



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Numéro de publication: **0 419 320 A1**

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: 90402493.2

(51) Int. Cl.⁵: **F41G 3/32**

(22) Date de dépôt: 11.09.90

(30) Priorité: 19.09.89 FR 8912257

(43) Date de publication de la demande:
27.03.91 Bulletin 91/13

(84) Etats contractants désignés:
BE DE ES GB IT NL

(71) Demandeur: **THOMSON-CSF**
51, Esplanade du Général de Gaulle
F-92800 Puteaux(FR)

(72) Inventeur: **Pepin, Christian**

THOMSON-CSF, SCPI, Cédex 67
F-92045 Paris la Défense(FR)
Inventeur: **Vilbois, Vincent**
THOMSON-CSF, SCPI, Cédex 67
F-92045 Paris la Défense(FR)
Inventeur: **Audion, Marc**
THOMSON-CSF, SCPI, Cédex 67
F-92045 Paris la Défense(FR)

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

(54) **Dispositif d'harmonisation automatique pour un système optronique.**

(57) Ce dispositif permet d'harmoniser les axes optiques d'un système comportant par exemple : un écartomètre infrarouge une caméra de télévision, sensible dans la bande visible ; et un télémètre à laser, qui n'émet pas dans les domaines de sensibilité spectrale de l'écartomètre et de la caméra.

Un mode de réalisation comporte :

- une source de rayonnement visible collimaté, associée au laser ;
- un collimateur (20), à large bande, comportant dans son plan focal, un écran (22) découpé de trous (23) constituant un réticule éclairé par une ampoule à incandescence (21), la surface (26) de l'écran (22)

étant recouverte de microbilles de verre.

La source associée au laser forme sur l'écran (22) une tâche lumineuse qui est visible par la caméra de télévision. Les trous (23) forment un réticule visible à la fois par la caméra de télévision et par l'écartomètre. L'écartomètre détermine l'écart entre l'image du réticule et un point de référence sur son capteur d'images. Un processeur d'image associé à la caméra de télévision détermine l'écart, sur le capteur d'image de la caméra, entre l'image du réticule et l'image de la tâche lumineuse.

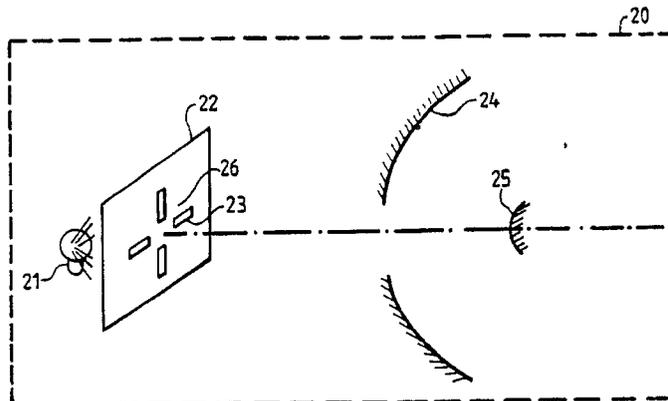


FIG.2

EP 0 419 320 A1

DISPOSITIF D'HARMONISATION AUTOMATIQUE POUR UN SYSTÈME OPTRONIQUE

L'invention concerne un dispositif d'harmonisation automatique pour un système optronique comportant un laser et deux capteurs d'images fonctionnant respectivement dans deux domaines différents de sensibilité spectrale. Par exemple le système comporte : un télémètre à laser ; un écartomètre ; et un dispositif de poursuite et d'identification. Ces dispositifs comportent une voie optique commune constituée notamment par des moyens pour orienter une ligne de visée commune. L'harmonisation consiste à superposer les axes optiques de ces trois dispositifs afin qu'ils aient une ligne de visée commune. En général, une harmonisation effectuée sur un banc de test, en usine, n'est pas conservée après un certain temps d'utilisation opérationnelle du système. L'harmonisation doit pouvoir être refaite en cours d'utilisation opérationnelle, comme une phase particulière de fonctionnement, et doit être automatique. De plus, il est souhaitable de pouvoir changer un sous-ensemble du système, notamment le télémètre à laser, sans avoir à refaire de réglages manuels.

L'invention concerne plus particulièrement les systèmes optroniques dans lesquels l'écartomètre et le dispositif de poursuite et d'identification comportent respectivement deux capteurs d'images, fonctionnant respectivement dans deux domaines de sensibilité spectrale différents, n'ayant aucune longueur d'onde commune. Par exemple, l'écartomètre comporte un capteur d'images fonctionnant dans la bande de trois à cinq microns, ou dans la bande de huit à douze microns, pour localiser une cible en site et en gisement, alors que le dispositif d'identification et de poursuite comporte un capteur d'images fonctionnant dans la bande de 0,7 à 0,9 micron, c'est-à-dire la bande des radiations visibles et proche IR. Dans certaines applications, le télémètre à laser émet à une longueur d'onde n'appartenant à aucun de ces domaines de sensibilité spectrale, par exemple de 1,54 micron.

Le brevet US 4 155 096 décrit un dispositif d'harmonisation automatique pour un système optronique de désignation de cible, comportant un capteur d'images et un laser. Le laser a une longueur d'onde de 1,06 micron, qui appartient au domaine de sensibilité spectrale du capteur d'images, celui-ci s'étendant de 0,4 à 1,1 micron. Ce dispositif d'harmonisation comporte un coin de cube vers lequel est orientée la ligne de visée, pendant l'harmonisation. Celle-ci consiste en outre à allumer le laser. Le coin de cube réfléchit, vers le capteur d'images, une fraction du faisceau laser. Le faisceau laser forme donc une tâche lumineuse sur le capteur d'images. Un traitement d'images permet de déterminer l'écart entre cette tâche et le

centre du capteur d'images, et d'en déduire une correction d'harmonisation. Ce dispositif connu ne peut pas être utilisé lorsque le laser n'a pas une longueur d'onde comprise dans le domaine de sensibilité spectrale du capteur d'images.

Le brevet US 4 422 758 décrit un dispositif d'harmonisation pour un système optronique de désignation de cible, ce système comportant : un laser fonctionnant à 1,06 micron, un capteur d'images dans le domaine des radiations visibles, et un capteur d'images dans le domaine des radiations infrarouges. Le dispositif d'harmonisation comporte un collimateur vers lequel est dirigée la ligne de visée, pendant l'harmonisation. Une cible réfractaire est placée dans le plan focal du collimateur. Le laser est allumé et son rayonnement est focalisé sur la cible pour créer un point chaud émettant des radiations visibles et des radiations infrarouges. L'image de ce point chaud est détectable simultanément par les deux capteurs d'images et permet de mesurer les erreurs d'harmonisation de l'axe du laser par rapport aux axes des deux capteurs d'images. Ce dispositif a pour inconvénient de nécessiter la focalisation d'une énergie importante sur la cible réfractaire. L'obtention d'un point très chaud n'est pas facile à réaliser lorsque le laser n'a qu'une puissance moyenne ou faible. D'autre part, l'utilisation du laser conduit à une certaine consommation d'énergie et à une certaine réduction de la durée de vie du laser.

Le but de l'invention est de proposer un dispositif d'harmonisation indépendant de la puissance et de la longueur d'onde du laser. L'objet de l'invention est un dispositif permettant de réaliser une harmonisation en deux étapes. Une première étape est réalisée à l'aide d'une source associée au laser, de façon à avoir le même axe optique, et émettant dans le domaine de sensibilité spectrale d'un premier capteur. Une seconde étape est réalisée au moyen d'un collimateur à large bande comportant, dans son plan focal, un réticule émettant des radiations dans les domaines de sensibilité des deux capteurs, et qui est visible simultanément par ces deux capteurs.

Selon l'invention, un dispositif d'harmonisation automatique pour un système optronique comportant une pupille unique pour un laser, un premier, et un second capteur d'images, fonctionnant respectivement dans deux domaines différents de sensibilité spectrale ;

est caractérisé en ce qu'il comporte :

- une source de rayonnement collimaté, associée au laser, émettant dans l'axe optique du laser, avec une longueur d'onde appartenant au domaine de sensibilité spectrale du premier capteur ;

- des moyens optiques réfléchissant le rayonnement de la source associée au laser, pour former une tâche lumineuse sur le premier capteur ;
- un collimateur à large bande, comportant, dans son plan focal, un écran découpé de trous constituant un réticule éclairé par une source émettant dans les deux domaines de sensibilité spectrale ; ce collimateur étant placé de manière à être visible simultanément par le premier et le second capteur d'images, pour former sur ceux-ci respectivement deux images du réticule ;
- des moyens pour mesurer, sur le premier capteur, l'écart entre les positions de l'image du réticule et de la tâche formée par la source, et en déduire une première correction d'harmonisation ;
- des moyens pour mesurer, sur le second capteur, l'écart entre la position de l'image du réticule et un point de référence ; et en déduire une seconde correction d'harmonisation.

L'invention sera mieux comprise et d'autres détails apparaîtront à l'aide de la description ci-dessous et des figures l'accompagnant :

- la figure 1 représente le schéma synoptique d'un système optronique classique comportant un télémètre à laser, un dispositif d'identification et de poursuite, et un écartomètre ;
- la figure 2 représente schématiquement une partie d'un premier exemple de réalisation du dispositif d'harmonisation selon l'invention ;
- les figures 3 et 4 représentent le système optronique de la figure 1 et un premier exemple de réalisation du dispositif d'harmonisation selon l'invention, respectivement au cours des deux étapes de l'harmonisation ;
- les figures 5 et 6 illustrent le fonctionnement du premier exemple de réalisation du dispositif selon l'invention, et d'une variante de celui-ci ;
- les figures 7 et 8 représentent des diagrammes de transmission et de réflexion d'une surface dichroïque que comporte ce premier exemple de réalisation du dispositif selon l'invention ;
- les figures 9 et 10 représentent le système de la figure 1 muni respectivement d'un deuxième et d'un troisième exemple de réalisation du dispositif d'harmonisation selon l'invention ;
- la figure 11 représente des diagrammes de transmission et de réflexion d'une lame dichroïque que comporte l'exemple de réalisation représenté sur la figure 10.

La figure 1 représente un exemple de système optronique classique, sans dispositif d'harmonisation, afin d'illustrer le fonctionnement du système pendant son exploitation en dehors de la période d'harmonisation. Ce système comporte :

- un télémètre 2 comportant essentiellement un laser 12 émettant à la longueur d'onde de 1,54 micron ;
- un écartomètre 3 comportant notamment un cap-

teur d'images sensible dans le domaine infrarouge, de 0,7 à 0,9 micron ;

- un dispositif 4 d'identification et de poursuite de cible, comportant essentiellement un capteur d'images, 13, et un processeur de traitement d'images, 14.

Le télémètre 2, l'écartomètre 3, et le dispositif 4 ont une ligne de visée commune LV qui est orientable au moyen d'une tête de pointage commune, 1, comportant des miroirs mobiles, 10 et 11, mus par des servo-mécanismes non représentés qui sont commandés par des signaux fournis par le processeur de traitement d'images 14 afin de poursuivre une cible. Les rayons reçus par le système sont séparés par une lame dichroïque 8 qui laisse passer le rayonnement infrarouge destiné à l'écartomètre 3 et qui réfléchit le rayonnement visible destiné au dispositif 4. Le rayonnement infrarouge est ensuite dévié par un miroir 9, puis est focalisé par une lentille convergente 15 sur le capteur de l'écartomètre 3. Le rayonnement visible est ensuite focalisé par une lentille convergente 7 sur le capteur d'images 13.

Un cube dichroïque 5 est intercalé entre la lentille 7 et le capteur d'images 13, pour permettre de superposer l'axe optique du faisceau laser du télémètre 2, à l'axe optique du faisceau de rayonnement visible focalisé par la lentille 7. Le faisceau du télémètre 2 est fourni par un laser 12. Il traverse une lentille divergente 6, puis est réfléchi par la surface dichroïque du cube dichroïque 5, puis il traverse la lentille convergente 7, puis est réfléchi par la lame dichroïque 8, et enfin il traverse la tête de pointage 1. La lentille divergente 6 et la lentille convergente 7 constituent un système afocal qui agrandit le faisceau laser en réduisant sa divergence.

La figure 2 représente schématiquement une partie d'un premier exemple de réalisation du dispositif d'harmonisation, selon l'invention. Cette partie est un collimateur 20, à large bande, qui comporte : un système catoptrique du type Casse grain constitué de deux miroirs sphériques 24 et 25 ; un écran 22 découpé de trous 23 constituant un réticule qui est éclairé par une lampe 21 placée derrière l'écran 22. Le centre du réticule est aligné sur l'axe optique des miroirs 24 et 25. Les trous 23 sont au nombre de 4 et ont chacun une forme allongée. Ils forment une croix mais n'ont pas de point d'intersection. La surface 26 de l'écran 22, du côté du système catoptrique, est recouverte d'un matériau rétro réfléchissant, tel que la peinture vendue sous la marque SCOTCHLITE par la Société 3M. Cette peinture est constituée de micro-billes de verre fixées dans un liant transparent. Chaque micro-bille se comporte comme un coin de cube, renvoyant chaque rayon lumineux dans la direction d'où il vient.

La lampe 21 est une lampe à incandescence du type quartz-iodé, par exemple, munie d'un filtre. Cette lampe émet à la fois dans le domaine des radiations visibles et dans le domaine des radiations infrarouges. Le filtre permet d'équilibrer l'intensité lumineuse émise dans le domaine visible et l'intensité lumineuse émise dans le domaine de sensibilité spectrale du capteur de l'écartomètre 3.

Ce collimateur 20 est solidaire du système optronique. Il est situé en dehors du domaine angulaire utile du système mais il est situé dans le domaine accessible par la ligne de visée LV.

La figure 3 représente le même système que la figure 1 et un premier exemple de réalisation du dispositif selon l'invention. Cette figure illustre une première étape de l'harmonisation consistant à harmoniser l'axe optique du laser 12 avec l'axe optique du dispositif 4 d'identification et de poursuite. Ce premier exemple de réalisation du dispositif selon l'invention comporte, en plus du collimateur 20 : des moyens de commande 30 ; et une source de rayonnement collimaté qui est associée au laser 12 de façon à avoir un axe optique confondu avec celui du laser 12. Cette source est constituée d'une diode électroluminescente 29, d'une lentille convergente 28, et d'une lame dichroïque 27. Le faisceau lumineux émis par la diode 29 est rendu parallèle par la lentille 28 puis est réfléchi par la lame dichroïque 27 qui est inclinée à 45° par rapport à l'axe optique du laser 12. Les moyens de commande 30 possèdent des sorties reliées respectivement à des entrées de la tête de pointage 1, de la lampe 21, et de la diode 29.

Pendant la première étape de l'harmonisation, les moyens de commande 30 n'allument pas la lampe 21 mais allument la diode 29 pour qu'elle émette un rayonnement remplaçant le faisceau du laser 12 en ayant une longueur d'onde qui appartient au domaine de sensibilité du capteur d'images 13. Les rayons émis par la diode 29 sont réfléchis par la surface dichroïque du cube 5, puis sont transmis par la lentille 7, puis sont réfléchis par la surface dichroïque 8, puis sont transmis par la tête 1 en direction du collimateur 20.

Les moyens de commande 30 orientent la ligne de visée LV de la tête 1 en direction du collimateur 20 pendant toute la durée de l'harmonisation. Pendant la première étape de l'harmonisation, les moyens 30 n'allument pas la lampe 21, le réticule constitué par les trous 23 n'émet donc aucun rayon. Les rayons émis par la diode 29 sont focalisés par le système catadioptrique 24, 25 et forment une tâche lumineuse sur la surface 26 de l'écran 22. La peinture couvrant la surface 26 réfléchit ces rayons dans la direction d'où ils proviennent. Ils suivent le même chemin en sens inverse jusqu'au cube dichroïque 5. Environ 50% de l'énergie de ces rayons est réfléchi en direction

du télémètre 2 et environ 50% de l'énergie de ces rayons est transmise en direction du capteur 13. Pour obtenir une telle répartition de l'énergie réfléchi et de l'énergie transmise par le cube dichroïque 5, il est nécessaire que sa surface dichroïque ait une longueur d'onde de transition correspondant exactement à la longueur d'onde d'émission de la diode 29. La lame dichroïque 8 réfléchit intégralement les rayons émis par la diode 29 et les rayons renvoyés par le collimateur 20 car sa longueur d'onde de transition est située à des longueurs d'ondes supérieures à celles de l'émission de la diode 29.

La lentille 7 forme sur le capteur d'images 13 une image de la tâche lumineuse formée sur l'écran 22. Le processeur 14 détermine et mémorise la position de cette image. Cette position constitue une référence pour la seconde étape de l'harmonisation.

La figure 4 représente schématiquement le même système optronique et le même exemple de réalisation du dispositif selon l'invention, en illustrant la seconde étape de l'harmonisation. Les moyens de commande 30 n'allument plus la diode électroluminescente 29 mais allument la lampe 21 du collimateur 20. La ligne de visée LV de la tête 1 reste pointée en direction du collimateur 20. Les trous 23 découpés dans l'écran 22 constituent un réticule lumineux, en forme de croix, qui est visible simultanément dans le domaine des radiations visibles et dans le domaine des radiations infrarouges grâce au large spectre d'émission de la lampe à incandescence 21. Les rayons émis par le réticule sont transmis par le système catadioptrique, 24, 25, puis par la tête 1, puis sont séparés en deux faisceaux par la lame dichroïque 8.

La lame 8 transmet les rayons infrarouges en direction du miroir de renvoi 9, alors qu'elle réfléchit les rayons visibles, en direction de la lentille 7. La lentille 15 forme donc une image du réticule sur le capteur de l'écartomètre 3 et la lentille 7 forme une image du réticule sur le capteur d'images 13. La lame dichroïque du cube 5 laisse passer intégralement les rayons visibles issus de la lentille 7.

L'écartomètre 3 détermine la position de l'image du réticule sur son capteur, par rapport à un point de référence de ce capteur. Le processeur de traitement d'images 14 détermine la position de l'image du réticule sur le capteur 13, et la met en mémoire. Il détermine deux coordonnées traduisant l'écart entre la position de l'image du réticule et la position, déterminée précédemment, de l'image de la tâche lumineuse formée par la diode 29 sur l'écran 22. Les écarts ainsi déterminés par l'écartomètre 3 et par le processeur 14 permettent d'en déduire une première et une seconde correction d'harmonisation correspondant respectivement à l'erreur d'harmonisation de l'écartomètre par rap-

port au laser et à l'erreur d'harmonisation du dispositif 4 par rapport au laser.

Une première possibilité de réalisation de ces corrections consiste à mémoriser les écarts et à les soustraire aux mesures réalisées ultérieurement par l'écartomètre, d'une part, et par le processeur 14, d'autre part. Une seconde possibilité de correction consiste à annuler l'écart constaté par le dispositif 4, en modifiant l'orientation de l'axe optique du laser au moyen d'un miroir de renvoi monté sur trois cales piézoélectriques. La réalisation d'un tel miroir de renvoi et des circuits de commande des cales piézoélectriques est classique. Dans ce cas, il reste à corriger l'écart constaté par l'écartomètre 3, en soustrayant cet écart aux mesures réalisées ultérieurement par l'écartomètre 3.

La figure 5 représente l'écran 22 vu de face, lorsque la lumière émise par la diode électroluminescente 29 forme une tâche lumineuse 27 sur cet écran. La tâche lumineuse 27 a une forme circulaire, et une surface très supérieure à celle des trous 23 constituant le réticule.

La figure 6 représente une variante de réalisation 22' de l'écran 22, comportant des trous 23' qui constituent un réticule ayant la forme d'un carré dont les côtés sont interrompus, pour permettre de réaliser ce réticule par une photogravure sur une plaque métallique, par exemple. Les rayons émis par la diode 29 forment une tâche lumineuse 27'.

La largeur des trous 23' du réticule doit être faible par rapport au diamètre de la tâche lumineuse 27 ou 27', pour que la portion de surface non réfléchissante, située à l'intérieur de la tâche lumineuse, soit faible par rapport à la surface de cette tâche lumineuse.

L'harmonisation réalisée au moyen du dispositif selon l'invention peut être faite en deux étapes, comme elle a été décrite précédemment, mais elle peut aussi être faite en allumant simultanément la diode 29 et la lampe 21 du collimateur 20. Mais alors le traitement d'images réalisé par le processeur 14 est plus complexe puisqu'il doit distinguer sur le capteur 13 l'image de la tâche lumineuse 27 et l'image du réticule constitué par les trous 23 qui sont éclairés par la lampe 21. Néanmoins cette discrimination est réalisable par un procédé classique de reconnaissance de formes par corrélation, la forme de la tâche 27 et la forme des trous 23 étant connues a priori.

L'intensité lumineuse de l'image de la tâche 27 et l'intensité lumineuse de l'image du réticule, sur le capteur 13, peuvent être réglées indépendamment en agissant sur l'intensité du courant d'alimentation de la lampe 21 et sur l'intensité d'alimentation de la diode 29.

La modification d'un télémètre classique pour rajouter la source de rayonnement collimaté constituée de la diode 29, la lentille 28, et la lame

dichroïque 27, est à la portée de l'Homme de l'Art ; de même que les opérations de réglage de la lame 27 pour confondre l'axe du faisceau issu de cette source collimatée, avec l'axe de sortie du laser. Ce réglage peut être fait une fois pour toutes, en usine. Il est suffisamment stable pour permettre d'interchanger le laser et la source collimatée, sans avoir à refaire ce réglage.

Les figures 7 et 8 représentent des diagrammes illustrant le fonctionnement du cube dichroïque 5 respectivement dans deux variantes de ce premier exemple de réalisation, où la diode électroluminescente 29 émet à la longueur d'onde de 0,65 micron ou bien émet à la longueur d'onde de 0,9 micron. Dans les deux cas sa longueur d'onde d'émission est proche de l'une des extrémités du domaine de sensibilité spectrale du capteur d'images 13. En effet, le cube dichroïque 5 doit satisfaire à trois exigences simultanément :

- avoir un coefficient de réflexion voisin de 1 pour la longueur d'onde du laser : 1,54 micron ;
- avoir un coefficient de transmission voisin de 1 pour tout le domaine de sensibilité spectrale du capteur 13 : 0,7 à 1 micron dans cet exemple ;
- avoir un coefficient de réflexion et un coefficient de transmission voisins de 0,5 pour la longueur d'onde de la diode électroluminescente 29.

Un tel cube dichroïque est réalisable au moyen de procédés classiques consistant en des dépôts de couches dichroïques multiples.

La figure 7 représente le graphe du coefficient de transmission et le graphe du coefficient de réflexion du cube 5, en fonction de la longueur d'onde, pour la variante de réalisation comportant une diode 29 émettant à la longueur d'onde de 0,65 micron. Les deux graphes sont complémentaires car pratiquement toute l'énergie qui n'est pas transmise est réfléchi. Le graphe du coefficient de transmission comporte un plateau de valeur 1 entre 0,7 et 1 micron, avec une transition à 0,65 micron, passant à la valeur 0,5 pour la longueur d'onde de la diode, et une transition au dessus de 1 micron qui correspond à la limite de sensibilité du capteur 13, tout en étant inférieure à la longueur d'onde du laser : 1,54 micron.

La figure 8 représente le graphe du coefficient de transmission et le graphe du coefficient de réflexion du cube 5 pour la variante de réalisation comportant une diode 29 émettant à 0,9 micron, le laser ayant encore la même longueur d'onde : 1,54 micron. Le graphe du coefficient de transmission comporte un plateau de valeur 1 entre 0,7 micron et 0,85 micron environ, avec une transition à une longueur d'onde légèrement inférieure à 0,7 micron, qui est la première frontière du domaine de sensibilité du capteur 13, et une transition passant par la valeur 0,5 pour la longueur d'onde 0,9 micron qui est la longueur d'onde d'émission de la

diode, et qui est très proche de la seconde frontière du domaine de sensibilité du capteur 13, 1 micron ; tout en étant inférieure à la longueur d'onde du laser : 1,54 micron.

Naturellement, il est possible de permuter la position du télémètre 2 et la position du dispositif 4 d'identification et de poursuite, à condition d'utiliser un cube dichroïque 5 dont les graphes des coefficients de transmission et de réflexion sont permutés, par rapport à ceux décrits précédemment.

Les moyens optiques réfléchissant le rayonnement de la source associée au laser peuvent être différents des microbilles couvrant la surface de l'écran 22 du collimateur 20. Dans un deuxième exemple de réalisation, ces moyens sont constitués d'un revêtement métallique constituant un miroir plan dans le plan focal du collimateur. Le collimateur se comporte alors comme une lentille convergente munie d'un miroir plan dans son plan focal, il renvoie un rayon lumineux parallèlement à lui-même. Dans un troisième exemple de réalisation, ces moyens sont constitués par un coin de cube placé à côté du collimateur 20, dans le domaine angulaire accessible à la ligne de visée LV. Il est alors nécessaire que les moyens de commande 30 déplacent la ligne de visée successivement en direction du coin de cube et en direction du collimateur 20 pour réaliser respectivement la première et la seconde étape de l'harmonisation.

La figure 9 représente un deuxième exemple de réalisation du dispositif selon l'invention, dans lequel les moyens optiques rétro réfléchissant sont constitués d'un coin de cube 26" placé dans le prolongement du faisceau collimaté émis par la diode 29, la lentille 28, et la lame semi-transparente 27, au-delà du cube dichroïque 5. Le cube dichroïque 5 est le même que dans le premier exemple de réalisation décrit précédemment. Il réfléchit 50% de l'énergie du rayonnement de la diode en direction de la lame dichroïque 8, sans aucune utilité, et il en transmet 50% vers le coin de cube 26". Les rayons réfléchis par le coin de cube 26" sont parallèles aux rayons arrivant sur celui-ci et ils reviennent donc sur la surface dichroïque du cube 5. Celle-ci réfléchit 50% de leur énergie en direction du capteur d'images 13 où ils sont focalisés par une lentille convergente 33, et elle transmet 50% de l'énergie en direction de la diode 29, sans aucune utilité.

Il est à remarquer que les lentilles 6 et 7, qui formaient un système afocal, sont supprimées. Entre la lame dichroïque 8 et le cube dichroïque 5, est ajouté un système afocal constitué d'une lentille divergente 31 et d'une lentille convergente 32, ayant pour fonction d'agrandir le faisceau du laser en réduisant sa divergence. La lentille convergente 33 est ajoutée entre le cube 5 et le capteur d'images 13 afin de focaliser sur ce dernier les rayons

lumineux parallèles provenant soit du système afocal 31, 32, soit provenant de la diode 29 et collimatés par la lentille 28.

Sur la figure 9, les rayons provenant du réticule du collimateur 20 sont représentés en même temps que les rayons provenant de la diode 29, ce qui correspond au cas où les deux étapes de l'harmonisation sont réalisées simultanément. Les rayons provenant du réticule sont représentés avec une simple flèche. Les rayons provenant de la diode 29 sont représentés avec une double flèche.

La figure 10 représente schématiquement un troisième exemple de réalisation adapté à un système optronique analogue à ceux décrits précédemment mais dans lequel le laser est un laser à effet Raman. Ce laser à effet Raman comporte un laser d'excitation 40, du type YAG, émettant à la longueur d'onde de 1,06 micron, et une cellule à effet Raman 42 qui convertit l'énergie du laser d'excitation en une radiation laser de longueur d'onde 1,54 micron. Un miroir de renvoi 41 est intercalé entre le laser 40 et la cellule 42. Un dispositif de filtrage est intercalé entre la cellule 42 et la sortie du télémètre 2. Ce dispositif de filtrage est constitué d'un absorbeur 44 et d'une lame dichroïque 43, inclinée à 45° par rapport à l'axe optique du faisceau laser sortant de la cellule 42, pour dévier les radiations de longueur d'onde 1,06 micron vers l'absorbeur 44. Dans un télémètre classique, ce dispositif de filtrage élimine totalement les radiations de longueur d'onde 1,06 micron.

Pour constituer une source de rayonnement collimaté émettant dans l'axe optique de la sortie du télémètre laser, il est envisageable de modifier le dispositif de filtrage, de façon à laisser sortir du télémètre une fraction des radiations de longueur d'onde 1,06 micron, ce qui évite d'avoir à ajouter le dispositif décrit précédemment, constitué d'une diode électroluminescente 29, d'une lentille convergente 28, et d'une lame dichroïque 27. Par contre, cette variante a pour inconvénient de nécessiter le fonctionnement du télémètre à laser pendant l'harmonisation du système.

La longueur d'onde de 1,06 micron peut être dangereuse pour les yeux, alors que la longueur d'onde de 1,54 micron n'est pas dangereuse. En pratique, l'énergie du rayonnement nécessaire pour réaliser l'harmonisation est très inférieure à l'intensité maximale admissible sans danger pour les yeux. En outre, il est toujours possible de prévoir un filtre réjecteur pour la longueur d'onde de 1,06 micron, inséré entre le cube dichroïque 5 et la tête de pointage 1.

Ce troisième exemple de réalisation a pour avantage d'éviter de rajouter une diode électroluminescente 29, une lentille convergente 28 et une lame dichroïque 27. Il nécessite seulement de mo-

difier un peu le filtre de sortie, afin qu'il laisse passer une fraction des radiations à la longueur d'onde de 1,06 micron.

Le cube dichroïque 5 est remplacé par un cube dichroïque 5' légèrement différent du cube 5 décrit pour le deuxième et le troisième exemple de réalisation.

La figure 11 représente le graphe du coefficient de transmission et le graphe du coefficient de réflexion du cube dichroïque 5', en fonction de la longueur d'onde, pour ce troisième exemple de réalisation. Le graphe du coefficient de transmission comporte un plateau, de valeur 1, entre les longueurs d'onde de 0,7 micron à 1 micron, la transition à 0,5 ayant lieu à 1,06 micron, longueur d'onde émise par le laser d'excitation. La longueur d'onde de 1,54 micron, émise par la cellule à effet Raman, tombe dans un domaine où le coefficient de transmission est nul et où le coefficient de réflexion est égal à 1. La réalisation d'un tel tube cube dichroïque est à la portée de l'homme de l'art.

Ce mode de réalisation de la source de rayonnement collimaté associée au laser est tout à fait compatible avec les différents exemples de réalisation des moyens rétro réfléchissant, décrits précédemment, et comportant des microbilles de verre sur l'écran 22, ou comportant un coin de cube placé à proximité du collimateur 20.

Revendications

1. Dispositif d'harmonisation automatique pour un système optronique comportant une pupille unique pour un laser (12), un premier (13), et un second (3) capteur d'images, fonctionnant respectivement dans deux domaines différents de sensibilité spectrale ;

caractérisé en ce qu'il comporte :

- une source (27 à 29 ; 40) de rayonnement collimaté, associée au laser (12 ; 42), émettant dans l'axe optique du laser, avec une longueur d'onde appartenant au domaine de sensibilité spectrale du premier capteur (13) ;

- des moyens optiques (26 ; 26' ; 26'') réfléchissant le rayonnement de la source (27 à 29) associée au laser, pour former une tâche lumineuse sur le premier capteur (13) ;

- un collimateur (20) à large bande, comportant, dans son plan focal, un écran (22) découpé de trous (23) constituant un réticule éclairé par une source (21) émettant dans les deux domaines de sensibilité spectrale ; ce collimateur (20) étant placé de manière à être visible simultanément par le premier et le second capteur d'images (13, 3), pour former sur ceux-ci respectivement deux images du réticule ;

- des moyens (14) pour mesurer, sur le premier capteur (13), l'écart entre les positions de l'image du réticule (23) et de la tâche formée par la source (27 à 29), et en déduire une première correction d'harmonisation ;

- des moyens (3) pour mesurer, sur le second capteur (3), l'écart entre la position de l'image du réticule (23) et un point de référence ; et en déduire une seconde correction d'harmonisation.

2. Dispositif selon la revendication 1, pour un système optronique dans lequel une voie optique pour le laser (12) et une voie optique pour le premier capteur d'images (13) sont séparées au moyen d'un dispositif dichroïque (5 ; 5'), caractérisé en ce que ledit dispositif dichroïque (5 ; 5') a un coefficient de transmission et un coefficient de réflexion voisins de 0,5 pour la longueur d'onde de la source (27 à 29 ; 40) associée au laser (12 ; 42).

3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens optiques réfléchissant comportent une couche de microbilles de verre, recouvrant la surface (26) de l'écran (22) situé dans le plan focal du collimateur (20).

4. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens optiques réfléchissant sont constitués d'un coin de cube, placé au voisinage du collimateur (20), le coin de cube et le collimateur étant placés de manière à être dans deux directions accessibles successivement par la ligne de visée (LV) du système optronique.

5. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que les moyens réfléchissant comportent un coin de cube (26''), placé dans le prolongement de la sortie du laser (12) au delà du dispositif dichroïque (5 ; 5').

6. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la source associée au laser (12) comporte :

- une diode électroluminescente (29) ;

- une lame semi-transparente (27) ;

- un dispositif de collimation (28).

7. Dispositif selon la revendication 1, pour un système dans lequel le laser est un laser à effet Raman comportant : une cellule à effet Raman (42) ; un laser d'excitation (40) émettant avec une longueur d'onde différente de la longueur d'onde d'émission par effet Raman, et appartenant au domaine de sensibilité du premier capteur (13) ; et un dispositif de filtrage (43, 44) destiné à éliminer, à la sortie du laser à effet Raman, le rayonnement du laser d'excitation (40) ; caractérisé en ce que la source associée au laser à effet Raman (40 à 42) est constituée par le laser d'excitation (40) ; et en ce que le dispositif de filtrage (43, 44) a une atténuation telle qu'il laisse passer une fraction du rayonnement du laser d'excitation (40), suffisante pour former une image perceptible par le premier capteur (13) après un renvoi par les moyens réfléchissant (26').

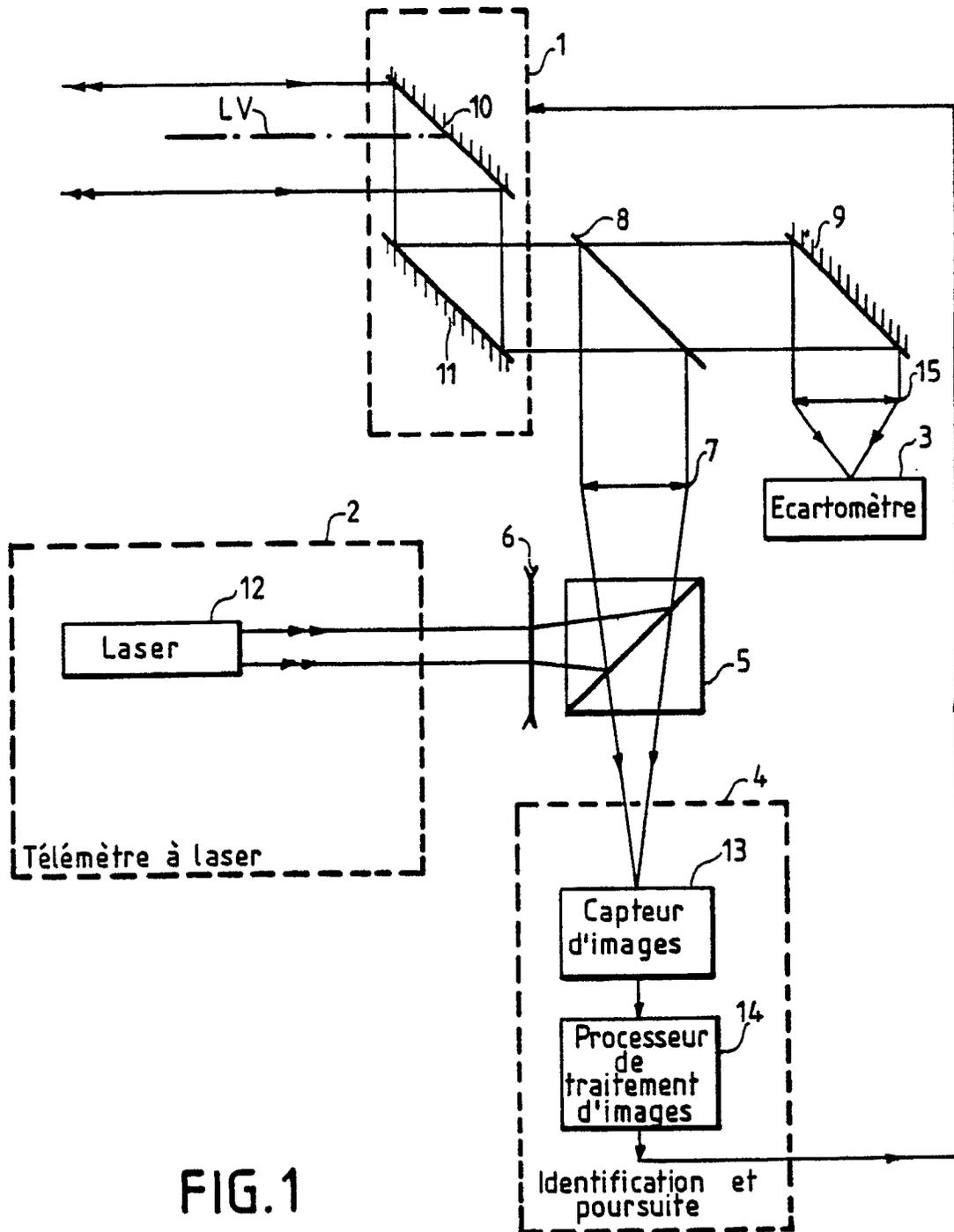


FIG. 1

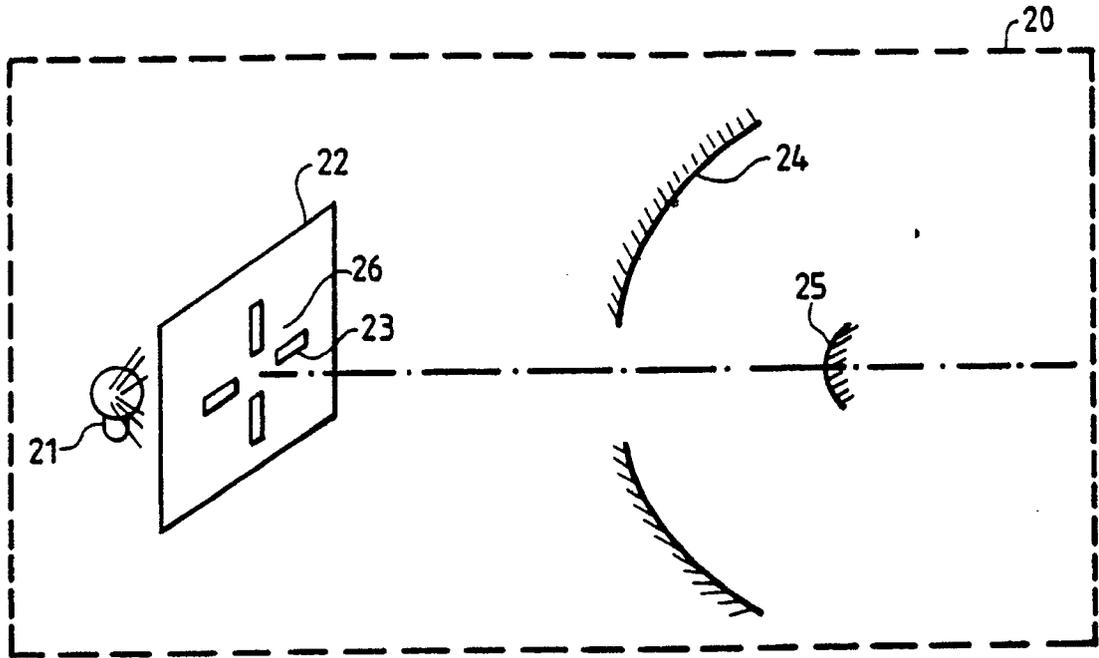


FIG. 2

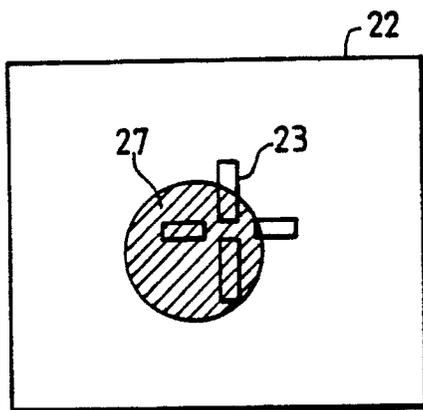


FIG. 5

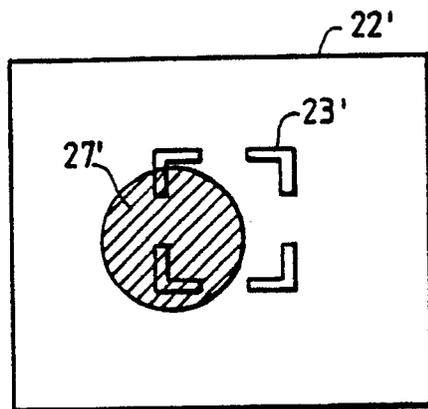


FIG. 6

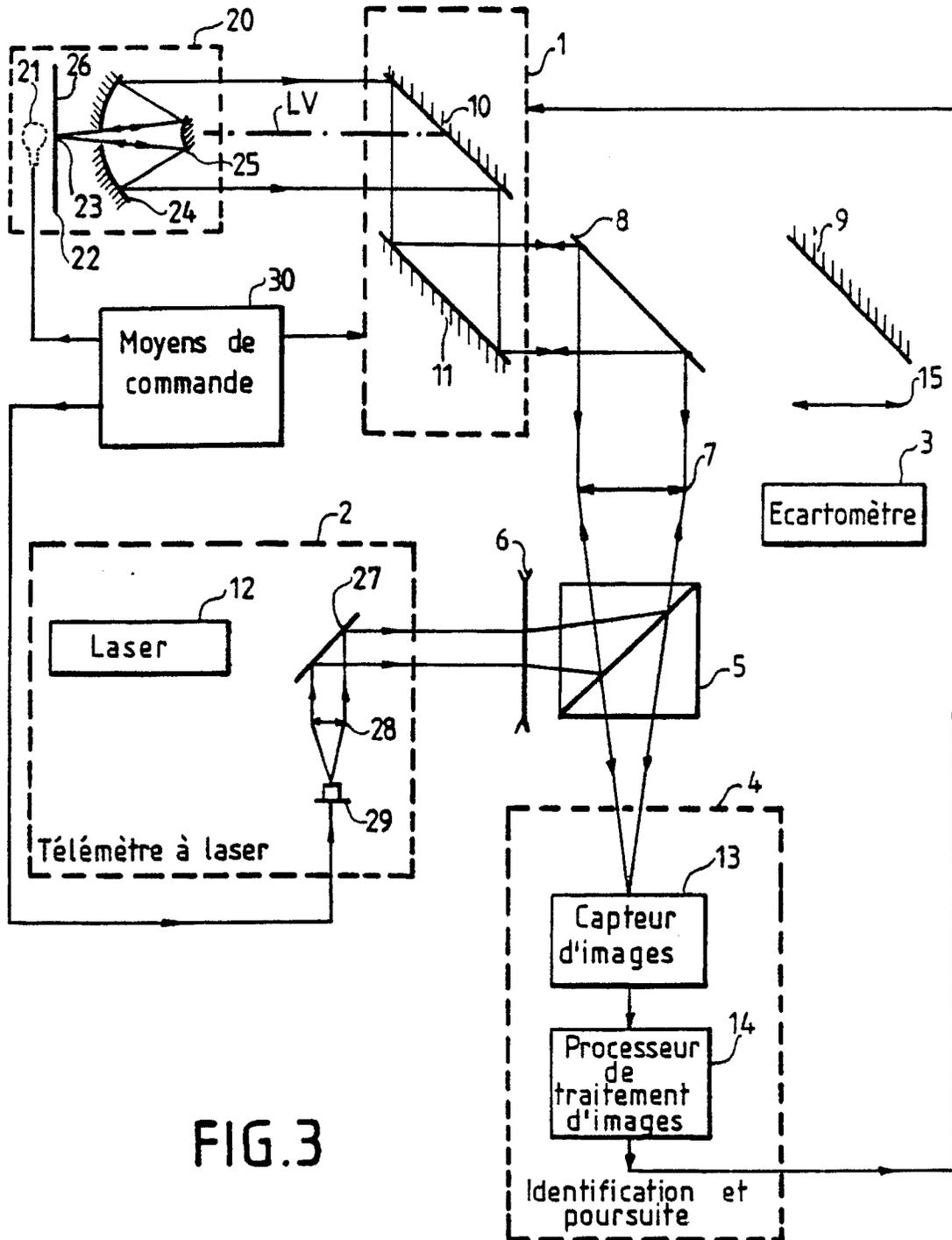


FIG. 3

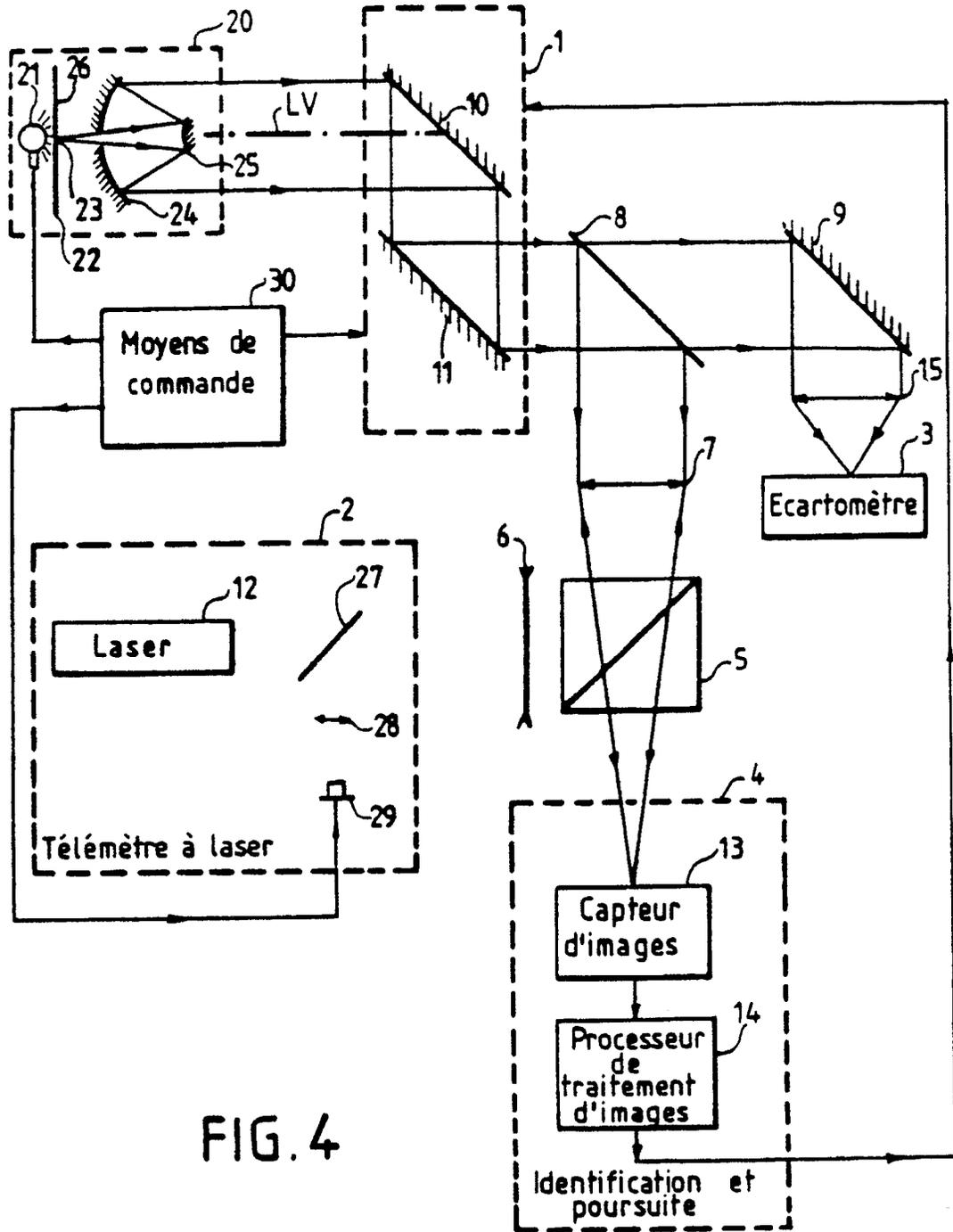


FIG. 4

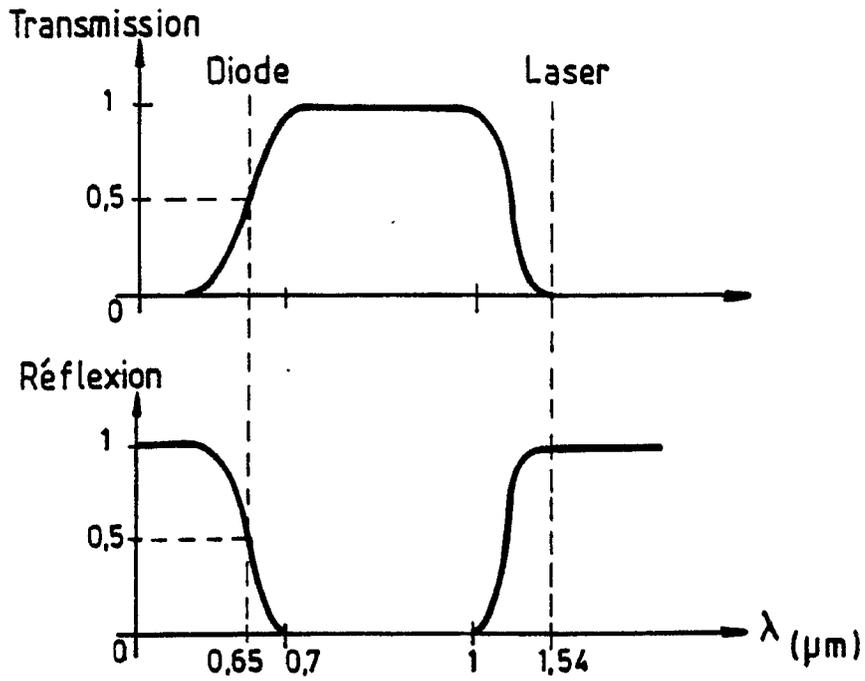


FIG. 7

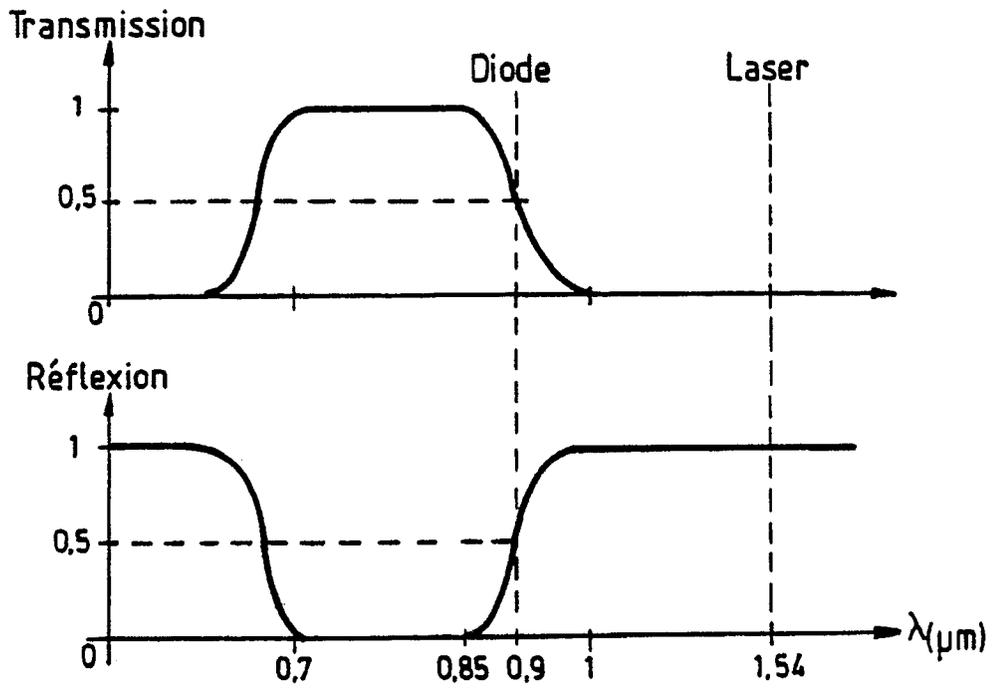


FIG. 8

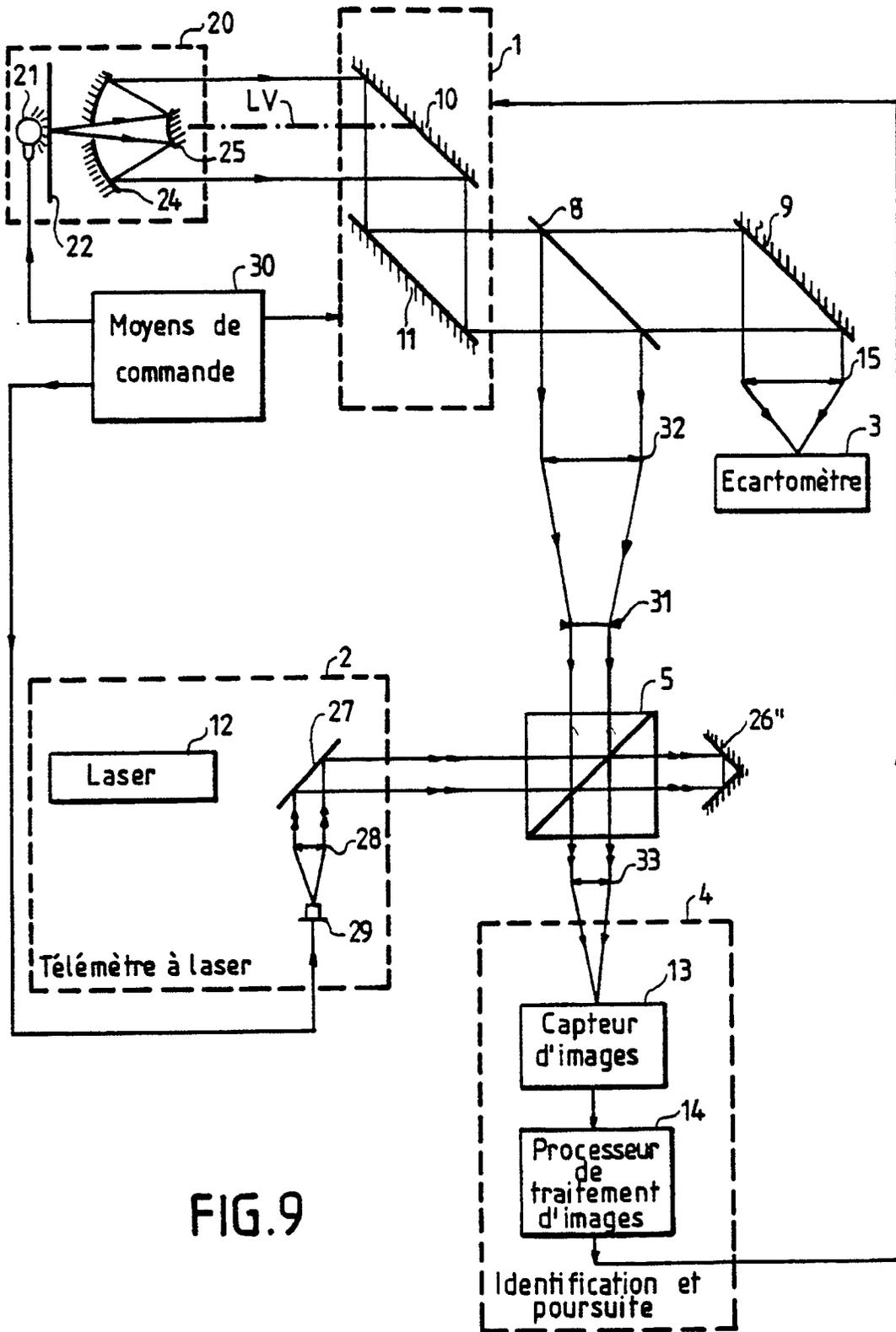
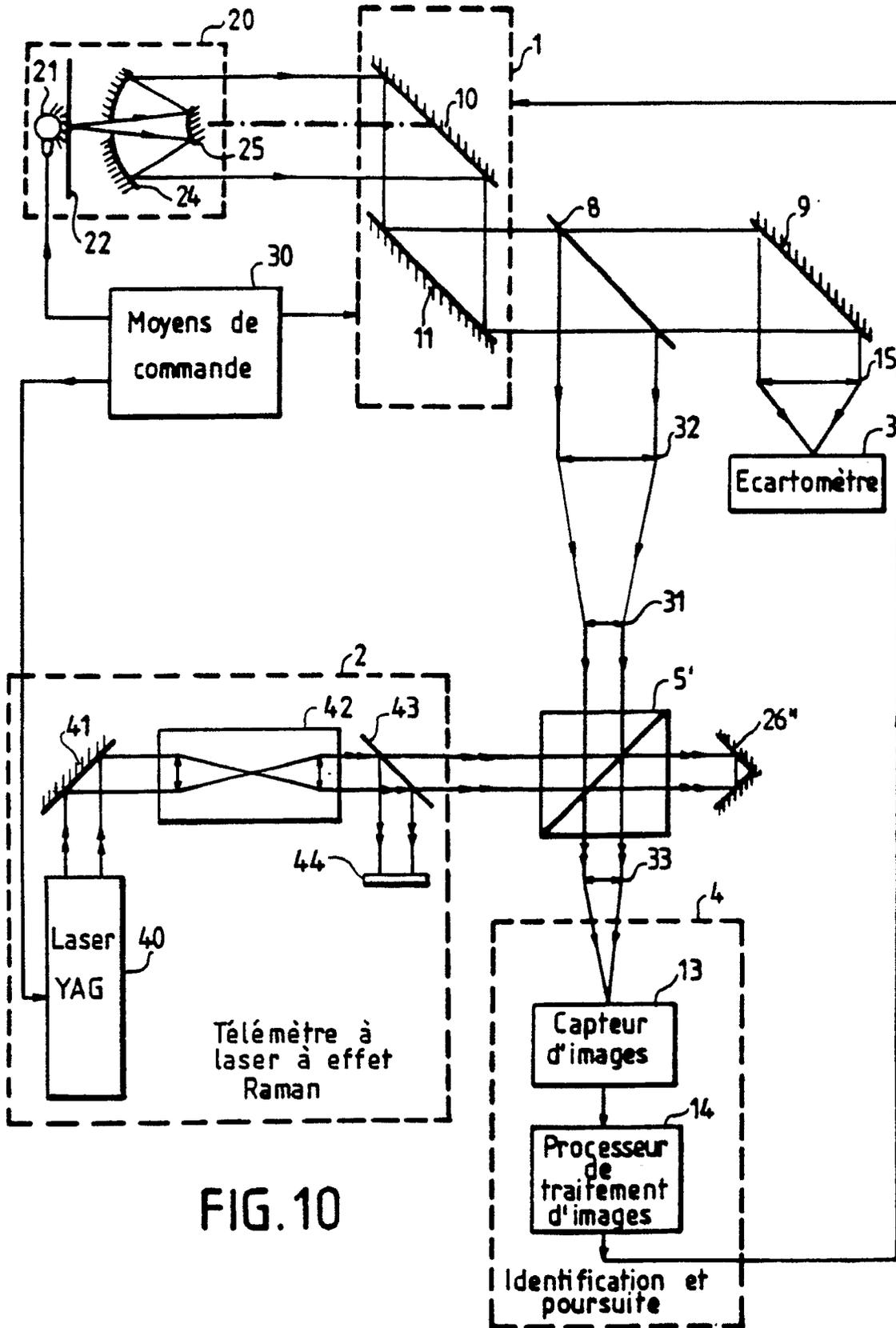


FIG. 9



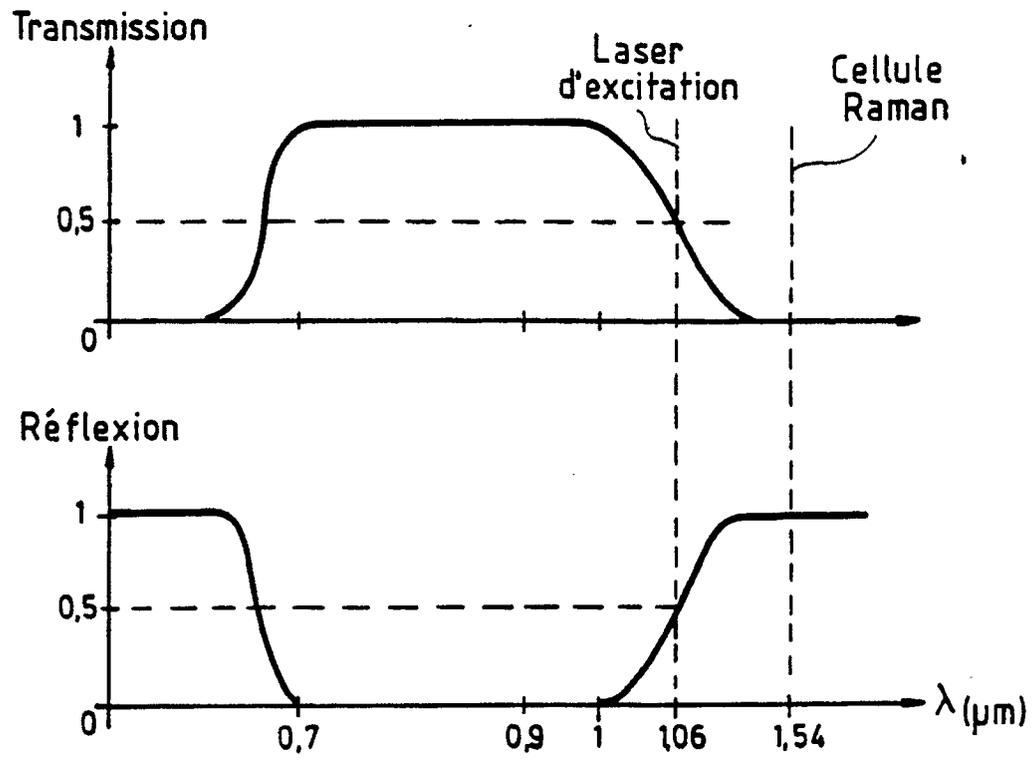


FIG. 11



| 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.5) |
| A | GB-A-2 132 049 (MARCONI) * En entier * -- -- | 1 | F 41 G 3:32 |
| A | OPTICAL ENGINEERING, vol. 20, no. 6, novembre/décembre 1981, pages 854-860, Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers, Bellingham, US; T.E. GODFREY et al.: "Boresighting of airborne laser desi- gnator systems" * En entier * | 1 | |
| A | EP-A-0 179 186 (ELTRO) * Figure 1; abrégé * | 1 | |
| A | FR-A-2 602 347 (SAGEM) * Figure 1; abrégé * | 1 | |
| D,A | US-A-4 422 758 (GODFREY) * Figure 8; abrégé * | 1 | |
| D,A | US-A-4 155 096 (THOMAS et al.) -- -- -- -- | | |
| Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications | | | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5) |
| | | | F 41 G G 02 B |
| Lieu de la recherche | | Date d'achèvement de la recherche | Examineur |
| La Haye | | 25 novembre 90 | KOLBE W.H. |
| <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 T: théorie ou principe à la base de l'invention</p> <p>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</p> <p>&: membre de la même famille, document correspondant</p> | | | |