproduit l'inverse de l'entrée  $e_1$ , soit  $\overline{2^1}$ .

30

On a décrit jusqu'ici un écartomètre à quatre détecteurs filiformes en croix, avec des moyens d'association des deux champs PC et CR et des détecteurs, considérés deux à deux, et en l'occurrence les paires de détecteurs

(1, 3) et (2, 4), comprenant deux prismes à dièdres égaux et décalés de  $\pi$  autour de l'axe de l'optique convergente. Il ne s'agit pas de caractéristiques limitatives. On pourrait considérer les paires (1, 2) et (3, 4) ou (1, 4) et (2, 3). De même, les prismes à dièdres égaux, pourraient être décalés autour de l'axe de l'optique convergente d'un autre angle, par exemple  $\frac{\pi}{2}$  ou  $\frac{3\pi}{2}$ . L'écarto-  
 5 mètre pourrait comporter moins de quatre détecteurs, par exemple deux, disposés à  $90^\circ$  l'un de l'autre ou non ou  
 10 plus, avec par exemple des réseaux de quatre détecteurs chacun, intercalés les uns entre les autres.

Enfin, la fonction des deux prismes, l'un central, l'autre périphérique, de même angle au sommet, est d'engendrer deux déviations différentes et, dans le cas consi-  
 15 déré, d'amplitudes égales et de directions opposées d'un faisceau incident. Une telle fonction pourrait être aussi assurée par un miroir tournant double. La solution du prisme double est préférée.

Par ailleurs, quand le missile est presque centré et se trouve presque sur l'axe optique du système, à la  
 20 sortie des détecteurs, les impulsions sont émises à des intervalles presque réguliers, comme représenté sur la figure 3. En réalité, il ne s'agit ici que d'un cas limite. En effet, si dans l'espace objet il n'y a bien qu'un seul  
 25 champ, juste avant le système convergent 30 mais après le système afocal 20 sur la voie CR, il y a deux champs tournants différents dont les sources ne rencontrent pas forcément les détecteurs opposés d'une même paire de détec-  
 teurs aux mêmes instants. En d'autres termes, dans l'espace  
 30 image, il y a deux sources tournant sur deux cercles de même diamètre mais excentrés différemment, respectivement centrés en  $C_{PC}$  et  $C_{CR}$ , selon la formule suivante, où O est le centre des quatre détecteurs en croix :

$$\frac{OC_{CR}}{OC_{CP}} = |G|$$

Dans la forme de réalisation de la figure 1, la voie  
 5 PC est la voie centrale et la voie CR est la voie péri-  
 phérique. On a déjà dit qu'on pouvait intervertir ces  
 voies, et en fait, c'est préférable de le faire, comme  
 dans le cas de la forme de réalisation de la figure 4.  
 Dans ce cas, il est encore prévu le prisme double 32 et  
 10 l'optique convergente 33 de sortie, dans le plan focal  
 de laquelle sont disposés les détecteurs. Mais la voie PC  
 est périphérique et passe par le prisme périphérique 35.  
 Elle comporte, de l'entrée vers la sortie, un système  
 afocal 40, ici de grossissement -1, comprenant une optique  
 15 d'entrée 41 et une optique de sortie 42, dans le plan  
 focal desquelles est disposé un diaphragme de champ 43  
 correspondant à l'angle de champ PC, l'afocal 40 étant  
 suivi d'une lame à faces parallèles 44. La pupille d'entrée  
 de la voie PC est formée par l'optique 41 et un obtu-  
 20 rateur central 45, et sa pupille de sortie est formée par  
 le prisme périphérique 35.

La voie CR comporte, de l'entrée vers la sortie, un  
 afocal 50 comprenant une optique d'entrée 51 et une opti-  
 que de sortie 52, orthogonale à l'optique 51 et, sur  
 25 le trajet du faisceau entre ces deux optiques, un miroir  
 53, incliné à 45° sur l'axe de l'optique 52 et, dans son  
 plan focal, un diaphragme de champ 54 correspondant à  
 l'angle d'ouverture du champ CR, l'afocal 50 étant suivi  
 d'un miroir 55 incliné à 225° sur l'axe de l'optique 52  
 30 pour renvoyer le faisceau sur le prisme central 36. La  
 pupille d'entrée de la voie CR est formée par l'optique  
 51 et sa pupille de sortie est formée par le prisme  
 central 36.

Avec l'interposition des diaphragmes de champ 43 et  
 35 54, les champs images dans le plan des détecteurs sont

strictement limités aux champs PC et CR, grâce à quoi, les parasites sont éliminés. De plus, lorsque le missile se trouve à l'intérieur du champ CR, et que les deux voies fournissent des impulsions, alors que ce n'est utile qu'en croisière, on peut éliminer les impulsions PC au 5 moyen d'un diaphragme de champ PC à ouverture annulaire, avec un diamètre interne et un diamètre externe correspondant respectivement aux champs CR et PC.

REVENDEICATIONS

1 - Dispositif de détermination de l'écartométrie d'un missile, comprenant un objectif de focalisation (33), un réseau de détecteurs (1-4) placés dans le plan focal de l'objectif (33), un dispositif d'analyse séquentielle du champ d'observation, un dispositif de traitement agencé pour délivrer, à partir des signaux fournis par les détecteurs (1-4), des signaux représentatifs des coordonnées du missile, caractérisé par le fait qu'il comporte des moyens (32, 20; 40, 50, 32) agencés pour associer simultanément au moins deux détecteurs (1, 3; 2,4) à deux champs d'observation différents, respectivement.

2 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait que lesdits moyens d'association comprennent des moyens (32) agencés pour engendrer deux déviations différentes d'un faisceau incident.

3 - Dispositif selon la revendication 2, caractérisé par le fait que lesdits moyens agencés pour engendrer deux déviations différentes comprennent un premier prisme périphérique (35) et un deuxième prisme central (36), de même angle au sommet, les deux prismes étant disposés avec leurs dièdres respectifs décalés angulairement autour de l'axe de l'objectif de focalisation (33).

4 - Dispositif selon la revendication 3, caractérisé par le fait que les dièdres des deux prismes périphérique (35) et central (36) sont décalés d'un angle  $\pi$ .

5 - Dispositif selon l'une des revendications 2 à 4, caractérisé par le fait que lesdits moyens (32) agencés pour engendrer deux déviations différentes sont disposés en avant de l'objectif de focalisation (33).

6 - Dispositif selon l'une des revendications 2 à 5, caractérisé par le fait que lesdits moyens d'association comprennent au moins un système afocal (20; 40, 50) en avant desdits moyens (32) agencés pour engendrer deux déviations différentes.

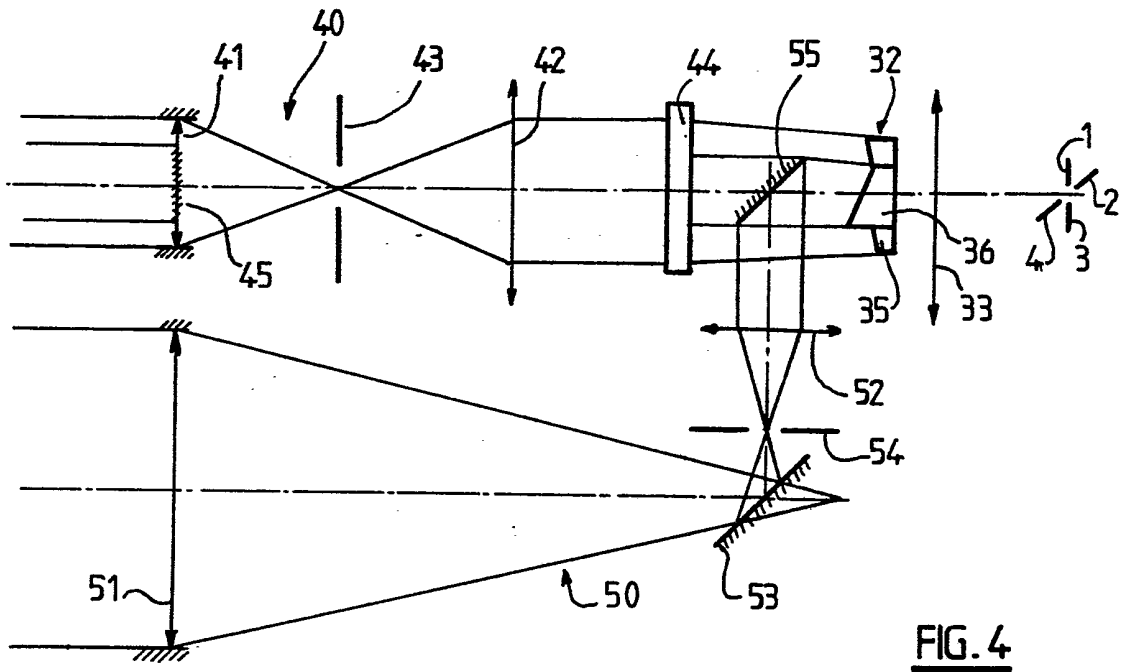
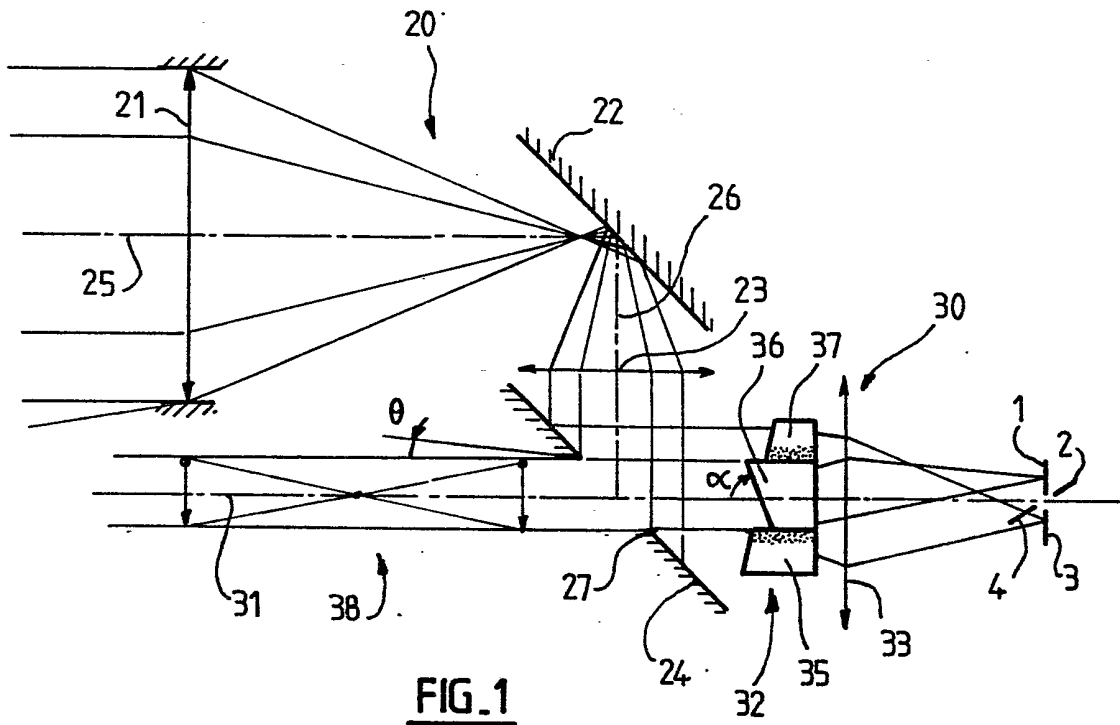
7 - Dispositif selon la revendication 6, caractérisé par le fait que lesdits moyens d'association comprennent un miroir (24) percé d'un orifice elliptique (27) centré sur l'axe de l'objectif de focalisation (33), et disposé en avant desdits moyens (32) agencés pour engendrer deux déviations différentes.

8 - Dispositif selon la revendication 6, caractérisé par le fait que lesdits moyens d'association comprennent deux systèmes afocaux (40, 50), disposés en avant desdits moyens (32) agencés pour engendrer deux déviations différentes, et pourvus chacun d'un diaphragme de champ (43,54).

9 - Dispositif selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé par le fait que le réseau de détecteurs comprend quatre détecteurs (1-4) disposés en croix à 90° les uns des autres.

10 - Dispositif selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé par le fait que les détecteurs (1-4) sont reliés aux entrées d'un multiplexeur analogique (12), dont la sortie est reliée au dispositif de traitement, le multiplexeur (12) comportant deux entrées de commande (13, 14), dont l'une (14) est reliée à la sortie d'une porte OU exclusif (15).

Pl. 1/2



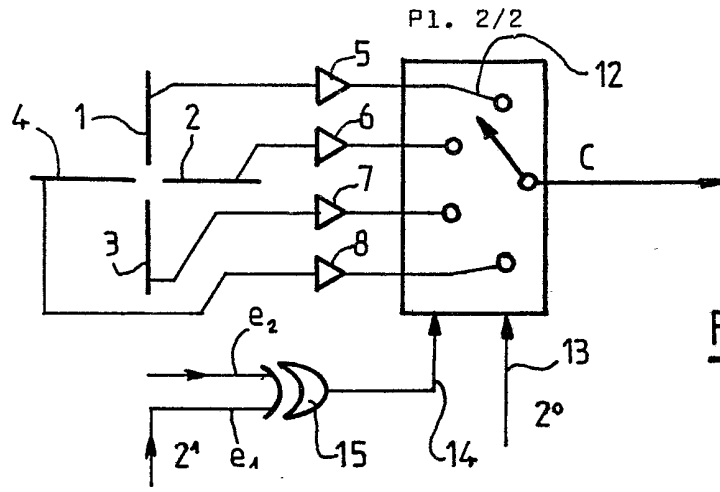


FIG. 2

