

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 740 123 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
01.03.2000 Bulletin 2000/09

(51) Int Cl.7: **F41G 7/30**

(21) Numéro de dépôt: **96400769.4**

(22) Date de dépôt: **10.04.1996**

(54) **Système pour déterminer la position et l'angle de roulis d'un mobile**

System zur Bestimmung der Lage und des Rollwinkels eines sich bewegenden Objektes

System for determining the location and the roll angle of a moving body

(84) Etats contractants désignés:
BE CH DE ES GB IT LI NL PT SE

• **Merle, Jean-Pierre**
91400 Orsay (FR)

(30) Priorité: **24.04.1995 FR 9504868**

(74) Mandataire: **Bonnetat, Christian**
CABINET BONNETAT
29, rue de St. Pétersbourg
75008 Paris (FR)

(43) Date de publication de la demande:
30.10.1996 Bulletin 1996/44

(73) Titulaire: **Aerospatiale Matra**
75016 Paris (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 206 912 **EP-A- 0 313 246**

(72) Inventeurs:
• **Solenne, Thierry**
91440 Bures-sur-Yvette (FR)

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

EP 0 740 123 B1

Description

[0001] La présente invention concerne un système pour déterminer la position et l'angle de roulis d'un mobile.

[0002] Quoique non exclusivement, elle est particulièrement bien appropriée à la localisation et au guidage de missiles, notamment des missiles entraînés en rotation.

[0003] Pour guider un missile animé d'un mouvement de rotation autour de son axe longitudinal, par rapport à un axe de référence, par exemple la ligne de visée d'un système d'arme ayant lancé ledit missile, on actionne des dispositifs de pilotage, par exemple des impulseurs latéraux à générateur de gaz, des intercepteurs de jet ou des gouvernes, pendant des durées appropriées et à des instants déterminés, c'est-à-dire pour des positions déterminées desdits dispositifs de pilotage par rapport audit axe de référence.

[0004] Par conséquent, il est nécessaire, pour effectuer le guidage d'un tel missile, de connaître :

- d'une part, la position du missile par rapport audit axe de référence ; et
- d'autre part, l'angle de roulis du missile, permettant de déterminer la position desdits dispositifs de pilotage agencés à des endroits déterminés sur ledit missile.

[0005] Généralement, la détermination de la position et la détermination de l'angle de roulis sont effectuées indépendamment l'une de l'autre.

[0006] De nombreuses méthodes sont connues pour déterminer la position d'un mobile par rapport à un axe de référence, comme par exemple celle divulguée par le brevet FR-2 583 523 de la demanderesse.

[0007] La détermination de l'angle de roulis est généralement plus difficile à mettre en oeuvre et elle nécessite souvent des moyens auxiliaires coûteux.

[0008] De façon connue, l'angle de roulis peut être déterminé par une mesure effectuée à bord du missile, par exemple une mesure inertielle. Toutefois, une telle solution nécessite d'embarquer un matériel coûteux, sophistiqué et généralement fragile.

[0009] C'est pourquoi les mesures nécessaires à la détermination de l'angle de roulis sont généralement effectuées à partir du sol, notamment pour des missiles à coût réduit.

[0010] A cet effet, une solution connue préconise d'agencer sur ledit missile un dispositif optique comportant un catadioptré et un polariseur et d'illuminer ce dispositif optique à partir du sol. Le rayonnement réfléchi par ledit dispositif optique est ensuite détecté au sol et est traité de manière à en extraire l'angle de roulis dudit missile.

[0011] Toutefois, par cette méthode, subsiste une ambiguïté de 180° sur la valeur de l'angle de roulis déterminé. Il est alors nécessaire de prévoir des moyens supplémentaires pour lever cette indétermination, comme par exemple ceux proposés par les brevets européens EP-0 485 292 et EP-0 628 782, ce qui augmente d'ailleurs encore le coût de mise en oeuvre de cette solution.

[0012] La présente invention a pour objet de remédier à ces inconvénients. Elle concerne un système précis et à coût réduit permettant de déterminer à la fois l'angle de roulis et la position par rapport à un axe de référence d'un mobile.

[0013] A cet effet, ledit système comportant un détecteur optique disposé à poste fixe et susceptible de réaliser une prise d'image de l'environnement dudit axe de référence dans lequel ledit mobile est susceptible de se déplacer, est remarquable, selon l'invention, en ce qu'il comporte :

- trois éléments optiques montés sur ledit mobile et susceptibles d'engendrer des éclats lumineux en direction dudit détecteur optique, un premier et un deuxième desdits éléments optiques formant une ligne de base étant montés de façon diamétralement opposée par rapport audit axe longitudinal et le troisième élément optique étant agencé sur une droite au moins sensiblement perpendiculaire à cette ligne de base passant par ledit axe longitudinal ; et

- un calculateur relié audit détecteur optique et susceptible de déterminer la position et l'angle de roulis dudit mobile à partir de la position desdits éléments optiques dans une prise d'image réalisée par ledit détecteur optique captant lesdits éclats lumineux, ledit angle de roulis correspondant à l'angle entre ladite ligne de base et un axe d'un repère de référence déterminé, l'ambiguïté de 180° sur ledit angle de roulis étant levée par la position du troisième élément optique, et la position dudit mobile par rapport audit axe de référence étant obtenue à partir de la projection de la position dudit troisième élément optique sur ladite ligne de base.

[0014] Ainsi, grâce à l'invention, on peut déterminer simultanément, à partir d'une seule prise d'image, la position par rapport audit axe de référence et l'angle de roulis dudit mobile.

[0015] De plus, la mise en oeuvre de l'invention est peu coûteuse, puisque l'essentiel des éléments du système conforme à l'invention, excepté bien entendu les éléments optiques, existent déjà sur un système de guidage de mobile, auquel le système conforme à l'invention est généralement associé.

[0016] De façon avantageuse, lorsque ledit mobile comporte quatre ailettes uniformément réparties sur sa périphérie, comme c'est le cas pour de nombreux types de missiles, on agence les éléments optiques aux extrémités radialement externes respectivement de trois desdites ailettes.

[0017] Un tel agencement permet d'éloigner les éléments optiques le plus possible de l'axe longitudinal du

mobile et permet ainsi de protéger lesdits éléments optiques, ainsi que les éclats lumineux engendrés, contre les perturbations que pourrait engendrer une éventuelle fumée produite à l'arrière dudit mobile à proximité de son axe longitudinal lors de la propulsion dudit mobile, comme c'est le cas pour certains types de missiles.

[0018] Par ailleurs, selon l'invention, les éléments optiques utilisés peuvent être réalisés avantageusement de différentes manières.

[0019] Ainsi, dans un premier mode de réalisation, lesdits éléments optiques sont simplement des émetteurs d'éclats lumineux, par exemple des balises lumineuses, tandis que, dans un second mode de réalisation, le système conforme à l'invention comporte un générateur d'éclats lumineux monté à poste fixe à proximité dudit détecteur optique et susceptible d'émettre des éclats lumineux au moins dans l'environnement dudit axe de référence, et lesdits éléments optiques sont des réflecteurs de lumière susceptibles de réfléchir les éclats lumineux reçus dudit générateur d'éclats lumineux.

[0020] Les figures du dessin annexé feront bien comprendre comment l'invention peut être réalisée. Sur ces figures, des références identiques désignent des éléments semblables.

[0021] La figure 1 montre de façon schématique le système conforme à l'invention associé à un mobile.

[0022] La figure 2 représente une prise d'image montrant le mobile et permettant d'illustrer la mise en oeuvre de l'invention.

[0023] Le système 1 conforme à l'invention et représenté sur la figure 1 est destiné à déterminer en continu l'angle de roulis, ainsi que la position par rapport à un axe de référence OX, d'un mobile 2, en l'occurrence d'un missile.

[0024] L'axe de référence OX représente par exemple la ligne de visée d'un système d'arme non représenté, par exemple un système anti-char, équipé du système 1 conforme à l'invention et pointé sur une cible non représentée devant être atteinte par ledit missile 2.

[0025] Les données déterminées par le système 1 et fournies au système d'arme peuvent notamment être utilisées pour élaborer des ordres de guidage destinés à guider le missile 2 le long dudit axe de référence OX.

[0026] Selon l'invention, ledit système 1 comporte :

- un détecteur optique 3 monté à poste fixe, par exemple dans ledit système d'arme ;
- un calculateur 4 relié audit détecteur optique 3 par une liaison 5 ;
- un générateur 6 d'éclats lumineux 7 monté à poste fixe, à proximité dudit détecteur optique 3, par exemple également dans ledit système d'arme ; et
- trois éléments optiques 8, 9, 10 montés sur ledit missile 2.

[0027] Lesdits éléments optiques 8, 9 et 10 représentent des réflecteurs de lumière qui sont agencés selon

l'invention de manière particulière sur ledit missile 2, à savoir plus précisément :

- les éléments optiques 8 et 9 sont agencés de façon diamétralement opposée par rapport à l'axe longitudinal L-L dudit missile 2 de forme cylindrique, lesdits éléments optiques 8 et 9 définissant une ligne de base LB représentée sur la figure 2 et précisée ci-dessous ; et
- l'élément optique 10 est agencé sur une perpendiculaire PE à ladite ligne de base LB passant par ledit axe longitudinal L-L.

[0028] Lesdits éléments optiques 8, 9 et 10 sont destinés à réfléchir, en direction du détecteur optique 3, les éclats lumineux 7 reçus dudit générateur 6.

[0029] Lorsque le missile 2 comporte quatre ailettes 11 uniformément réparties sur sa périphérie, on agence de préférence lesdits éléments optiques 8, 9 et 10 aux extrémités radialement externes 11A de trois desdites ailettes 11, tel que représenté sur la figure 1.

[0030] Ceci permet d'éviter que de la fumée F, ou éventuellement une flamme, produite lors de la propulsion à l'arrière du missile 2, à proximité de l'axe L-L, ne perturbe lesdits éclats lumineux 7, avant et/ou après leur réflexion sur les éléments optiques 8, 9 et 10.

[0031] Lesdits éclats lumineux 7 émis par le générateur 6 et réfléchis par les éléments optiques 8, 9 et 10 sont détectés par le détecteur optique 3.

[0032] A cet effet, ledit détecteur optique 3, qui représente par exemple une caméra visible ou infrarouge, comporte de façon connue :

- une matrice plane 12 d'éléments photosensibles 13, par exemple du type à transfert de charge, qui est perpendiculaire à l'axe de référence OX ;
- une optique 14 susceptible de former sur ladite matrice 12 l'image de l'environnement dudit axe de référence OX ; et
- un moyen électronique 15 relié par une liaison 16 à ladite matrice 12 et susceptible de réaliser des prises d'image PI dudit environnement.

[0033] Dans un premier mode de réalisation non représenté, ledit générateur 6 illumine en continu lesdits éléments optiques 8, 9 et 10, ce qui permet d'effectuer une prise d'image à tout instant, puisque les éléments optiques 8, 9 et 10 réfléchissent alors en continu la lumière reçue.

[0034] Toutefois, de préférence, dans un second mode de réalisation, on prévoit une synchronisation entre la génération des éclats lumineux 7 par le générateur 6 et la prise d'image par l'électronique 15.

[0035] A cet effet, le système 1 comporte une unité de commande 17 qui est reliée par l'intermédiaire de liaisons 18 et 19 respectivement au générateur 6 et à l'électronique 15 et qui commande simultanément ces derniers.

[0036] Ladite unité de commande 17 peut en particulier :

- soit être actionnée par un utilisateur du système 1 conforme à l'invention, lorsque celui-ci souhaite connaître la position et l'angle de roulis du missile 2 ;
- soit comporter une horloge qui actionne ladite unité de commande 17 à intervalles de temps réguliers.

[0037] Les éclats lumineux 7 captés par le détecteur optique 3 sont susceptibles d'activer les éléments photosensibles 13 de la matrice 12, et donc de pouvoir être repérés sur une prise d'image PI.

[0038] Selon l'invention, le calculateur 4 détermine l'angle de roulis et la position du missile 2, à partir de la position desdits éléments optiques 8, 9 et 10 dans une telle prise d'image PI, comme représenté sur la figure 2.

[0039] A cet effet, on détermine sur ladite prise d'image PI un repère de référence OYZ défini dans le plan de la matrice 12 et tel que :

- l'axe OY correspond à la ligne de base LB passant par les éléments optiques 8 et 9 sur une prise d'image du missile 2, lorsque ce dernier ne présente aucun roulis ; et
- l'axe OZ est perpendiculaire à l'axe OY.

[0040] Par conséquent, selon l'invention, pour déterminer l'angle de roulis du missile 2, on détermine sur la prise d'image PI l'angle ϕ entre ledit axe OY et la ligne de base LB définie par les éléments optiques 8 et 9. L'indétermination de 180° qui existe alors pour l'angle de roulis est levée par la position de l'élément optique 10, par rapport à cette ligne de base LB.

[0041] On remarquera que, pour bien expliciter et illustrer la position desdits éléments optiques 8, 9 et 10, on a également représenté sur la figure 2, en trait continu, le corps du missile 2 vu de l'arrière et les ailettes 11, bien que ces éléments ne soient généralement pas visibles sur une telle prise d'image, seuls les éléments optiques 8, 9 et 10 apparaissant en réalité.

[0042] En outre, pour déterminer la position du missile 2 par rapport à l'axe de référence OX qui est perpendiculaire au plan de la prise d'image PI et qui passe par le point O représenté, on détermine la distance D entre ledit point O et l'axe longitudinal L-L du missile 2, indiqué par un point P sur la prise d'image PI. Ledit point P correspond à la projection de l'élément optique 10 sur la ligne de base LB (suivant la perpendiculaire PE). La position dudit point P dans le repère de référence OYZ indique donc la position recherchée du missile 2 par rapport à l'axe de référence OX.

[0043] Bien entendu, dans le cas où le plan formé par les trois détecteurs optiques 8, 9 et 10 sur le missile 2 est parallèle au plan de la matrice 12 du détecteur optique 3, ce point P correspond au centre des éléments optiques 8 et 9, tel que représenté.

[0044] Ainsi, grâce à l'invention, on peut déterminer de manière simple, efficace et simultanée la position et l'angle de roulis ϕ du missile 2.

[0045] De plus, la mise en oeuvre de l'invention est peu coûteuse, puisque l'essentiel des éléments du système 1 existent déjà sur un système de guidage de missile auquel le système 1 est généralement associé. Ainsi, seuls les éléments optiques 8, 9 et 10, par exemple de simples miroirs, sont à monter de façon spécifique et sont perdus après la mise en oeuvre de l'invention.

[0046] Dans un autre mode de réalisation non représenté, les éléments optiques sont des émetteurs individuels émettant des rayonnements susceptibles d'être captés par le détecteur optique 3. Ces émetteurs peuvent émettre, soit en continu, soit à des instants déterminés. Dans ce dernier cas, il est nécessaire de prévoir une synchronisation, par exemple du type radioélectrique, entre lesdits émetteurs et l'électronique 15 effectuant les prises d'image.

[0047] Comme indiqué précédemment, les données calculées par le système 1 peuvent être utilisées pour guider le missile 2. Ainsi, les éclats lumineux 7 servent non seulement à la localisation, mais encore à la télécommande du missile 2 à partir du poste de tir et de guidage 3, 4, 6, 17. Notamment, la présente invention est particulièrement bien adaptée pour déterminer les ordres de guidage d'un missile entraîné en rotation et dont le guidage est mis en oeuvre par des dispositifs de pilotage non représentés, par exemple des impulseurs latéraux à générateur de gaz ou des gouvernes, agencés à la périphérie du missile et activés pendant des durées appropriées, à des instants déterminés en fonction de la position et de l'angle de rotation, c'est-à-dire l'angle de roulis, du missile, donc en fonction des données déterminées par la présente invention.

Revendications

1. Système pour déterminer l'angle de roulis (ϕ), ainsi que la position par rapport à un axe de référence (OX), d'un mobile (2) présentant un axe longitudinal (L-L), ledit système (1) comportant un détecteur optique (3) disposé à poste fixe et susceptible de réaliser une prise d'image (PI) de l'environnement dudit axe de référence (OX) dans lequel ledit mobile (2) est susceptible de se déplacer, caractérisé en ce qu'il comporte :

- trois éléments optiques (8, 9, 10) montés sur ledit mobile (2) et susceptibles d'engendrer des éclats lumineux (7) en direction dudit détecteur optique (3), un premier et un deuxième desdits éléments optiques (8, 9) formant une ligne de base (LB) étant montés de façon diamétralement opposée par rapport audit axe longitudinal (L-L) et le troisième élément optique (10) étant agencé sur une droite au moins sensible-

- ment perpendiculaire (PE) à cette ligne de base (LB) passant par ledit axe longitudinal ; et
- un calculateur (4) relié audit détecteur optique (3) et susceptible de déterminer la position et l'angle de roulis (ϕ) dudit mobile (2) à partir de la position desdits éléments optiques (8, 9, 10) dans une prise d'image (PI) réalisée par ledit détecteur optique (3) captant lesdits éclats lumineux (7), ledit angle de roulis (ϕ) correspondant à l'angle entre ladite ligne de base (LB) et un axe (OY) d'un repère de référence déterminé (OYZ), l'ambiguïté de 180° sur ledit angle de roulis étant levée par la position dudit troisième élément optique (10), et la position dudit mobile (2) par rapport audit axe de référence (OX) étant obtenue à partir de la projection de la position dudit troisième élément optique (10) sur ladite ligne de base (LB).
2. Système selon la revendication 1, ledit mobile (2) comportant quatre ailettes (11) uniformément réparties sur sa périphérie, caractérisé en ce que lesdits éléments optiques (8, 9, 10) sont agencés aux extrémités radialement externes (11A) respectivement de trois desdites ailettes (11).
 3. Système selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que lesdits éléments optiques sont des émetteurs d'éclats lumineux.
 4. Système selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comporte un générateur (6) d'éclats lumineux (7) monté à poste fixe à proximité dudit détecteur optique (3) et susceptible d'émettre des éclats lumineux (7) au moins dans l'environnement dudit axe de référence (OX), et en ce que lesdits éléments optiques (8, 9, 10) sont des réflecteurs de lumière susceptibles de réfléchir les éclats lumineux (7) reçus dudit générateur (6).

Patentansprüche

1. System zur Bestimmung des Rollwinkels (ϕ) sowie der Lage gegenüber einer Bezugsachse (OX) eines sich bewegenden Objekts (2) mit einer Längsachse (L-L), wobei das System (1) einen fest angebrachten optischen Detektor (3) hat, der eine Bilderfassung (PI) der Umgebung der Bezugsachse (OX) vornehmen kann, in der sich das sich bewegende Objekt (2) bewegen kann, dadurch gekennzeichnet, daß es umfaßt:
 - drei am sich bewegenden Objekt (2) angebrachte optische Elemente (8, 9, 10), die in Richtung des optischen Detektors (3) Lichtblitze (7) erzeugen können, wobei ein erstes und

- ein zweites optisches Element (8, 9), die eine Grundlinie (LB) bilden, diametral entgegengesetzt zur Längsachse (L-L) angebracht sind und das dritte optische Element (10) in einer zumindest annähernden Senkrechten (PE) zu dieser durch die Längsachse verlaufenden Grundlinie (LB) angeordnet ist, und
- einen mit dem optischen Detektor (3) verbundenen Rechner (4), der die Lage und den Rollwinkel (ϕ) des sich bewegenden Objekts (2) aus der Lage der optischen Elemente (8, 9, 10) in einer Bilderfassung (PI) bestimmen kann, die von dem die Lichtblitze (7) erfassenden optischen Detektor (3) verwirklicht wird, wobei der Rollwinkel (ϕ) dem Winkel zwischen der Grundlinie (LB) und einer Achse (OY) eines bestimmten Bezugssystems (OYZ) entspricht, die Unbestimmtheit des Rollwinkels von 180° durch die Lage des dritten optischen Elements (10) aufgehoben wird und die Lage des sich bewegenden Objekts (2) gegenüber der Bezugsachse (OX) aus der Projektion der Lage des dritten optischen Elements (10) auf die Grundlinie (LB) erzielt wird.

2. System nach Anspruch 1, wobei das sich bewegende Objekt (2) vier gleichmäßig an seinem Umfang verteilte Flügel (11) hat, dadurch gekennzeichnet, daß die optischen Elemente (8, 9, 10) an den radial externen Enden (IIA) von jeweils drei der Flügel (11) angeordnet sind.
3. System nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die optischen Elemente Lichtblitzstrahler sind.
4. System nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß es einen Generator (6) von Lichtblitzen (7) hat, der fest in der Nähe des optischen Detektors (3) angebracht ist und zumindest in die Umgebung der Bezugsachse (OX) Lichtblitze (7) abgeben kann, und dadurch, daß die optischen Elemente (8, 9, 10) Lichtreflektoren sind, die die vom Generator (6) erhaltenen Lichtblitze (7) reflektieren können.

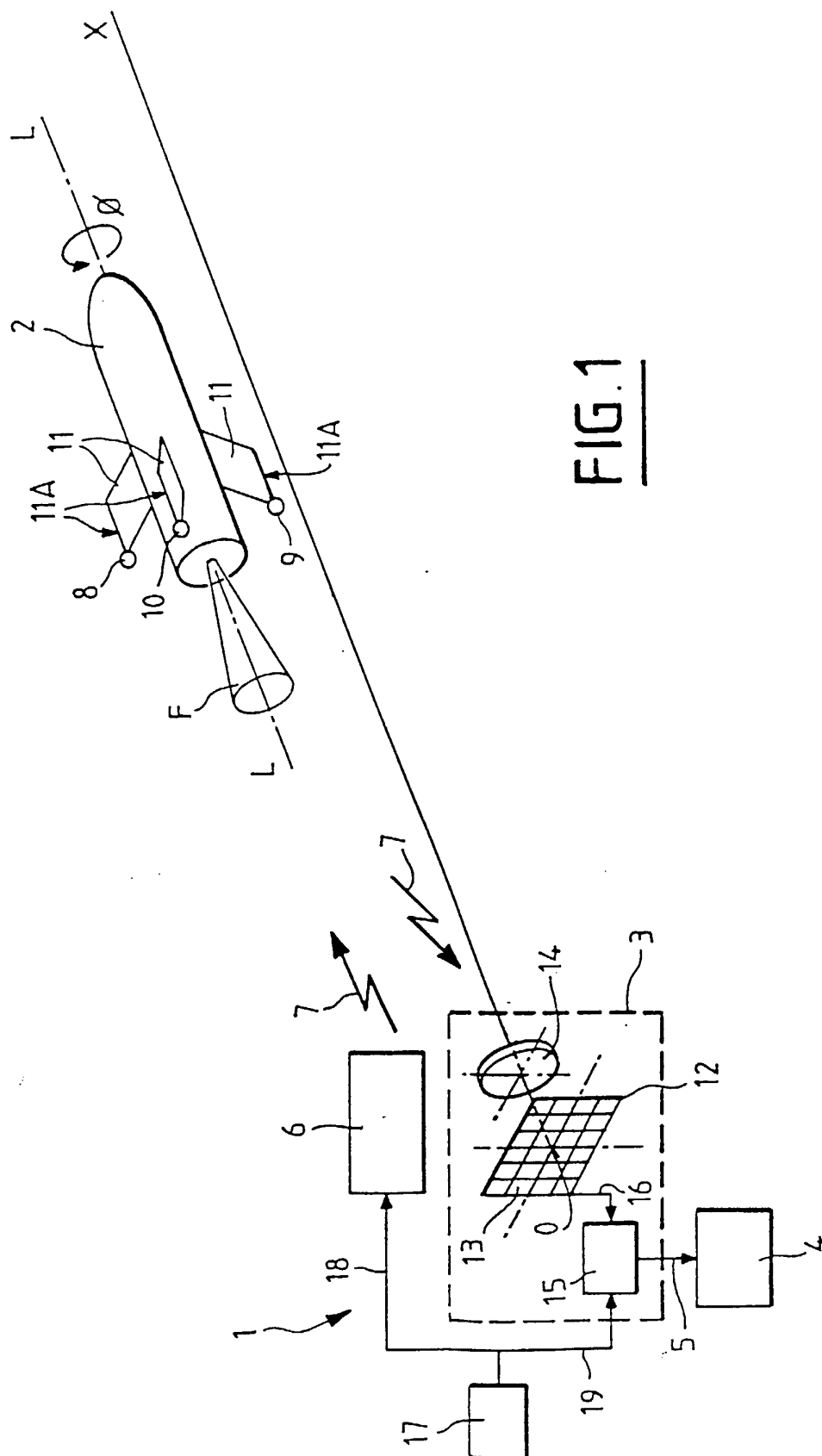
Claims

1. A system for determining the roll angle (ϕ), as well as the position with respect to a reference axis (OX), of a moving body (2) having a longitudinal axis (L-L), said system (1) including a stationary optical detector (3) capable of taking a picture (PI) of the area around said reference axis (OX) in which said moving body (2) is likely to move, characterized in that it includes:
 - three on the moving body (2) attached optical elements (8, 9, 10), which in the direction of the optical detector (3) can produce light flashes (7), where a first and

- three optical elements (8, 9, 10) mounted on said moving body (2) and capable of generating light flashes (7) in the direction of said optical detector (3), a first and a second of said optical elements (8, 9), forming a baseline (LB), being mounted so as to be diametrically opposed with respect to said longitudinal axis (L-L) and the third optical element (10) being arranged on a line (PE) at least substantially perpendicular to this baseline (LB) passing through said longitudinal axis; and
 - a computer (4) linked to said optical detector (3) and capable of determining the position and roll angle (ϕ) of said moving body (2) from the position of said optical elements (8, 9, 10) in a picture (PI) taken by said optical detector (3) which detects said light flashes (7), said roll angle (ϕ) corresponding to the angle between said baseline (LB) and one axis (OY) of a defined reference-axis system (OYZ), the ambiguity of 180° in said roll angle being removed by the position of said third optical element (10), and the position of said moving body (2) with respect to said reference axis (OX) being obtained from the projection of the position of said third optical element (10) on said baseline (LB).
2. The system as claimed in Claim 1, said moving body (2) having four fins (11) uniformly distributed over its periphery, characterized in that said optical elements (8, 9, 10) are arranged at the radially external ends (11A), respectively, of three of said fins (11).
3. The system as claimed in either of claims 1 and 2, characterized in that said optical elements are light-flash emitters.
4. The system as claimed in either of claims 1 and 2, characterized in that it includes a generator (6) for generating light flashes (7), which is stationarily mounted in the vicinity of said optical detector (3) and capable of emitting light flashes (7), at least in the area around said reference axis (OX), and in that said optical elements (8, 9, 10) are light reflectors capable of reflecting the light flashes (7) received from said generator (6).

50

55



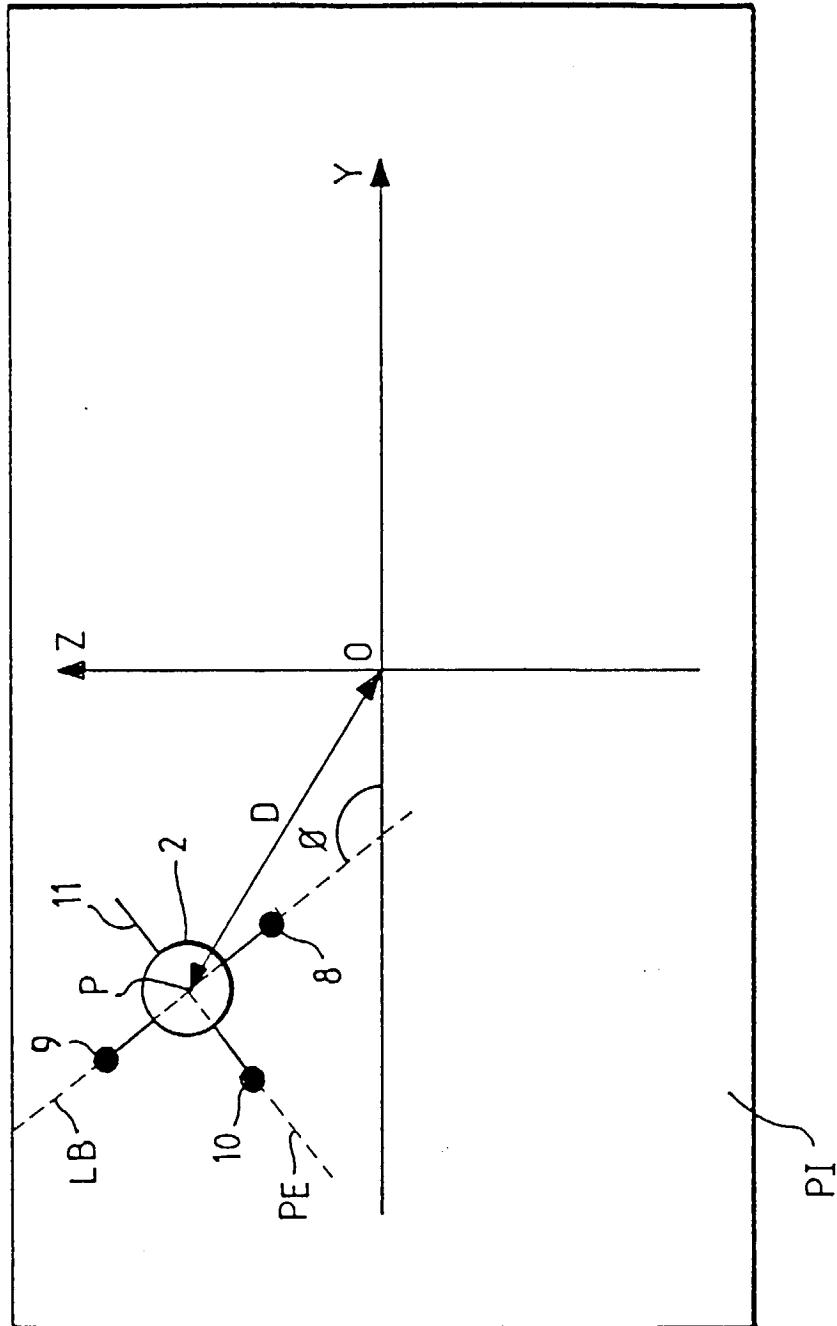


FIG. 2