

①②

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 24.03.98.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 01.10.99 Bulletin 99/39.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥① Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : THOMSON CSF Société anonyme —
FR.

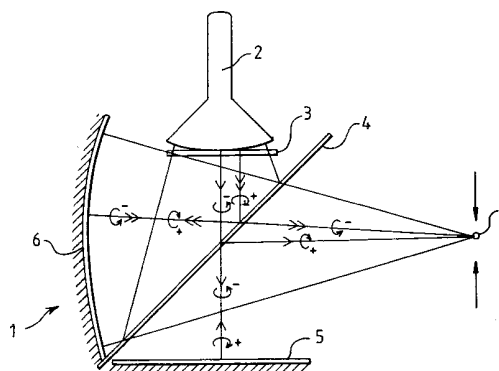
⑦② Inventeur(s) : LACROIX MICHEL ANDRE.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : THOMSON CSF.

⑤④ DISPOSITIF DE VISUALISATION EN TROIS DIMENSIONS.

⑤⑦ Le dispositif de l'invention comprend un tube cathodi-
que (2) auquel est accolé un polariseur circulaire (3), une
lame semi-réfléchissante polarisée (4), disposée à 45°, un
miroir sphérique (6), et un miroir plan. L'observateur se pla-
ce près du centre de courbure du miroir sphérique. La sour-
ce produit alternativement, à grande vitesse, des images
devant être vues à l'infini, et à une distance finie, d'où l'illu-
sion de la 3D.



La présente invention se rapporte à un dispositif de visualisation en trois dimensions.

Des dispositifs de visualisation sont notamment utilisés dans des simulateurs de loisirs, tels que des simulateurs de pilotage d'avions ou de véhicules terrestres. Lorsque l'on veut produire une simulation réaliste des effets visuels, il est nécessaire que ces effets produisent une impression d'espace à trois dimensions à l'utilisateur. De tels dispositifs de visualisation sont dénommés ci-dessous dispositifs 3D.

Pour produire de tels effets, une solution connue consiste à munir l'utilisateur de lunettes spéciales aux verres desquelles on accole des couches minces à cristaux liquides qui sont alternativement, et à grande vitesse, rendues opaques puis transparentes pour chaque oeil, en synchronisme avec la projection d'images alternativement destinées à l'oeil gauche et à l'oeil droit. Une telle solution procure l'effet recherché, mais nécessite l'emploi de lunettes constituant une gêne pour l'utilisateur.

Une autre solution, décrite dans le brevet US 5 132 839, a recours à un modulateur spatial disposé entre un système de formation d'images et l'utilisateur. Ce modulateur, du type à cristaux liquides, comporte plusieurs zones adjacentes dont chacune est cycliquement rendue, à tour de rôle, transparente pendant quelques millisecondes, en synchronisme avec la projection d'une image synthétique correspondante, les différentes images successives de chaque cycle correspondant à différents points de vue d'observation. Une telle solution procure également l'effet visuel recherché, mais nécessite, d'une part, une grande puissance de calcul de la part du processeur de calcul d'images, du fait du grand nombre d'images à afficher à chaque cycle, et, d'autre part, un système à optique réfractive onéreux pour obtenir une image à grand champ avec un tube à rayons cathodiques.

La présente invention a pour objet un dispositif de visualisation d'images en trois dimensions, en particulier d'images synthétiques, qui ne nécessite pas le port de lunettes spécifiques par l'utilisateur, qui ne nécessite pas une grande puissance de calcul de la part du générateur d'images synthétiques, et qui puisse produire des images à grand champ d'observation sans nécessiter de système optique onéreux.

Le dispositif de visualisation conforme à l'invention comporte une source d'images produisant alternativement des images proches et des images éloignées d'un point d'observation, et un dispositif collimatant sélectivement les images proches et éloignées.

5 La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée de deux modes de réalisation, pris à titre d'exemples non limitatifs et illustrés par le dessin annexé, sur lequel :

- la figure 1 est une vue schématisée d'un dispositif de visualisation conforme à l'invention à miroir sphérique et lame à 45° semi-réfléchissante polarisée,

10 - la figure 2 est une vue schématisée d'une variante du dispositif de la figure 1, et

- la figure 3 est une vue schématisée d'un dispositif de visualisation conforme à l'invention à miroir sphérique semi-réfléchissant, polariseur circulaire et lame semi-réfléchissante polarisée.

15 L'invention est décrite ci-dessous en référence à un dispositif de visualisation pour simulateur de loisirs de conduite automobile, mais il est bien entendu qu'elle n'est pas limitée à cette seule application, et qu'elle peut être mise en oeuvre aussi bien dans des simulateurs d'autres types que dans divers équipements nécessitant une visualisation en 3 dimensions

20 d'images synthétiques et/ou réelles, et ce, à l'aide d'une seule source d'images (dans le cas présent, un moniteur à tube cathodique, mais d'autres sources peuvent être utilisées).

Le dispositif de visualisation 1 représenté en figure 1 comporte,

25 en tant que source d'images, un tube cathodique 2, devant l'écran duquel on dispose une optique 3. Cette optique 3 est constituée par un empilement comprenant, de façon non représentée en détail sur le dessin, un polariseur linéaire, une lame à cristaux liquides et une lame quart d'onde. Cette optique 3 permet, en fonction de la tension appliquée aux électrodes de commande

30 de la lame à cristaux liquides, d'obtenir de la lumière polarisée circulairement à gauche ou à droite. De façon avantageuse, dans le cas où la source 2 est un tube cathodique à balayage, le changement de polarisation circulaire gauche-droite et inversement est commandé pendant le retour trame du balayage. Egalement, de façon avantageuse, la lame à cristaux liquides est

une lame à cristaux liquides ferroélectriques, dont le temps de commutation est inférieur à 500 μ S.

On dispose devant l'optique 3 une optique polarisée réfléchissante 4, orientée à 45° par rapport à l'axe optique de la source 2. Cette optique 4 comprend, dans le présent exemple, un film tel que le film « DBEF » de la Société « 3M » pris en sandwich entre deux lames quart d'onde. Ce film a la propriété de réfléchir la lumière polarisée linéairement dans un sens et de laisser passer celle polarisée linéairement dans l'autre sens. Les lames quart d'onde permettent de transformer la lumière polarisée circulairement en lumière polarisée linéairement (P ou S, selon l'orientation par rapport au film « DBEF ») et inversement. Ainsi, cette optique 4 a la propriété de réfléchir la lumière polarisée circulairement dans un sens (à droite dans le présent exemple) et de laisser passer celle polarisée circulairement dans l'autre sens (à gauche dans le présent exemple).

De l'autre côté de l'optique 4 par rapport à la source 2, on dispose, perpendiculairement à l'axe optique de la source, un miroir plan 5. Un miroir sphérique 6 est disposé devant l'optique 4, symétriquement par rapport à la source, c'est-à-dire que l'axe optique du miroir 6 est perpendiculaire à celui de la source 2 et coupe ce dernier sur le plan d'entrée de l'optique 4. De plus, la source 2 et le miroir 6 sont tels et sont disposés à des distances telles de l'optique 4 que l'écran de la source soit dans le plan de la surface focale du miroir 6 (compte tenu de l'orthogonalité de leurs axes optiques respectifs), et que la source 2 avec son optique 3 n'occultent pas les rayons réfléchis par le miroir sphérique. L'observateur est situé près du centre de courbure du miroir 6.

Dans une première phase élémentaire, par une commande appropriée de la tension appliquée aux électrodes de la lame à cristaux liquides de l'optique 3, les rayons lumineux issus de la source 2 sont polarisés circulairement à droite par l'optique 3. Ils sont réfléchis par l'optique 4 (qui ne laisse passer que ceux polarisés circulairement à gauche) vers le miroir sphérique 6. La réflexion sur ce miroir inverse le sens de polarisation circulaire des rayons, qui deviennent donc polarisés circulairement à gauche. Ces rayons polarisés à gauche peuvent donc traverser l'optique 4 pratiquement sans atténuation. L'image source correspondante, formée sur l'écran de la source 2, étant située sur la sphère focale du miroir sphérique 6, il en

résulte que les rayons lumineux réfléchis par le miroir sphérique 6 sont collimatés, et que cette image est vue par l'observateur comme si elle était située à l'infini.

A la phase élémentaire suivante, on applique à la lame à cristaux liquides de l'optique 3 une tension qui fait passer l'optique 3 à l'état de polariseur circulaire gauche. Les rayons issus de la source 2 traversent donc pratiquement sans atténuation l'optique 4 et arrivent au miroir plan 5 qui les réfléchit, en inversant leur sens de polarisation. Par conséquent, les rayons réfléchis par le miroir plan 5 sont polarisés circulairement à droite, et sont donc réfléchis par l'optique 4 vers l'observateur, situé en 7. L'observateur a donc l'impression de voir, en face de soi, une image à une distance finie, égale à la longueur du trajet des rayons compris entre la source 2 et ses yeux, en passant par le miroir plan 5.

Il en résulte que, suivant le sens de polarisation de l'optique 3 (donc suivant la tension appliquée à sa lame à cristaux liquides), l'observateur voit soit une image collimatée à l'infini, soit une image proche. Lorsque l'on inverse alternativement et très rapidement (par exemple à la fréquence d'au moins 100 Hz) ce sens de polarisation, l'observateur a l'impression de voir simultanément, grâce à la persistance rétinienne, une image proche et une image éloignée superposées, donc de voir une image en trois dimensions.

Selon une variante avantageuse de ce mode de réalisation (référéncée 8 en figure 2), on peut former des images proches à des distances finies différentes. A cet effet, on dispose sur l'axe 2A prolongeant l'axe optique de la source 2, au-delà de l'optique 4, dans l'ordre, une lame semi-réfléchissante 9, orientée à 45° par rapport à cet axe, un obturateur 10A et un miroir plan 11A, ces deux derniers éléments étant perpendiculaires à l'axe. Soit 2B un axe perpendiculaire à l'axe 2A et coupant ce dernier sur la face d'entrée de la lame 9. Sur l'axe 2B, on dispose, d'un côté de la lame 9 par exemple à gauche sur le dessin, un obturateur 10B suivi d'un miroir plan 11B. L'obturateur 10B et le miroir 11B sont perpendiculaires à l'axe 2B. Les deux trajets optiques entre la source 2 et l'observateur et passant par les miroirs 11A et 11B sont respectivement égaux aux deux distances finies différentes auxquelles on désire présenter à l'observateur des images d'objets proches. Les positions des obturateurs 10A et 10B ne sont pas critiques.

Ces obturateurs sont par exemple du type à cristaux liquides ferroélectriques qui sont, en fonction de la tension qui leur est appliquée, soit opaques, soit pratiquement transparents. En fonctionnement, ces obturateurs sont normalement opaques, et ne sont rendus transparents que lorsque la source
5 2 forme l'image devant être vue à distance finie respectivement égale à celle du trajet optique entre la source et l'observateur en passant par le miroir correspondant. La source 2 produit alternativement et cycliquement des images devant être vues à l'infini et des images devant être vues à chacune des distances finies correspondant aux positions des miroirs 11A à 11B.

10 On va maintenant expliquer le fonctionnement du dispositif 8 pour l'affichage à deux distances finies différentes, l'affichage à l'infini se faisant de la même façon que pour le dispositif 1 de la figure 1.

Lorsque l'optique 3 polarise la lumière issue de la source 2 circulairement à gauche, celle-ci traverse l'optique 4 pratiquement sans atténua-
15 tion. Lorsque cette lumière polarisée arrive sur la lame 9, 50 % en est réfléchie vers le miroir 11B, et 50 % en est transmise vers le miroir 11A. Si l'obturateur 10B est « fermé » (opaque) et si 10A est « ouvert », la lumière réfléchie par la lame 9 vers 10B est perdue, mais la lumière traversant la lame 9 atteint le miroir 11A et, en s'y réfléchissant, change de sens de pola-
20 risation circulaire. Ainsi, la lumière polarisée circulairement à droite repart vers la lame 9, qu'elle traverse, et se réfléchit sur l'optique 4 en direction de l'observateur. De façon analogue, lorsque l'obturateur 10B est ouvert et 10A fermé, la lumière de la source, polarisée circulairement à gauche, traverse l'optique 4, et la partie qui se réfléchit sur la lame 9 arrive sur le miroir 11B,
25 s'y réfléchit en changeant de sens de polarisation circulaire, se réfléchit à nouveau sur la lame 9, puis se réfléchit sur l'optique 4 vers l'observateur.

Les commutations de la cellule à cristaux liquides de l'optique 3 et des obturateurs 10A, 10B se faisant à fréquence élevée (par exemple 150 Hz), en synchronisme avec l'affichage sur l'écran de la source 2
30 d'images correspondantes, l'observateur a l'impression de voir simultanément des images à l'infini superposées à des images vues à deux distances finies différentes, proches de l'observateur.

Du fait que l'on introduit dans le trajet de la lumière correspondant à des objets proches une lame semi-réfléchissante ordinaire (9), la réflexion
35 et la transmission partielles qu'elle provoque simultanément réduisent de

moitié l'intensité de chacun des faisceaux (réfléchi et transmis) issus du faisceau incident, et ce, à chaque passage de la lame. Ceci signifie que l'intensité des faisceaux revenant sur l'optique 4 après réflexion sur l'un des miroirs 11A ou 11B est réduite de 75 %.

5 Bien entendu, on pourrait encore augmenter le nombre d'images à distances finies différentes en cascade d'autres ensembles [lame semi-réfléchissante + obturateur + miroir plan], mais l'intensité des faisceaux résultants en serait très fortement diminuée, ce qui pourrait quand même présenter un intérêt pour la formation d'images « fantômes » à différentes dis-
10 tances finies.

Selon une autre variante avantageuse (non représentée), dans le dispositif 8 de la figure 2, l'optique réfléchissante polarisée 4 est constituée d'une lame quart d'onde accolée à un film DBEF. En effet, en transmission, la lumière en sortie est polarisée linéairement et elle est directement compa-
15 tible avec les obturateurs 10A et 10B à cristaux liquides ferroélectriques qui travaillent en polarisation linéaire. Pour conserver l'effet d'inversion de polarisation du miroir il faut travailler en polarisation circulaire, et pour cela rajouter entre les obturateurs 10A et 10B et les miroirs 11A et 11B, une lame quart d'onde pour transformer la polarisation circulaire en polarisation li-
20 néaire et vice et versa.

On a représenté en figure 3 un deuxième mode de réalisation 12 du dispositif de visualisation de l'invention.

Dans ce mode de réalisation, tous les éléments optiques ont le même axe optique rectiligne, et la source d'images 2 (qui peut être la même que celle du dispositif des figures 1 et 2) est disposée face à l'observateur.
25

Devant l'écran de la source 2, on dispose la même optique 3 que celle des figures 1 et 2, puis, dans l'ordre, un miroir sphérique semi-réfléchissant 13 dont le foyer est orienté à l'opposé de la source 2, et une optique réfléchissante polarisée 14. L'optique 14 est située sur l'axe optique du miroir 12 à la même distance que sa sphère focale. Le centre de cour-
30 bure du miroir 9 est référencé 15, et l'observateur se place le plus près possible de ce centre. L'optique 14 comporte une lame quart d'onde accolée à un film de type « DBEF » tel que celui mentionné ci-dessus en référence à l'optique 4. Cette optique 14 réfléchit la lumière polarisée circulairement

dans un sens (à droite dans le présent exemple) et transmet la lumière polarisée circulairement dans l'autre sens (à gauche dans le présent exemple).

Le fonctionnement du dispositif 12 est le suivant. Lorsque la lame à cristaux liquides de l'optique 3 reçoit une tension telle que cette optique 3 polarise la lumière circulairement à droite, cette lumière est réfléchie par l'optique 14 vers le miroir sphérique 13. La réflexion de la lumière sur le miroir 13 inverse son sens de polarisation, et elle devient donc polarisée circulairement à gauche. Cette lumière peut donc traverser l'optique 14 pratiquement sans atténuation. Grâce au fait que l'image réfléchie par l'optique 14 est située sur la sphère focale (tout au moins au niveau de l'axe optique) du miroir sphérique 13, les rayons lumineux réfléchis par ce miroir sont collimatés, cette image est vue à l'infini par l'observateur.

Lorsque l'optique 3 polarise circulairement la lumière à gauche, par une commande appropriée de sa lame à cristaux liquides, cette lumière traverse le miroir 13 et l'optique 14 pratiquement sans atténuation, et l'observateur voit directement face à lui l'image formée sur l'écran de la source 2.

Ainsi, lorsque l'on commute très rapidement (par exemple à 100 Hz) la polarisation de l'optique 14, en synchronisme avec la formation sur l'écran de la source 2 d'images correspondantes (à l'infini et à distance finie), l'observateur a également l'illusion de voir une image à trois dimensions.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de visualisation d'images en trois dimensions, caractérisé en ce qu'il comporte une source unique d'images (2) produisant alternativement des images proches et des images éloignées d'un point d'observation (7), et un dispositif (4, 6 ou 13, 14) collimatant sélectivement les images éloignées et proches.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif de collimation sélective comporte une optique (3) de polarisation circulaire à sens commutable, disposée devant la source (2), une optique (4) réfléchissante polarisée laissant passer la lumière polarisée circulairement dans un sens, et réfléchissant celle polarisée circulairement dans l'autre sens, cette optique étant disposée à 45° par rapport à l'axe optique de la source, un miroir sphérique (6) dont l'axe optique est disposé à 45° par rapport à l'optique réfléchissante polarisée, l'observateur étant situé près du foyer du miroir, et un miroir plan (5) disposé sur l'axe optique de la source, au-delà de l'optique réfléchissante polarisée.

3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif de collimation sélective comporte une optique (3) de polarisation circulaire à sens commutable, disposée devant la source, un miroir sphérique semi-réfléchissant (13) et une optique (14) réfléchissante polarisée laissant passer la lumière polarisée circulairement dans un sens et réfléchissant celle polarisée circulairement dans l'autre sens, tous ces éléments ayant le même axe optique rectiligne, l'observateur étant situé près du foyer (15) du miroir sphérique.

4. Dispositif selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que l'optique de polarisation circulaire comporte un polariseur linéaire accolé à une lame à cristaux liquides et à une lame quart d'onde.

5. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'optique semi-réfléchissante polarisée (4) comporte une lame quart d'onde accolée à un film de type « DBEF » et à une autre lame quart d'onde.

6. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que la lame semi-réfléchissante polarisée (14) comprend une lame quart d'onde accolée à un film de type « DBEF ».

5 7. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comporte, sur le trajet optique en aval de la lame réfléchissante polarisée (4), au moins une lame semi-réfléchissante (9) sur les trajets réfléchi (2B) et transmis (2A) de laquelle on dispose à chaque fois un obturateur (10A, 10B) suivi
10 d'un miroir plan (11A, 11B), les miroirs plans se trouvant à des distances différentes de la lame semi-réfléchissante, et les obturateurs étant commandés à l'ouverture lors de l'affichage par la source d'images devant être vues à des distances finies différentes correspondantes.

 8. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caracté-
15 risé en ce que la source produit des images à une fréquence d'au moins 100 Hz.

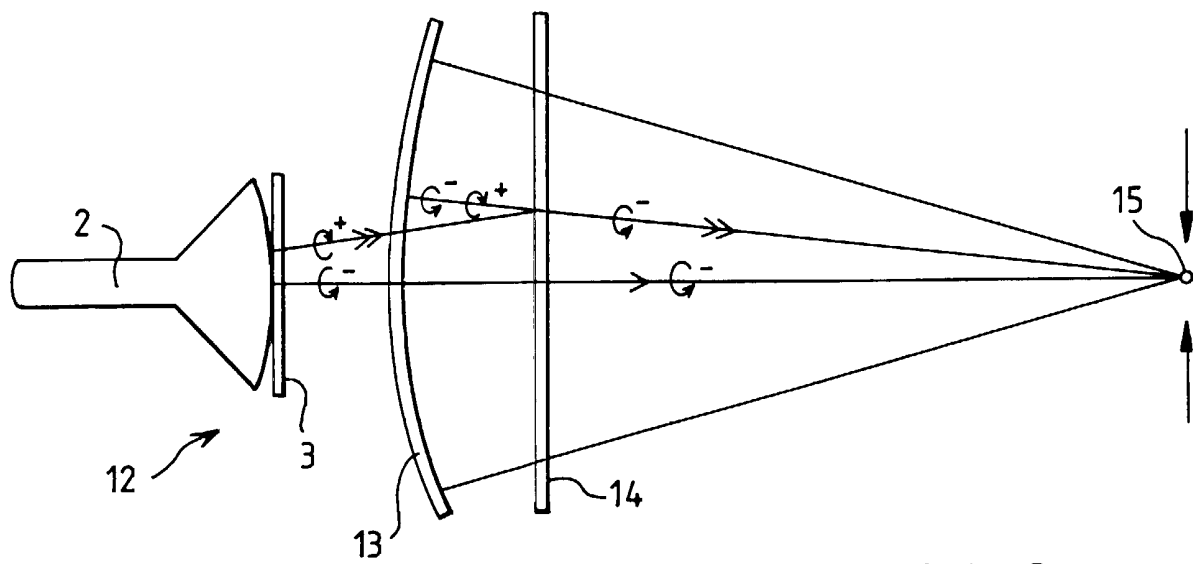
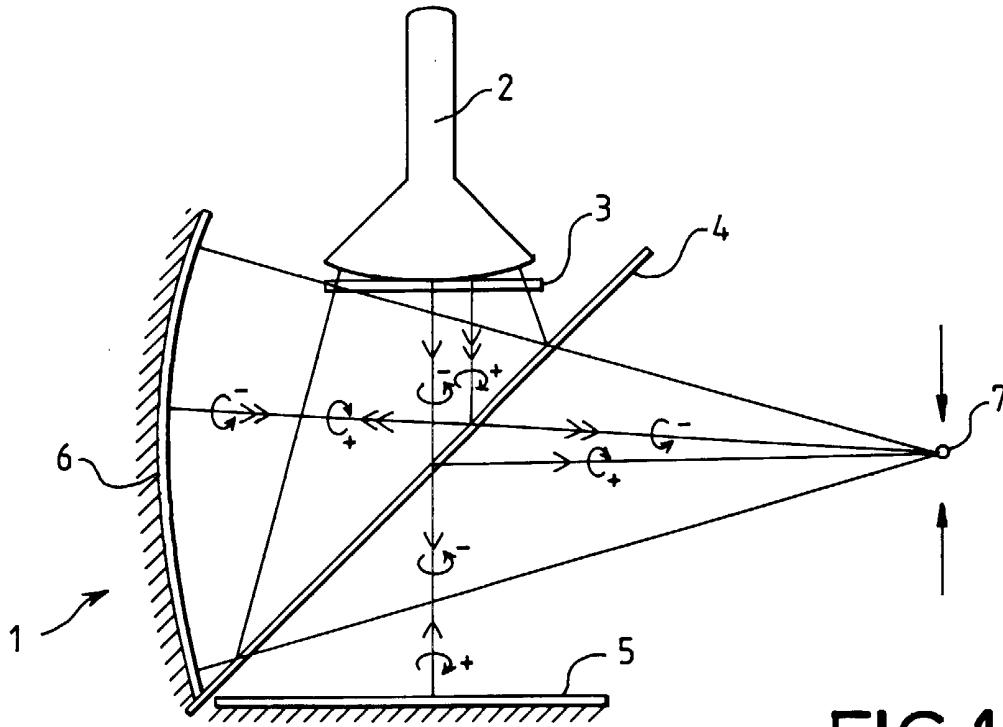
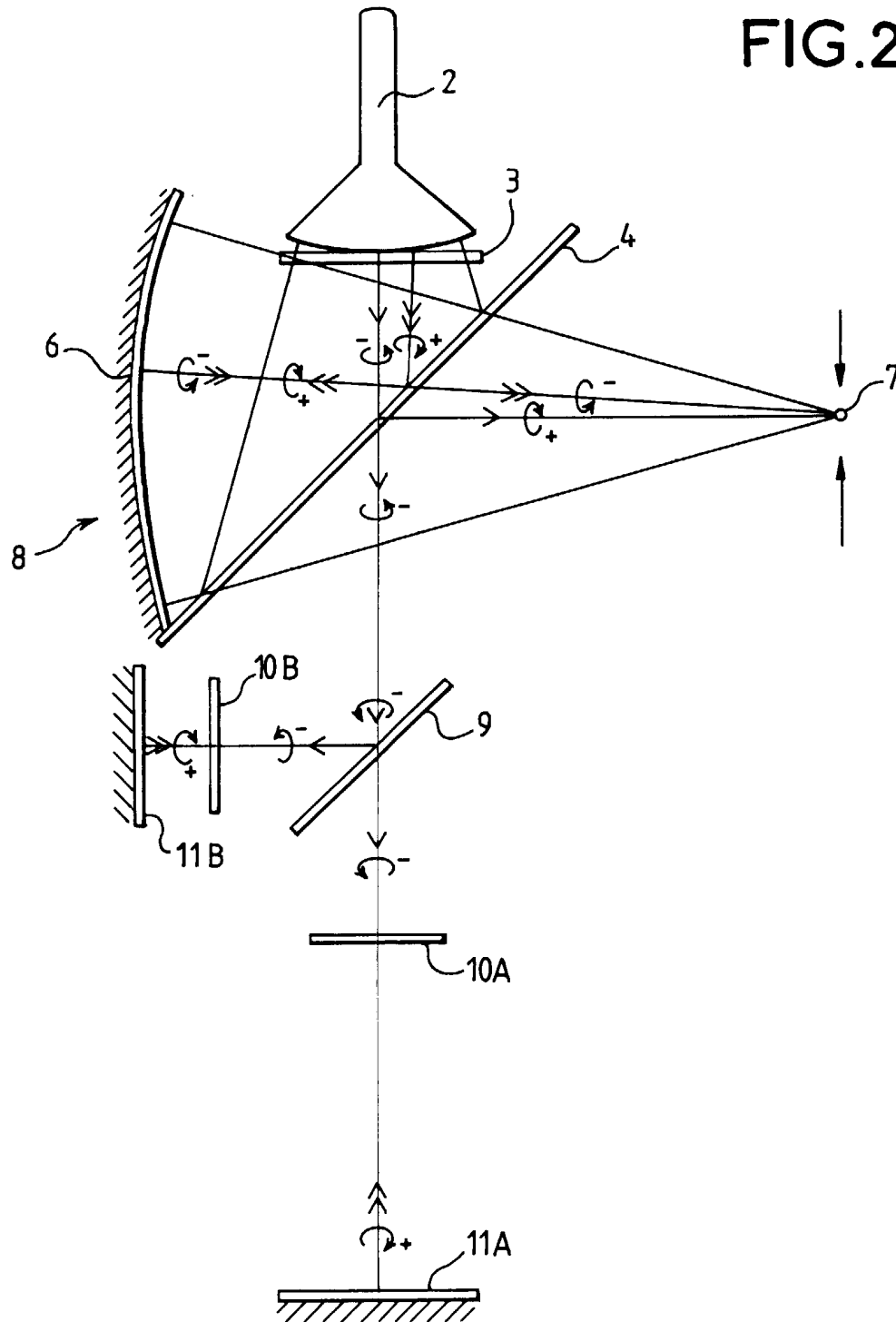


FIG.2



INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIRE**
établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 555940
FR 9803605

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	US 4 674 837 A (KNUETTEL ALEXANDER ET AL) 23 juin 1987 * le document en entier * ---	1
X	US 5 325 386 A (JEWELL JACK L ET AL) 28 juin 1994 * colonne 4, ligne 21 - ligne 54 * * figure 2 * ---	1
A	EP 0 195 584 A (TEKTRONIX INC) 24 septembre 1986 * le document en entier * ---	1-3
A	FR 2 690 534 A (THOMSON CSF) 29 octobre 1993 * le document en entier * ---	1-3
A	FR 2 693 004 A (THOMSON CSF) 31 décembre 1993 * le document en entier * ---	1-3
A	FR 2 685 101 A (THOMSON CSF) 18 juin 1993 * le document en entier * -----	1-4
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6) G02B H04N
Date d'achèvement de la recherche 16 décembre 1998		Examineur Ward, S
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		