

DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

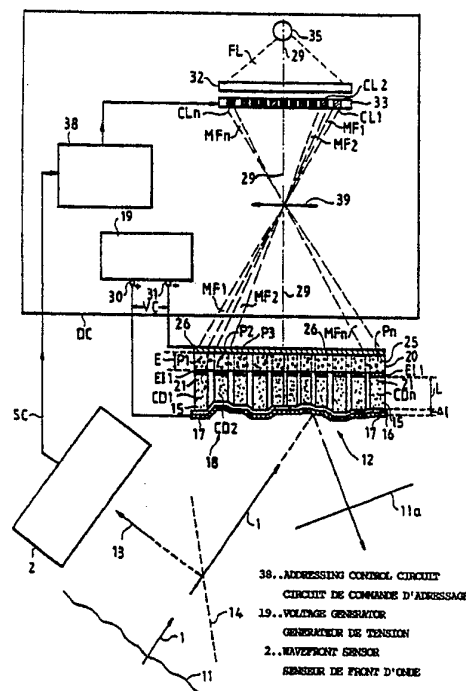
(51) Classification internationale des brevets ⁵ : G02B 26/06	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 93/09461 (43) Date de publication internationale: 13 mai 1993 (13.05.93)
(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR91/00857 (22) Date de dépôt international: 30 octobre 1991 (30.10.91) (71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): THOMSON-CSF [FR/FR]; 51, esplanade du Général-de-Gaulle, F-92800 Puteaux (FR). (72) Inventeurs; et (75) Inventeurs/Déposants (US seulement) : HUIGNARD, Jean-Pierre [FR/FR]; LOISEAUX, Brigitte [FR/FR]; PUECH, Claude [FR/FR]; Thomson-CSF SCPI, F-92045 Paris-La Défense Cédex 67 (FR). (74) Mandataire: MAJEROWICZ, Joseph; Thomson-CSF SCPI, F-92045 Paris-La Défense Cédex 67 (FR).		(81) Etats désignés: US, brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IT, LU, NL, SE). Publiée <i>Avec rapport de recherche internationale.</i>

(54) Title: OPTICAL MODULATION DEVICE HAVING VARIABLE-SIZED CELLS**(54) Titre:** DISPOSITIF DE MODULATION OPTIQUE A CELLULES DEFORMABLES**(57) Abstract**

Modulating mirrors comprising variable-sized cells (CD1-CDn) for locally changing the flatness of a reflecting surface (18) are described. In particular, a process for controlling said cells (CD1-CDn), which change size according to a voltage, is described. The cells (CD1-CDn) are each arranged between first and second electrodes (17, 26) between which a control voltage (Vc) is applied. A photoconductive element (P1-Pn) is inserted between the second electrode (26) and the cell (CD1-CDn), and a light beam (MF1-MFn) illuminates the photoconductive element (P1-Pn) when said cell is to be lengthened (Δl).

(57) Abrégé

L'invention se rapporte à des miroirs de modulation comportant des cellules déformables (CD1 à CDn) pour modifier localement la planéité d'une surface réfléchissante (18). Les cellules déformables (CD1 à CDn) sont du type déformable sous l'effet d'une tension, et l'invention concerne plus particulièrement la commande de ces cellules déformables. Les cellules déformables (CD1 à CDn) sont disposées chacune entre une première et une seconde électrode (17, 26) entre lesquelles est appliquée une tension de commande (Vc). Conformément à l'invention, un élément photoconducteur (P1 à Pn) est inséré entre la seconde électrode (26) et la cellule déformable (CD1 à CDn), et un faisceau de lumière (MF1 à MFn) éclaire l'élément photoconducteur (P1 à Pn) quand on veut obtenir un allongement (Δl) de la cellule déformable.



UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AT	Autriche	FR	France	MR	Mauritanie
AU	Australie	GA	Gabon	MW	Malawi
BB	Barbade	GB	Royaume-Uni	NL	Pays-Bas
BE	Belgique	GN	Guinée	NO	Norvège
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	NZ	Nouvelle-Zélande
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	PL	Pologne
BJ	Bénin	IE	Irlande	PT	Portugal
BR	Brésil	IT	Italie	RO	Roumanie
CA	Canada	JP	Japon	RU	Fédération de Russie
CF	République Centrafricaine	KP	République populaire démocratique de Corée	SD	Soudan
CG	Congo	KR	République de Corée	SE	Suède
CH	Suisse	KZ	Kazakhstan	SK	République slovaque
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	SN	Sénégal
CM	Cameroon	LK	Sri Lanka	SU	Union soviétique
CS	Tchécoslovaquie	LU	Luxembourg	TD	Tchad
CZ	République tchèque	MC	Monaco	TG	Togo
DE	Allemagne	MG	Madagascar	UA	Ukraine
DK	Danemark	ML	Mali	US	Etats-Unis d'Amérique
ES	Espagne	MN	Mongolie	VN	Viet Nam
FI	Finlande				

DISPOSITIF DE MODULATION OPTIQUE A CELLULES DEFORMABLES

L'invention concerne un dispositif de modulation optique dans lequel une onde de lumière visible, ou proche du visible, est modulée spatialement à l'aide d'une pluralité de cellules déformables chacune sous l'effet d'une tension électrique appliquée à leurs bornes. L'invention concerne plus particulièrement des moyens pour faciliter la commande de telles cellules déformables.

Dans la présente description, par l'expression "cellules déformables sous l'effet d'une tension électrique", on entend définir des cellules qui présentent une variation de dimension en fonction d'une tension qui leur est appliquée, et l'on doit considérer comme étant dans cette catégorie aussi bien des cellules constituées à partir de matériaux piézoélectriques (c'est-à-dire présentant l'effet piézoélectrique inverse), que des cellules constituées à partir de matériaux différents présentés par exemple sous forme de films et obéissants à des effets différents, dès lors que l'on peut noter là aussi une déformation, notamment par variation locale d'épaisseur, due à l'application d'une tension.

Des cellules déformables sous l'effet d'une tension sont utilisées dans différents domaines, et en particulier dans celui de l'imagerie à travers une atmosphère turbulente, notamment en astronomie. Dans de tels cas, il peut être nécessaire de corriger spatialement la phase du front d'onde optique provenant de l'objet que l'on veut observer, pour reformer une image correcte de ce dernier.

Il est connu à cet effet de réfléchir le front d'onde par un miroir présentant localement des différences par rapport à un plan moyen de miroir ; ceci afin d'introduire des

modifications locales de phase et compenser ainsi les distorsions de phases introduites par la traversée de l'atmosphère turbulente. Un tel miroir est appelé "miroir de modulation" dans la suite de la description.

5 Les corrections de phases à apporter au front d'onde sont déterminées par un système senseur de front d'onde, en lui-même classique, tel que par exemple celui qui est connu sous le nom de "Interferomètre de HARTEMAN" ; cet appareil a été développé en FRANCE par l'Office National d'Etudes et
10 Recherches Aérospatiales (O.N.E.R.A.).

La figure 1 montre schématiquement une installation classique destinée à corriger la phase d'un front d'onde F O à l'aide d'un système senseur 2 et d'un miroir de modulation 3 tels que ci-dessus définis.

15 Le front d'onde F O se propage dans la direction montrée par la flèche 1 vers le miroir de modulation 3 et avant de parvenir à ce dernier, il est partiellement dévié vers le système senseur 2. Celui-ci délivre en réponse des signaux S.C. relatifs aux corrections de phase à effectuer. Ces signaux de
20 correction SC sont appliqués à un dispositif de commande 4, qui lui-même commande le miroir de modulation 3.

L'onde réfléchie O R par le miroir modulateur 3 représente l'onde corrigée.

Il est courant d'utiliser des cellules en matériaux
25 piézoélectriques pour modifier la planéité de la surface réfléchissante 6 du miroir de modulation 3, en fonction des corrections de phases à apporter. Un montage classique consiste par exemple à former la surface réfléchissante 6 par un film souple 7, par exemple en élastomère, sur lequel est déposée une
30 couche métallisée (non représentée) destinée à former la surface réfléchissante 6 ; ce film est appliqué, par une face opposée à celle qui constitue la surface réfléchissante 6, sur une surface constituée par des extrémités formant les faces mobiles FM d'un nombre n de cellules piézoélectriques CP1, CP2, ..., CPn.
35 L'extrémité ou face opposée de chaque cellule constitue une face

fixe FF qui est mécaniquement solidaire d'une plaque 8. La plaque 8 peut être électriquement conductrice et constituer ainsi une électrode commune à toutes les cellules piézoélectriques CP1 à CPn. Dans ce cas, chacune des faces mobiles FM comporte une électrode individuelle I pour la commande individuelle de chaque cellule piézoélectrique ; électrode individuelle par l'intermédiaire de laquelle chaque cellule est fixée, par collage par exemple, au film souple 7.

Dans cette configuration, chaque cellule piézoélectrique joue le rôle d'un moteur : pour un point donné de la surface réfléchissante 6, la distance D entre ce point et la plaque 8 est liée à la longueur L de chacune des cellules piézoélectriques qui entourent ce point, cette longueur étant elle-même fonction de la valeur d'une tension de commande délivrée par le dispositif de commande et qui est appliquée à chacune de ces cellules. A cette fin, le dispositif de commande 4 comporte un générateur de tension (non représenté) et la plaque 8 ou électrode commune est reliée à une sortie du dispositif de commande 4 délivrant l'une des polarités de la tension de commande, la polarité négative - par exemple, et d'autre part chacune des électrodes individuelles EI est reliée à une sortie indépendante délivrant la polarité positive + ; chaque sortie indépendante délivre la polarité positive + à la valeur appropriée à produire la variation de dimension voulue de la cellule piézoélectrique.

Il est à noter qu'il est possible aussi d'utiliser directement l'ensemble des faces mobiles FM pour former la surface réfléchissante 6, et supprimer ainsi le film 7. Mais ceci peut conduire à augmenter le nombre des cellules piézoélectriques à installer, ce qui à ce jour, n'est pas recommandé compte-tenu des moyens à mettre en oeuvre pour actionner les cellules piézoélectriques.

En effet, pour que les variations de dimension des cellules piézoélectriques soient significatives, il peut être nécessaire de leur appliquer des tensions de commande de

valeurs élevées, par exemple de plusieurs milliers de volts dans certaines applications comme la correction en phases de fronts d'ondes, voire 10.000 volts quand une cellule est constituée par un unique barreau piézoélectrique actionné par une unique tension.

Par suite, il est nécessaire de prévoir, pour chaque cellule piézoélectrique, un moyen à haute tension pour obtenir la tension de commande à la valeur désirée, plus un moyen de commutation à haute tension pour appliquer cette tension. Ces deux moyens sont d'un fonctionnement délicat et sont d'un coût très élevé, ce qui explique le fait que les miroirs modulateurs comportent souvent beaucoup moins de cellules que le nombre qui serait nécessaire à une correction efficace. Ainsi par exemple, dans les dispositifs tels que ci-dessus décrits, les cellules piézoélectriques sont disposées suivant un arrangement en deux dimensions, c'est-à-dire formant une matrice qui est habituellement de 5 X 4 cellules déformables pour une surface de plusieurs dizaines de cm².

De plus, ces moyens électriques à haute tension ont des temps de réponse relativement lents, et dans le cas de la correction de phase ci-dessus mentionnée, ces temps de réponse ne sont pas toujours compatibles avec une compensation dynamique des turbulences atmosphériques (typiquement 100 HZ-1KHZ) qui perturbent le trajet optique des équipements astronomiques ou optroniques.

L'invention concerne un dispositif de modulation de lumière dans lequel la lumière est modulée à l'aide de cellules déformables activées par l'application d'une tension électrique.

L'invention constitue une solution particulièrement intéressante aux problèmes de commande des cellules déformables, sans présenter les inconvénients ci-dessus cités, aussi bien sur le plan des caractéristiques techniques que du coût et de la simplicité de mise en oeuvre.

Selon l'invention, un dispositif de modulation de lumière, comprenant un miroir de modulation réfléchissant la

lumière, le miroir de modulation comportant des cellules déformables sous l'effet d'une tension de commande électrique, chaque cellule déformable étant susceptible de présenter une variation de sa longueur en fonction de la valeur de la tension de commande, la tension de commande étant appliquée entre deux faces opposées de chaque cellule déformable, l'une des faces étant une face arrière fixe et l'autre étant une face mobile, est caractérisé en ce que la tension de commande est appliquée à chaque cellule déformable par l'intermédiaire d'un élément photoconducteur, et en ce que ledit dispositif de modulation comporte en outre des moyens pour ajuster la résistivité de l'élément photoconducteur en fonction de la valeur désirée de la tension de commande.

L'invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques qu'elle comporte, ainsi que d'autres avantages qu'elle présente, apparaîtront à la lecture de la description qui suit de certains de ses modes de réalisation, cette description étant faite à titre d'exemple non limitatif en référence aux dessins ci-annexés parmi lesquels :

- la figure 1 déjà décrite représente un dispositif de modulation optique à miroir de modulation, selon l'art antérieur, appliqué à la correction de phases d'un front d'onde ;

- la figure 2 montre schématiquement un dispositif de modulation optique conforme à l'invention, appliqué à la correction en phase d'un front d'onde ;

- la figure 3 montre schématiquement un mode de réalisation préféré d'une cellule déformable montrée à la figure 2 ;

- la figure 4 montre schématiquement une autre manière de disposer un modulateur spatial de lumière montré à la figure 2 ;

- la figure 5 montre schématiquement un mode de réalisation préféré d'éléments photoconducteurs montrés à la figure 2 ;

- la figure 6 illustre une application de l'invention à la projection d'images type télévision ;

La figure 2 représente un dispositif de modulation optique 10 conforme à l'invention. Dans l'exemple non limitatif de la figure 1, le dispositif de modulation 10 permet de corriger en phases un front d'onde 11 suivant une organisation générale semblable à celle déjà montrée à la figure 1 : le front d'onde 11 à corriger se propage suivant les flèches 1 en direction d'un miroir de modulation 12 ; ce dernier remplit les mêmes fonctions que le miroir de modulation 3 de la figure 1 et il réfléchit une onde 11a qui est l'onde corrigée. Une partie du front d'onde symbolisée par une flèche 13, est déviée, à l'aide d'un miroir semi-transparent 14 par exemple, vers un système senseur 2 de front d'onde. Ce dernier délivre de façon classique des signaux de correction SC qui sont appliqués à un dispositif de commande DC lui-même destiné à commander le miroir de modulation 12.

Le miroir de modulation 12 comporte une pluralité de cellules déformables CD1 à CDn. Chaque cellule déformable comporte une face avant formant une extrémité mobile ou face mobile 15. Chaque face mobile 15 est solidarisée à un film souple 16 en élastomère par exemple.

Le film souple 16 sert à constituer une surface réfléchissante 18 vis-à-vis du front d'onde 11. La surface réfléchissante 18 est centrée sur un axe optique 29. Elle est susceptible de présenter des déformations localisées de son plan sous l'action des cellules déformables CD1 à CDn. La surface réfléchissante 18 est réalisée par une couche 17 d'un matériau électriquement conducteur, déposée sur le film souple 16 à l'opposé des cellules déformables CD1 à CDn. L'épaisseur du film souple 16 est faible et il constitue une capacité de forte valeur par rapport aux cellules déformables CD1 à CDn, de telle sorte que la chute de tension aux bornes du film peut être négligée et que la couche électriquement conductrice 17 constitue une électrode 17 commune à toutes les faces mobiles

15. Ceci constitue un exemple non limitatif, d'autres montages peuvent être adoptés, par exemple en déposant une couche métallisée sur chaque face du film souple 16.

5 Les cellules déformables CD1 à CDn sont du type cellules déformables sous l'effet d'une tension, comme il a été expliqué dans le préambule, et dans l'exemple non limitatif décrit, ces cellules sont en un matériau piézoélectrique, en céramique PZT par exemple ; elles reçoivent chacune une tension de commande délivrée par un générateur de tension 19
10 que comporte le dispositif de commande DC.

Selon une caractéristique de l'invention, d'une part la tension de commande est appliquée à chacune des cellules déformables CD1 à CDn par l'intermédiaire d'un élément photoconducteur P1 à Pn, et d'autre part, cet élément
15 photoconducteur est éclairé afin d'ajuster sa résistivité, de manière que la tension de commande appliquée aux bornes de chaque cellule déformable ait la valeur désirée.

Dans l'exemple non limitatif décrit, les éléments photoconducteurs P1 à Pn sont constitués dans une même plaque
20 20 d'un matériau photoconducteur. Le matériau photoconducteur doit présenter une haute résistivité dans le noir. Ce matériau photoconducteur est constitué par exemple par un composé de Bismuth et de silicium et d'oxygène $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ dont la résistivité dans le noir est de l'ordre de $10^{13} \Omega \text{ cm}$, alors
25 que pour un éclairement incident de 10 mW.cm^{-2} à la longueur d'onde de $0,514 \mu\text{m}$, elle est de l'ordre de $10^9 \Omega \text{ cm}$; ou bien encore un composé d'Arséniure de Gallium semi-isolant S.I. GaAs dont la résistivité est de l'ordre de $10^9 \Omega \text{ cm}$ dans le noir et de l'ordre de $10^6 \Omega \text{ cm}$ pour un éclairement incident de 10 mW.cm^{-2} .
30

La plaque 20 de matériau photoconducteur est appliquée contre les cellules déformables CD1 à CD2, à l'opposé de la surface réfléchissante 18, c'est-à-dire en contact avec des faces arrières 21 de ces cellules déformables. Les cellules
35 déformables CD1 à CDn sont disposées en deux dimensions ;

elles forment un réseau matriciel dont les cellules visibles sur la figure 2 constituent par exemple une ligne et dont les colonnes sont dans un plan perpendiculaire à celui de la figure.

5 Une face 25 de la plaque 20, opposée aux cellules déformables CD1 à CDn, est en contact avec une couche électriquement conductrice formant une seconde électrode 26 dont la surface est sensiblement la même que celle de la plaque 20. La seconde électrode 26 est ainsi commune à tous les éléments photoconducteurs P1 à P6 ; ces derniers sont matérialisés sur
10 la figure 2 en traits pointillés dans l'épaisseur E de la plaque 20 photoconductrice.

Le potentiel électrique auquel est portée la seconde électrode 26 est appliquée aux faces arrières 21 des cellules CD1 à CDn, au travers des éléments photoconducteurs P1 à Pn
15 ; pour une meilleure répartition de ce potentiel sur ces faces arrières 25, une électrode intermédiaire EI1 peut être interposée entre chacune de ces dernières et les éléments photoconducteurs P1 à Pn comme représenté à la figure 2. Toutes ces électrodes intermédiaires EI1 sont bien entendu
20 électriquement isolées les unes des autres.

Dans l'exemple non limitatif représenté à la figure 2, la plaque 20 photoconductrice est fixe et rigide, et les faces arrières 25 des cellules déformables constituent les faces fixes de ces dernières. Par conséquent, entre les deux faces 15, 21
25 des cellules déformables, une modification ΔL de la longueur L de ces dernières engendre une même modification locale de la position de la surface réfléchissante 18. Ceci est rendu possible d'une part, par la souplesse du film souple 16 qui peut être constitué par exemple par un film polymère ou élastomère
30 et, d'autre part, par la souplesse de la première électrode commune 17.

La première électrode commune 17 peut être réalisée par exemple, de manière en elle-même classique, par le dépôt sur le film 16 d'une couche conductrice métallique en or ou en
35 argent par exemple, par la technologie des couches minces.

La première et la seconde électrodes communes 17, 26 sont reliées respectivement à une première et à une seconde sortie 30, 31 du générateur de tension 19, sorties qui respectivement délivrent les polarités positive et négative +, - de la tension de commande V_c , destinée à être appliquée aux cellules déformables CD1 à CDn.

Dans la configuration de l'invention, cette tension de commande V_c est appliquée avec sa valeur maximum entre les deux électrodes communes 17, 26, et c'est par un éclairement de la plaque 20 photoconductrice et plus précisément des éléments photoconducteurs P1 à Pn que l'on ajuste à la valeur désirée la tension de commande V_c appliquée à chacune des cellules déformables CD1 à CDn.

A cette fin, la seconde électrode commune 26 doit être transparente; elle peut être par exemple en oxyde d'étain $S_n O_2$ et être constituée d'une couche déposée sur la plaque 20 par une méthode en elle-même classique.

Dans une version préférée de l'invention, l'éclairement de la plaque 20 photoconductrice ou plus précisément l'éclairement des éléments photoconducteurs P1 à Pn est réalisé à l'aide d'un modulateur spatial de lumière 33 que comporte le dispositif de commande DC, afin d'effectuer la répartition spatiale désirée de l'éclairement.

Le modulateur spatial 33 peut être constitué à l'aide par exemple d'un écran à cristaux liquides du type notamment à matrice active, ou bien encore du type ferroélectrique. Les techniques mises en oeuvres pour ces écrans sont identiques à celles développées pour les écrans de visualisation. Ainsi le modulateur spatial 33 peut comporter un écran à cristaux liquides du type à matrices actives à transistor TFT, (TFT de Thin Film Transistor) comportant une matrice de cellules à cristaux liquides CL1 à CLn dont le nombre peut être par exemple 128 x 128 où même aller jusqu'à 1024 x 1024 ; avec un nombre de niveaux de gris compris par exemple entre 10 et 30 et une cadence vidéo de l'ordre de 40 ms. Dans un tel cas, chaque

cellule à cristaux liquides CL1 à CLn peut correspondre à un élément photoconducteur P1 à Pn, le nombre de niveaux de gris étant suffisant pour réaliser une modulation fine de l'éclairement. Mais dans le cas d'une matrice à cristaux liquides ferroélectriques, l'équivalent d'un éclairement variable peut être obtenu en modulant le nombre des cellules à cristaux liquides adressées et projetées sur un élément photoconducteur P1 à P2 donné ; autrement dit, dans ce cas plusieurs cellules à cristaux liquides peuvent être affectées à l'éclairement de chaque élément photoconducteur.

Le dispositif de commande DC comporte en outre une source de lumière 35 située sur l'axe optique 29 et qui produit une lumière correspondant au domaine de sensibilité du matériau photoconducteur constituant la plaque 20. Cette lumière peut être incohérente, produite par exemple par un réseau de minitubes fluorescents (non représentés) ou par une lampe halogène. Mais si cela est utile, la source 35 peut comporter un laser continu émettant dans le domaine de sensibilité du photoconducteur.

Le faisceau de lumière FL produit par la source 35 est collecté par un condenseur 32, puis il traverse ensuite le modulateur spatial 33 qui est également centré sur l'axe optique 29. Dans l'exemple non limitatif de la description, le modulateur spatial 33 comporte autant de cellules élémentaires CL1 à CLn qu'il y a d'éléments photoconducteurs P1 à Pn, et le faisceau de lumière FL émerge du modulateur spatial 33 sous la forme d'autant de micro-faisceaux MF1 à MFn qui passent par un objectif 39 et dont l'intensité est fonction du niveau d'opacité de la cellule élémentaire ou cellule à cristaux liquides CL1 à CLn traversée.

Le degré d'opacité ou à l'inverse le degré de transmission des cellules élémentaires CL1 à CLn est commandé par une opération en elle-même classique d'adressage de chaque cellule élémentaire, par un circuit de commande d'adressage traditionnel 38, réalisant un adressage de type matriciel sur la

base des signaux de commande SC délivrés par le senseur 2 de front d'onde.

Dans un tel cas l'adressage est de type matriciel, de telle manière que par l'intermédiaire du modulateur spatial 33 et des éléments photoconducteurs P1 à Pn, la commande c'est-à-dire l'adressage des cellules déformables CD1 à CDn est également matriciel, ce qui simplifie considérablement la commande et l'interconnexion de ces cellules déformables.

Le fonctionnement est le suivant :

La tension de commande Vc, délivrée par le générateur de tension 19, et appliquée entre les deux électrodes communes 17, 26 avec sa valeur maximum.

A chaque cellule déformable CD1 à CDn correspond un élément photoconducteur P1 à Pn susceptible d'être éclairé par un micro-faisceau MF1 à MFn. Chaque micro-faisceau MF1 à MFn est modulé en intensité en fonction du degré d'opacité de la cellule à cristaux liquides CL1 à CLn qu'il a traversé, et donc chaque cellule à cristaux liquides CL1 à CLn ou cellule élémentaire correspond à un photoconducteur P1 à Pn déterminé.

La résistivité du matériau photoconducteur dans le noir est suffisamment élevée, pour qu'en l'absence d'éclairement aucune tension ne soit appliquée aux cellules déformables CD1 à CDn (c'est-à-dire aux moteurs piézo). Sous illumination locale du photoconducteur par le modulateur spatial 33 de lumière, la conductivité locale du photoconducteur (c'est-à-dire de l'élément photoconducteur P1 à Pn éclairé) augmente, et la tension de commande Vc est appliquée à la cellule déformable CD1 à CDn correspondante.

Ainsi par exemple, si l'état de la première cellule élémentaire CL1 est tel qu'elle laisse passer un micro-faisceau MF1, ce dernier éclaire le premier élément photoconducteur P1 d'où résulte une application de la tension de commande Vc à la première cellule déformable CD1 : la dimension de l'élément photoconducteur P1 correspond à la surface éclairée par le micro-faisceau.

La projection sur la plaque 20 photoconductrice d'une répartition d'éclairement $\Delta I(x, y)$ induit, sur la matrice de cellules déformables CD1 à CDn, une modulation spatiale de la tension appliquée $V(x, y)$ de la forme :

5 $\Delta V(x, y) = \beta \cdot \Delta I(x, y)$; où $\beta = dV/dI$ traduit la pente de la caractéristique tension appliquée sur une cellule déformable en fonction de l'éclairement sur l'élément photoconducteur correspondant.

10 Dans la région de fonctionnement linéaire de la cellule déformable, il résulte un allongement Δl de cette dernière, et un déphasage $\Delta \phi$ induit sur l'onde optique de la forme :

15 $\Delta \phi = 4\pi / \lambda \cdot \Delta l$, où λ est la longueur d'onde de l'onde ; soit $\Delta \phi = (d\phi/dI) \times \Delta I$; où $d\phi/dI$ est la pente de la caractéristique déphasage/éclairage.

20 Dans l'exemple non limitatif décrit en référence à la figure 2, les cellules déformables CD1 à CDn sont des disques piézoélectriques dont la longueur L est constituée à l'aide d'un unique élément de céramique piézoélectrique. Mais dans le but d'accroître la variation de longueur L pour une même tension de commande V_c , il est possible d'empiler deux ou davantage éléments piézoélectriques pour constituer une cellule déformable CD1 à CDn.

25 La figure 3 illustre à titre d'exemple non limitatif une manière d'alimenter en tension une cellule déformable, la première cellule déformable CD1 par exemple.

30 Dans l'exemple montré à la figure 3, la première cellule déformable CD1 est formée par trois éléments ou disques piézoélectriques D1, D2, D3 montés bout à bout de manière à ajouter leur allongement.

35 Le premier disque D1 est disposé contre la plaque 20 photoconductrice (partiellement représentée) avec laquelle il est électriquement en contact par l'intermédiaire de la première électrode intermédiaire EI1 ; la face arrière de ce disque D1 constitue la face arrière fixe 21 de la cellule déformable CD1

; l'autre extrémité ou face de ce premier disque D1 porte une seconde électrode intermédiaire EI2. Le second disque D2 est solidarisé par sa première extrémité, par collage par exemple, à la seconde électrode intermédiaire EI2, et son autre extrémité porte elle-même une troisième électrode intermédiaire EI3. Le troisième disque D3 est solidarisé par une extrémité à la troisième électrode intermédiaire EI3, et son autre extrémité représente la face mobile 15 de la cellule déformable CD1, c'est-à-dire qu'elle est solidarisée au film souple 16 qui lui-même porte la première électrode commune 17.

Comme dans l'exemple précédent, la tension de commande Vc de valeur maximum provenant du générateur de tension 19, est appliquée entre les deux électrodes communes 17, 26, les polarités positive + et négative - étant appliquées respectivement à la première électrode commune 17 et la seconde électrode commune 26. La tension de commande effectivement appliquée à la cellule déformable CD1 et dont la valeur est ajustée à l'aide de la résistivité du matériau photoconducteur, est celle qui est développée entre la première électrode commune 17 et la première électrode intermédiaire EI1.

L'alimentation en parallèle des différents disques D1, D2, D3 est réalisée à l'aide de deux connexions 45, 46, constituées par des fils souples par exemple : la première connexion 45 relie la première électrode commune 17 (qui est à la polarité positive +) avec la seconde électrode intermédiaire EI2 ; et la seconde connexion 46 relie la première électrode intermédiaire EI1 (qui est à la polarité négative -) à la troisième électrode intermédiaire EI3.

L'exemple de la figure 3 peut s'appliquer à la réalisation de toutes les cellules déformables CD1 à CDn. D'autre part, un agencement semblable à celui montré à la figure 3 peut s'appliquer aussi avec un nombre différent de disques, avec éventuellement des interconnexions différentes si les disques sont en nombre pair.

On donne ci-après à titre d'exemple non limitatif, des indications sur un exemple de réalisation dans lequel était utilisée une matrice de 32 x 32 cellules déformables constituées chacune d'un empilement de trois disques D1, D2, D3 tels que montrés à la figure 3 ; les cellules déformables étant disposées au pas de 5 mm et formant une surface de 150 mm x 150 mm ; avec pour chaque cellule trois disques de céramique PZT dont l'élongation Δl est de l'ordre de 0,5 μ m pour 1000 V, et ayant une diamètre d de 3 mm.

La plaque 20 photoconductrice peut être réalisée en $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ en une épaisseur E de 1 mm.

Avec une puissance optique pour l'adressage du photoconducteur de l'ordre de 1 à 2 Watts, il résulte un allongement Δl de l'ordre de 4,5 μ m des cellules déformables commandées : soit une tension appliquée à ces cellules d'environ 3.000 volts pour une tension maximum délivrée par le générateur de tension 19 de l'ordre de 4500 Volts.

La figure 4 montre un mode de réalisation de l'invention dans lequel un modulateur spatial 33a, destiné à engendrer la répartition d'éclairement voulue sur les éléments photoconducteurs P1 à Pn, est situé à proximité de la matrice de cellules déformables CD1 à CDn. Dans ce cas les dimensions du modulateur spatial 33 sont sensiblement les mêmes que celles de la matrice.

Le faisceau de lumière produit par la source 35 passe par un condenseur 36, avant de traverser le modulateur spatial 33a qui détermine des micro-faisceaux MF1 à MFn ; le fonctionnement est semblable à celui déjà expliqué en référence à la figure 2.

Il est à noter qu'il peut être intéressant de rendre les éléments photoconducteurs P1 à Pn indépendants les uns des autres, en vue notamment de réaliser une meilleure isolation électrique entre eux.

La figure 5 montre à titre d'exemple non limitatif, le miroir de modulation 12 dans une version de l'invention dans

laquelle les éléments photoconducteurs P1 à Pn sont indépendants les uns des autres, au contraire de l'exemple de la figure 2 où ils appartiennent à une même plaque 20 d'un matériau photoconducteur.

5 A partir d'une plaque d'un matériau photoconducteur telle que la plaque 20 déjà citée, ou bien d'une couche photoconductrice portée comme dans l'exemple de la figure 5 par un support transparent 37, en verre par exemple, la plaque ou la couche photoconductrice peuvent être gravées en forme d'îlots
10 48, par gravure mécanique par exemple, chaque îlot ou pavé constituant un élément photoconducteur P1 à Pn. Chaque pavé ou élément photoconducteur P1 à Pn est solidarisé à la première électrode intermédiaire EI1 d'une cellule déformable CD1 à CDn, comme précédemment expliqué ; et le support transparent 37 est
15 orienté bien entendu vers l'écran à cristaux liquides 33 ou 33a montré aux figures 2 et 4.

Comme dans les versions précédentes, tous les éléments photoconducteurs P1 à Pn sont reliés à la seconde électrode commune 26. A cet effet, cette dernière est disposée
20 entre le support transparent et les pavés 48 ou éléments photoconducteurs. Ceci conduit à une isolation électrique parfaite entre les pavés photoconducteurs portés à des potentiels différents.

Une commande des cellules déformables CD1 à CDn, telle qu'elle a été ci-dessus décrite, représente une simplification considérable par rapport à l'art antérieur. La suppression des moyens électriques de commutation et l'adressage en parallèle de l'ensemble des cellules déformables par modulation spatiale bi-dimensionnelle d'un faisceau lumineux intense, conformément à l'invention, permettent de réaliser et d'utiliser des miroirs de modulation de surfaces importantes et
30 comportant une très grande densité de zones de correction.

Aussi, un agencement conforme à l'invention peut s'appliquer à d'autres domaines que celui de la correction d'un

front d'onde, et en particulier il peut s'appliquer à réaliser et à projeter des images de type images de télévision.

5 Dans ce but, il est proposé d'utiliser un miroir de modulation fonctionnant à l'aide d'un adressage semblable à celui décrit en référence aux figures 2,3,4 et 5, mais utilisé, dans un dispositif de visualisation.

10 La figure 6 montre de manière schématique, et à titre d'exemple non limitatif, un miroir de modulation 12 conforme à l'invention, utilisé dans un dispositif de visualisation 50 permettant de réaliser et de projeter des images du type images de télévision.

15 Il est à noter que, dans une application de l'invention à la correction d'un front d'onde, les variations de longueur des cellules déformables CD1 et CDn doivent être relativement importantes, de l'ordre de plusieurs micromètres. Par contre, dans l'application à la réalisation d'images, ces variations peuvent être beaucoup plus faibles, par exemple de l'ordre de 0,1 μm . En conséquence, il est intéressant d'utiliser une feuille de matériau déformable sous l'effet d'une tension
20 électrique pour réaliser les cellules déformables CD1 à CDn, en utilisant par exemple un polymère piézoélectrique comme le PVF2 ou un élastomère.

C'est une telle version de l'invention qui est illustrée à la figure 6, dans laquelle les cellules déformables
25 CD1 à CDn sont réalisées à partir d'une feuille 80 de matériau se déformant sous l'action d'une tension appliquée entre ses faces ; par exemple un polymère piézoélectrique notamment du type PVF2, ou encore un élastomère ou un matériau type visco-élastique.

30 Dans le cas d'une feuille 80 en PVF2 par exemple, ayant une épaisseur E1 de l'ordre de 200 μm on peut obtenir une augmentation de cette épaisseur de l'ordre de 0,1 μm en lui appliquant une tension de commande de l'ordre de 3000 volts. L'épaisseur E1 de la feuille 80 au repos représente la longueur
35 L précédemment montrée pour les cellules déformables CD1 à

CDn ; il est à noter que sur les figures les proportions des dimensions ne sont pas respectées pour une meilleure clarté.

La feuille 80 du matériau destiné à former les cellules déformables CD1 à CDn est solidarisée, par collage par exemple à la plaque 20 de matériau photoconducteur, à l'opposé de la seconde électrode commune 26. La feuille 80 est recouverte d'une couche électriquement conductrice 17 qui permet de réaliser, comme dans les exemples précédents, la première électrode commune 17 et la surface réfléchissante 18, avec la différence cependant que dans l'exemple de la figure 6 la couche conductrice 17 est directement en contact avec les cellules déformables CD1 à CDn.

La surface 4 réfléchissante 18 du modulateur 12 à miroir est destinée à réfléchir et à moduler spatialement en position une lumière 51 produite par une seconde source de lumière 52.

Dans l'exemple non limitatif décrit, les éléments photoconducteurs P1 à Pn sont commandés et sont définis d'une même manière que dans l'exemple de la figure 2, à savoir que :

- la lumière produite par la première source 35 passe par un condenseur 32, puis traverse ensuite le modulateur spatial 33 dont elle émerge sous la forme de micro-faisceaux MF1 à MFn
- Les micro-faisceaux MF1 à MFn passent ensuite par un objectif 39 avant d'éclairer chacun une zone de la plaque 20 en matériau photoconducteur où ils définissent ainsi les éléments photoconducteurs P1 à Pn et leur résistivité.

Ainsi quand des zones destinées à constituer des éléments photoconducteurs P1 à Pn sont éclairées par les micro-faisceau MF1 à MFn, une tension de commande est appliquée localement à la feuille 80, entre la première électrode commune 17 et chaque élément photoconducteur éclairé, ce qui détermine une cellule déformable CD1 à CDn dans l'épaisseur E1 de la feuille 80, en vis à vis de chaque élément photoconducteur P1 à Pn. Il est possible également de définir les dimensions des cellules déformables CD1 à CDn en disposant

entre la feuille 80 et la plaque 20 des surfaces électriquement conductrices telles que les premières électrodes intermédiaires EI1 montrées à la figure 2. Comme dans les exemples précédents, chaque élément photoconducteur P1 a Pn éclairé provoque une augmentation de la longueur de la cellule déformable CD1 à CDn correspondante d'où résulte une déformation localisée de la surface réfléchissante 18.

En fait, dans cette application, la surface réfléchissante 18 du miroir de modulation 12 remplit une fonction semblable à celle qui est remplie par un film d'huile, dans un dispositif de projection de télévision connu sous le nom de "Eidophor".

Les dispositifs de projection du type "Eidophor" sont connus depuis de nombreuses années, notamment pour former des images de télévision en noir et blanc et en couleurs. Leurs caractéristiques et leur fonctionnement sont expliqués notamment dans l'article "Principles of simultaneous-Color Projection Television Using Fluid Deformation", par W.E. GLENN, parue dans "Journal of the SMPTE" September 1970, volume 79, pages 788-794.

L'article ci-dessus cité décrit différentes manières de réaliser et d'utiliser des déformations de la surface du film d'huile, et cet article doit être considéré comme faisant partie de la présente description. Dans un dispositif de projection du type "Eidophor", on réalise des déformations localisées de la surface d'un film d'huile. A chaque surface élémentaire de l'image à former, correspond une zone du film d'huile dans laquelle peut être réalisée une déformation de ce dernier. Une lumière traverse le film d'huile et, en coopération avec des masques comportant des barres opaques et un dispositif optique du type optique "de Schlieren", chaque zone déformée engendre la projection de lumière sur un écran de visualisation dans la surface élémentaire d'image correspondante ; la quantité de lumière projetée sur l'écran de visualisation est d'autant plus grande que la déformation est forte.

Les déformations du film d'huile sont obtenues à l'aide d'un faisceau d'électrons modulé par des informations de type vidéo et qui effectue un balayage de la surface du film d'huile. Les charges engendrées par le faisceau d'électrons produisent des déformations de la surface du film d'huile, par un effet de pression électrostatique.

Le film d'huile doit avoir une épaisseur bien contrôlée et constante, ce qui pose des problèmes importants, du fait notamment que l'huile présente une durée de vie relativement faible sous l'effet d'un bombardement par des électrons. De plus, le film d'huile exige d'être constamment refroidi.

Il est donc particulièrement intéressant de réaliser des déformations d'une surface, sans devoir soumettre cette surface à un bombardement d'électrons. Par suite, la surface réfléchissante 18 du miroir de modulation 12 dont les déformations, dues aux cellules déformables CD1 à CDn sont commandées conformément à l'invention, représente une solution très avantageuse, et qui est rendue applicable industriellement grâce à l'invention et notamment à l'adressage qui est réalisé ainsi qu'à la suppression des moyens électriques de commutation habituels.

Comme enseigné dans l'article de W.E. Gleen ci-dessus cité, dans le dispositif de l'invention la lumière 51 à moduler passe en premier lieu par un condensateur 55, puis traverse ensuite un masque d'entrée 56 comportant des barres opaques d'entrées Be1 à Ben entre lesquelles la lumière peut passer par des ouvertures O1 à On. Puis la lumière 51 parvient ensuite sur la surface réfléchissante 18 par laquelle elle est réfléchie et forme un faisceau réfléchi FR qui se propage en direction d'un écran de visualisation 60. Après réflexion par la surface réfléchissante 18, le faisceau réfléchi FR passe successivement par un dispositif d'optique de "Schlieren" 58, un masque de sortie 57 comportant des barres de sorties BS1 à BSn opaques,

et par un objectif de projection 59 avant d'atteindre l'écran de visualisation 60.

Le fonctionnement est du type de celui qui est déjà connu dans l'Eidophor : en supposant que la surface réfléchissante 18 soit complètement plane, c'est-à-dire par exemple que toutes les cellules déformables CD1 à CDn comportent leur longueur L la plus faible, toute lumière provenant de la seconde source S2 et passant entre les barres d'entrée Be1 à Ben est bloquée par les barres de sortie Bs1 à Bsn, et ne parvient pas jusqu'à l'objectif de projection 59.

Par contre, pour la lumière réfléchie au niveau de cellules déformables CD1 à CDn commandée, cette lumière peut passer entre les barres de sortie Bs1 à Bsn. Dans un tel cas, plus l'allongement d'une cellule déformable CD1 à CDn donnée est grand, et plus est grande la quantité de lumière qui émerge du second masque 57, c'est-à-dire des barres de sortie Bs1 à Bsn, après réflexion au niveau de cette cellule déformable donnée.

Si l'on considère que chaque cellule déformable CD1 à CDn correspond à une surface élémentaire d'une image à visualiser sur l'écran de projection 60, on peut aisément réaliser des images, de type télévision notamment, en adressant les cellules déformables CD1 à CDn d'une manière semblable à celle décrite précédemment, à l'aide de l'écran à cristaux liquides 33 par exemple. Mais dans ce cas bien entendu, le circuit de commande d'adressage 38, qui commande l'écran à cristaux liquides, reçoit des signaux vidéo SV eux-mêmes classiques, relatifs à des images vidéo de télévision.

Le fonctionnement du dispositif de visualisation de l'invention, tel qu'il a été ci-dessus décrit, et quel que soit le mode de réalisation des cellules déformables CD1 à CDn, s'applique de manière simple à former des images en noir et blanc.

Mais avec le dispositif de l'invention il est possible aussi de réaliser des images en couleurs, en appliquant des méthodes semblables à celles décrites dans l'article déjà cité

de W.E GLENN : par exemple en utilisant un dispositif rotatif (non représenté) de filtres aux trois couleurs primaires, permettant de former les trois couleurs séquentiellement ; ou bien avec une méthode qui consiste à utiliser trois dispositifs de projection monochromes, chacun à une couleur différente, et de combiner les trois images, ou encore en utilisant des diffractions de lumière engendrées par le film d'huile et, à l'aide d'un dispositif optique du type optique de "Schlieren" ainsi qu'un masque d'entrée et un masque de sortie, pour obtenir des couleurs rouges, bleues et vertes.

Cette description constitue un exemple non limitatif, qui montre qu'un dispositif de modulation optique conforme à l'invention peut s'appliquer aussi bien à la correction de fronts d'ondes qu'à réaliser des images en noir et blanc ou couleurs, notamment projetées sur grand écran avec une forte luminosité. Mais le dispositif optique de l'invention peut être mis en oeuvre dans d'autres applications de manière avantageuse, dès lors qu'elles impliquent de moduler spatialement la lumière.

REVENDICATIONS

1 - Dispositif de modulation de lumière, comprenant un miroir de modulation (12) réfléchissant la lumière à moduler à l'aide d'une surface réfléchissante (18), le miroir de modulation comportant des cellules du type cellules déformables (CD1 à CDn) sous l'effet d'une tension électrique de commande, chaque cellule déformable (CD1 à CDn) étant susceptible de présenter une variation (ΔL) de sa longueur (L) en fonction de la valeur de la tension de commande et d'engendrer une déformation locale de la surface réfléchissante (18), la tension de commande étant appliquée entre deux faces (15,21) opposées de chaque cellule déformable, l'une des faces étant une face fixe (21) et l'autre face (15) étant une face mobile, caractérisé en ce que la tension de commande est appliquée à chaque cellule déformable (CD1 à CDn) par l'intermédiaire d'un élément photoconducteur (P1 à Pn), et en ce que le dispositif de modulation comporte en outre des moyens (35, 36, 33) pour ajuster la résistivité présentée par chaque élément photoconducteur (P1 à Pn) en fonction de la variation (ΔL) désirée pour la cellule déformable correspondante.

2 - Dispositif de modulation selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens (35, 36, 33) pour ajuster la résistivité des éléments photoconducteurs comprennent un écran à cristaux liquides (33) comportant une pluralité de cellules à cristaux liquides (CL1 à CLn) éclairée à l'aide d'une source (35) de lumière et produisant en réponse une pluralité de micro-faisceaux de lumière (MF1 à MFn), chaque élément photoconducteur (P1 à Pn) étant éclairé par au moins un micro-faisceau (MF1 à MFn).

3 - Dispositif de modulation selon la revendication 2, caractérisé en ce que les cellules déformables (CD1 à CDn) sont disposées suivant un arrangement matriciel, et en ce qu'il comporte en outre un circuit de commande d'adressage (38) de

type matriciel servant à commander les cellules déformables (CD1 à CDn) par l'intermédiaire de l'écran à cristaux liquides (33).

4 - Dispositif de modulation selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que chaque cellule déformable (CD1 à CDn) est disposée entre un élément photoconducteur (P1 à Pn), avec lequel elle est en contact par sa face fixe (21), et une première électrode (17) commune à toutes les cellules déformables.

5 - Dispositif de modulation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les éléments photoconducteurs (P1 à Pn) sont disposés entre la face (21) fixe des cellules déformables (CD1 à CDn) et une seconde électrode (26) transparente commune à tous les éléments photoconducteurs (P1 à Pn).

6 - Dispositif de modulation selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les éléments photoconducteurs (P1 à Pn) sont contenus dans une même plaque (20) d'un matériau photoconducteur, et sont individualisés par un éclairage des moyens (35, 36, 33) pour ajuster la résistivité des éléments photoconducteurs.

7 - Dispositif de modulation selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les éléments photoconducteurs (P1 à Pn) sont individualisés et séparés les uns des autres.

8 - Dispositif de modulation selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la tension de commande des cellules déformables (CD1 à CDn) est appliquée entre deux électrodes (17, 26) dont l'une est commune à toutes les faces mobiles (15) des cellules déformables et dont l'autre est commune aux éléments photoconducteurs (P1 à Pn), la tension appliquée entre ces deux électrodes communes (17, 26) ayant une valeur égale ou supérieure à la valeur maximum à appliquer entre les deux faces (15, 21) d'une cellule déformable (CD1 à CDn).

9 - Dispositif de modulation selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les cellules déformables (CD1 à CDn) sont en un matériau piézoélectrique.

5 10 - Dispositif de modulation selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'au moins une cellule déformable (CD1 à CDn) est formée à l'aide d'au moins deux éléments piézoélectriques montés bout à bout.

10 11 - Dispositif de modulation selon l'une quelconque des revendications 9 ou 10, caractérisé en ce que le matériau piézoélectrique est une céramique PZT.

12 - Dispositif de modulation selon la revendication 9, caractérisé en ce que le matériau piézoélectrique est un polymère piézoélectrique.

15 13 - Dispositif de modulation suivant la revendication 12, caractérisé en ce que les cellules déformables sont constituées dans une feuille (80) d'un polymère d'un type PVF2.

20 14 - Dispositif de modulation selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que les cellules déformables (CD1 à CDn) sont constituées dans une feuille (80) d'élastomère.

25 15 - Dispositif de modulation selon l'une quelconque des revendications 12 ou 13 ou 14, caractérisé en ce que les faces mobiles (15) des cellules déformables (CD1 à CDn) sont en contact avec une première électrode (17) commune à toutes les faces mobiles et en ce que cette électrode commune constitue la surface réfléchissante (18).

30 16 - Dispositif de modulation selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'une couche souple (16) est interposé entre la première électrode commune (17) et les faces mobiles (15) des cellules déformables (CD1 à CDn).

17 - Dispositif de modulation selon la revendication 16, caractérisé en ce que la première électrode (17) commune à toutes les faces mobiles constitue la surface réfléchissante (18).

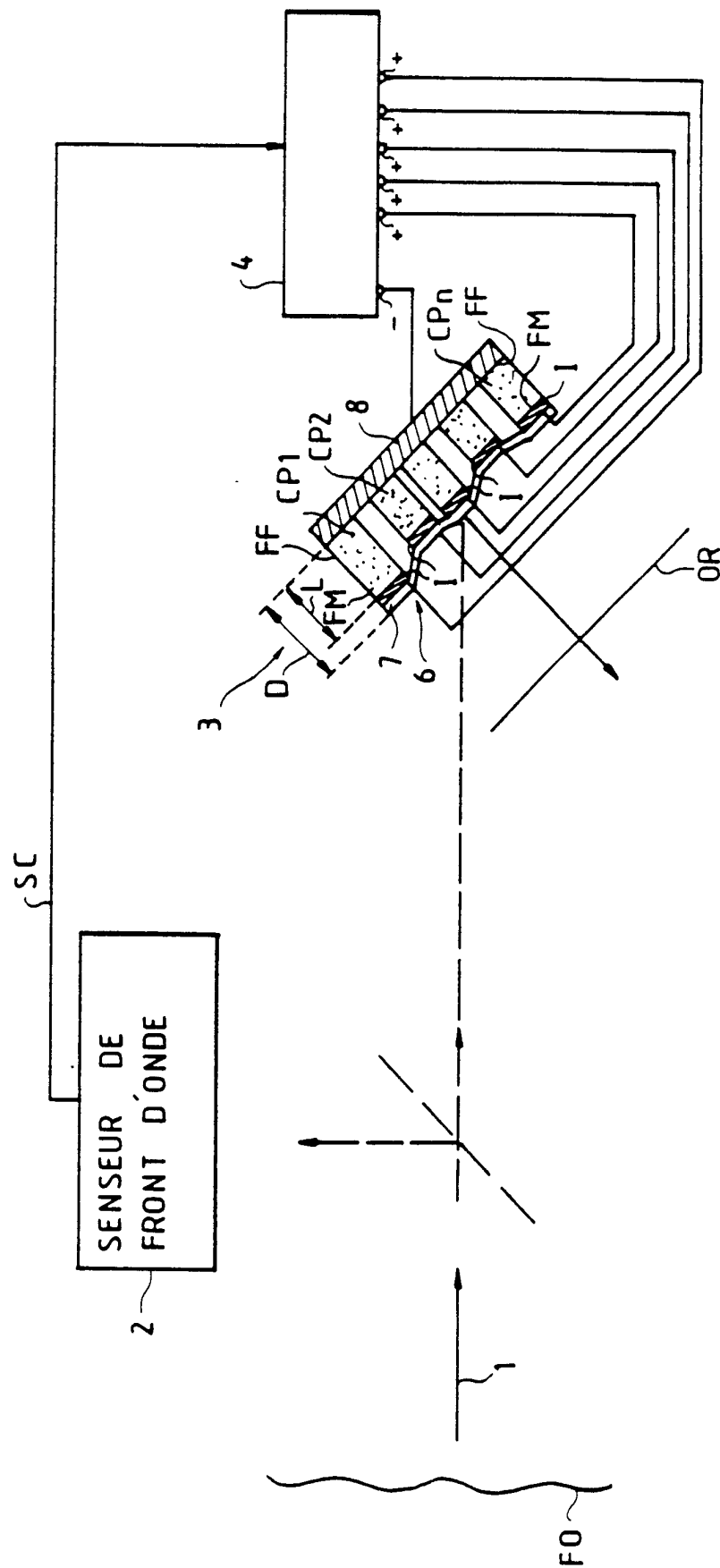
18 - Dispositif de modulation selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte en outre un système senseur (2) de front d'onde ledit système senseur, délivrant des informations (SC) relatives à une correction de phase à effectuer sur une onde de lumière réfléchie par le miroir de modulation (12), lesdites informations (SC) étant appliquées aux moyens (35, 36, 33) pour ajuster la résistivité des éléments photoconducteurs (P1 à Pn).

19 - Dispositif de modulation selon l'une des revendications 1 à 17, caractérisé en ce qu'il comporte en outre, une source de lumière (52) et un masque d'entrée (56) interposé entre cette dernière et la surface réfléchissante (18), un dispositif optique (58) du type "optique de Schlieren" et un masque de sortie (57) interposés successivement entre la surface réfléchissante (18) et un écran (60) de projection, la source de lumière (52) produisant une lumière destinée à être réfléchie et modulée par la surface réfléchissante (18) afin de réaliser des images sur l'écran de projection (60), des informations de type vidéo (SV) relatives aux images à réaliser étant appliqués aux moyens (35, 36, 33) pour ajuster la résistivité des éléments photoconducteurs.

20 - Dispositif de modulation selon la revendication 19, caractérisé en ce qu'il comporte en outre des moyens pour que la lumière réfléchie par la surface réfléchissante (18) soit sous la forme de raies spectrales.

1/5

FIG.1



2/5

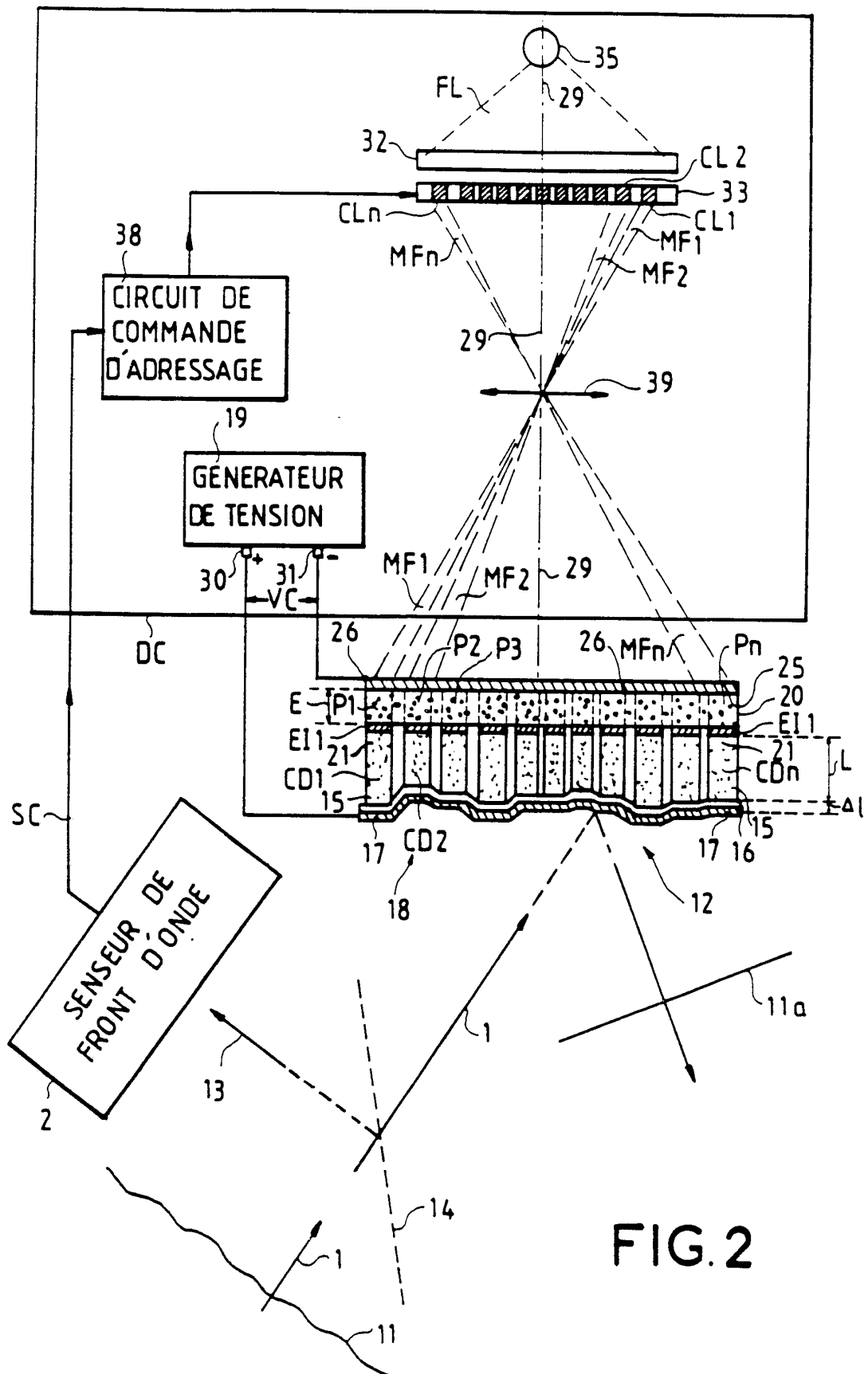


FIG. 2

3/5

FIG. 3

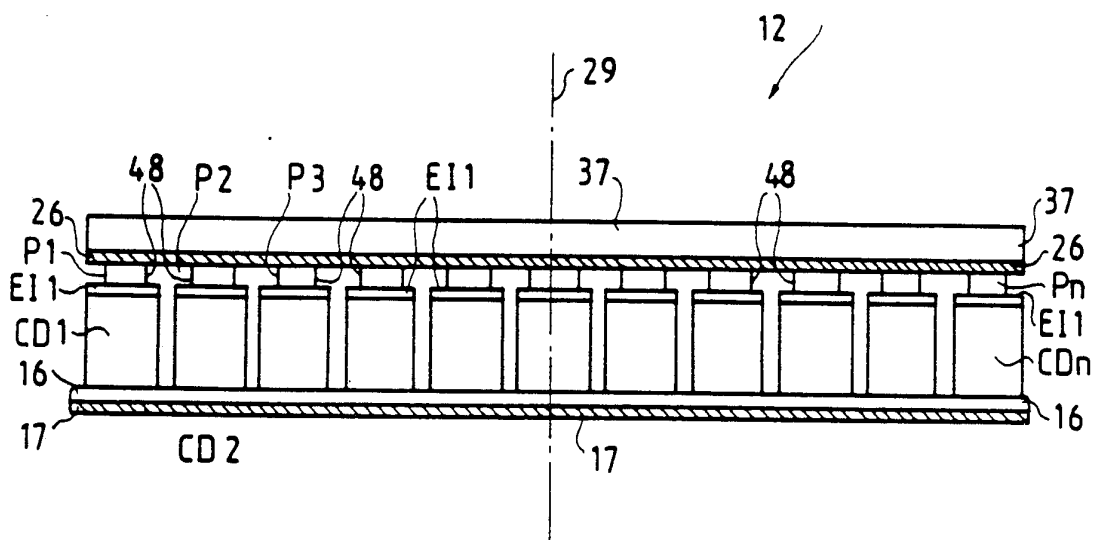
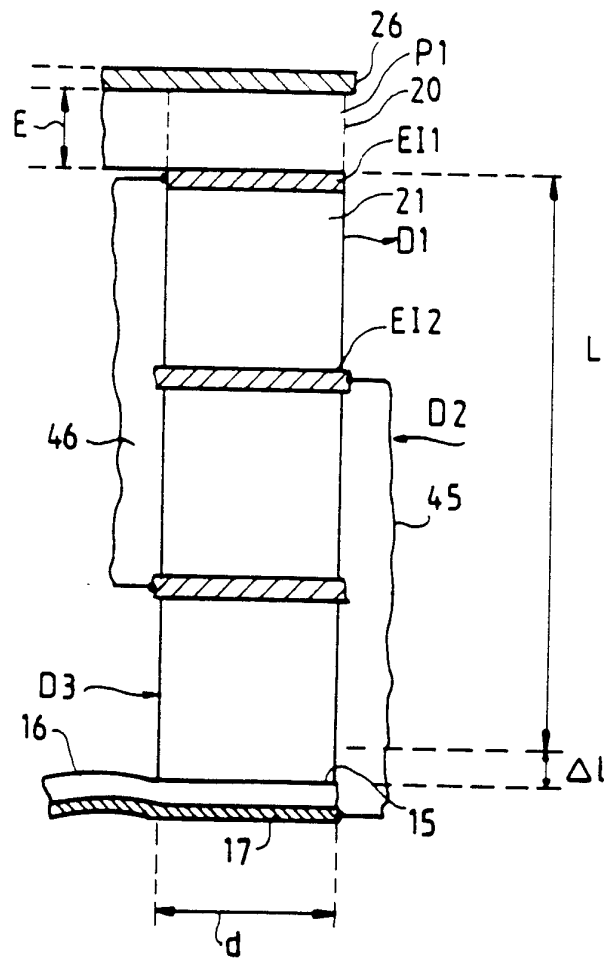


FIG. 5

4/5

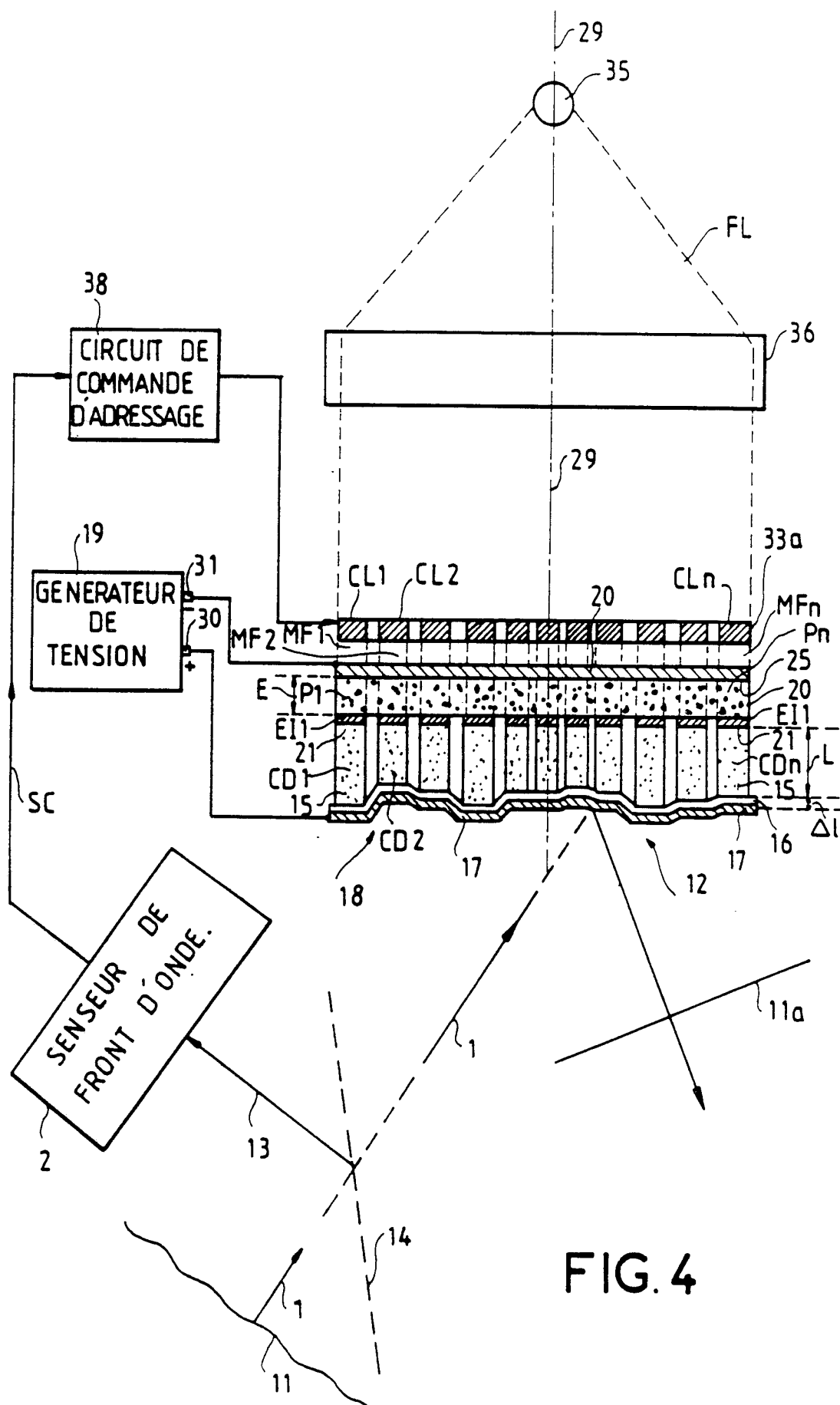
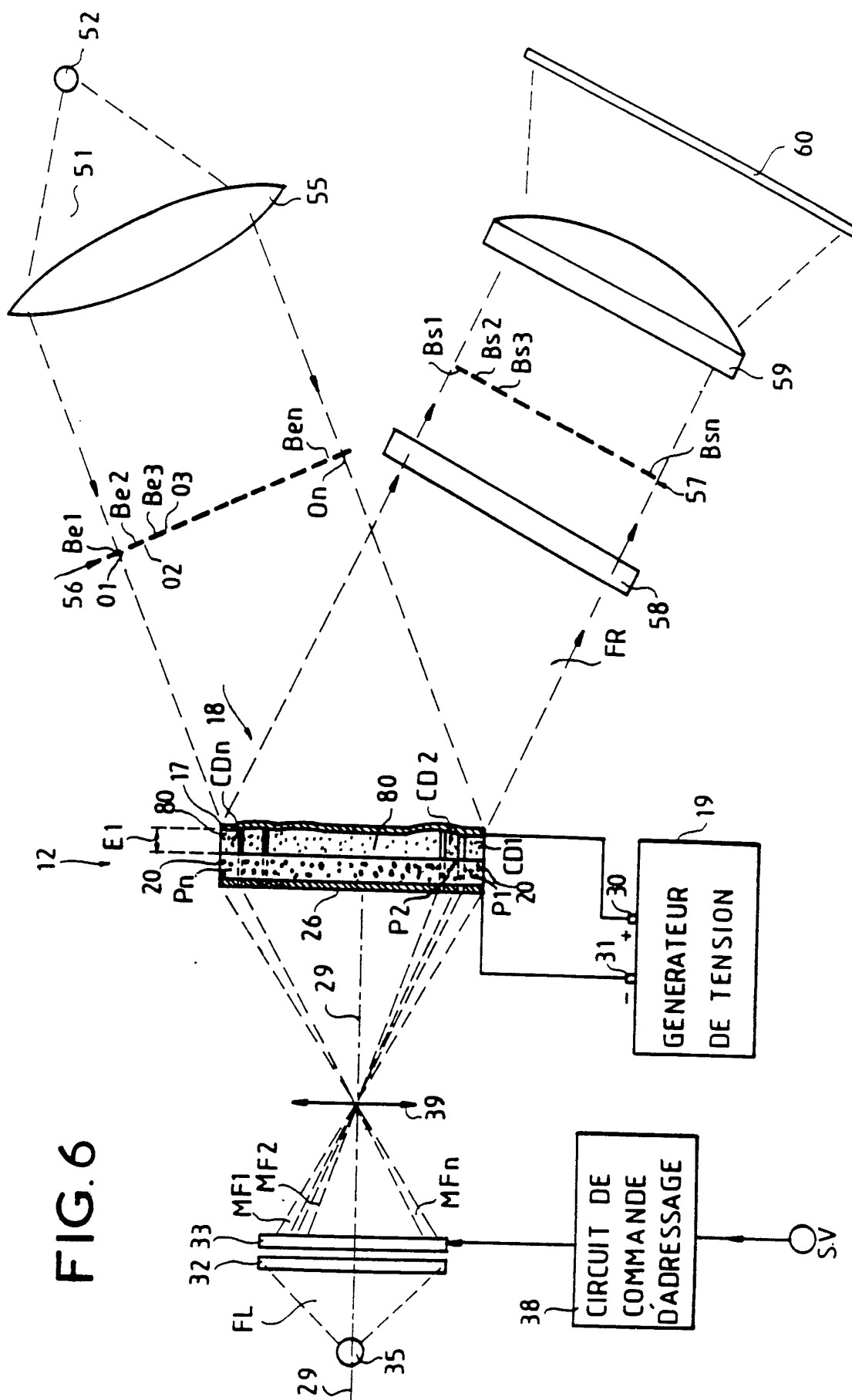


FIG. 4

5/5

FIG. 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR 91/00857

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl.⁵ G02B26/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl.⁵ G02B ; G09F ; G03B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	GB,A,2 238 880 (GEC-MARCONI LTD) 12 June 1991	1,3-6,9, 10-12, 15,17,18
A	see the whole document	2
Y	US,A,4 967 063 (C.C.P.WANG ET AL) 30 October 1990	1,3-6,9, 10-12, 15,17,18
	see the whole document	
A	FR,A,2 615 002 (OFFICE NATIONAL D'ETUDES ET DE RECHERCHE AEROSPATIALES) 10 November 1988 see abstract see page 1, line 1 - page 2, line 12; figures 2,4	1,18
	./.	

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 June 1992 (29.06.92)

Date of mailing of the international search report

8 July 1992 (08.07.92)

Name and mailing address of the ISA

EUROPEAN PATENT OFFICE

Authorized officer:

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR 91/00857

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES vol. ED-20, No. 11, November 1973, NEW YORK, USA pages 941 - 953; H.B.FLANNERY, JR.: 'Light-Controlled Light Valves'	1
A	see page 947, column 2, paragraph 5 - page 951, column 2, paragraph 2; figures 13,16 —	1

ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO. FR 9100857
SA 53432

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report.
 The members are as contained in the European Patent Office EDP file on
 The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information. 29/06/92

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB-A-2238880	12-06-91	None	
US-A-4967063	30-10-90	None	
FR-A-2615002	10-11-88	None	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR 91/00857

I. CLASSEMENT DE L'INVENTION (si plusieurs symboles de classification sont applicables, les indiquer tous) ⁷

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

CIB 5 G02B26/06

II. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée⁸

Système de classification

Symboles de classification

CIB 5

G02B ;

G09F ;

G03B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où de tels documents font partie des domaines sur lesquels la recherche a porté⁹III. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS¹⁰

Catégorie ^o	Identification des documents cités, avec indication, si nécessaire, ¹² des passages pertinents ¹³	No. des revendications visées ¹⁴
Y	GB,A,2 238 880 (GEC-MARCONI LTD) 12 Juin 1991	1,3-6,9, 10-12, 15,17,18
A	voir le document en entier ---	2
Y	US,A,4 967 063 (C.C.P.WANG ET AL) 30 Octobre 1990	1,3-6,9, 10-12, 15,17,18
A	voir le document en entier --- FR,A,2 615 002 (OFFICE NATIONAL D'ETUDES ET DE RECHERCHES AEROSPATIALES) 10 Novembre 1988 voir abrégé voir page 1, ligne 1 - page 2, ligne 12; figures 2,4 --- -/--	1,18

^o Catégories spéciales de documents cités:¹¹^{"A"} document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent^{"E"} document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date^{"L"} document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)^{"O"} document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens^{"P"} document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée^{"T"} document ultérieur publié postérieurement à la date de dépôt international ou à la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention^{"X"} document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive^{"Y"} document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier.^{"&"} document qui fait partie de la même famille de brevets

IV. CERTIFICATION

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

29 JUIN 1992

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

08.07.92

Administration chargée de la recherche internationale

OFFICE EUROPEEN DES BREVETS

Signature du fonctionnaire autorisé

M. SCHEU

III. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS ¹⁴		(SUITE DES RENSEIGNEMENTS INDIQUES SUR LA DEUXIEME FEUILLE)
Catégorie °	Identification des documents cités, ¹⁶ avec indication, si nécessaire des passages pertinents ¹⁷	No. des revendications visées ¹⁸
A	IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES vol. ED-20, no. 11, Novembre 1973, NEW YORK, USA pages 941 - 953; H.B.FLANNERY,JR.: 'Light-Controlled Light Valves'	1
A	voir page 947, colonne 2, alinéa 5 - page 951, colonne 2, alinéa 2; figures 13,16 ---	1

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE
RELATIF A LA DEMANDE INTERNATIONALE NO.**

FR 9100857
SA 53432

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche internationale visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets. 29/06/92

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
GB-A-2238880	12-06-91	Aucun	
US-A-4967063	30-10-90	Aucun	
FR-A-2615002	10-11-88	Aucun	

EPO FORM P0472

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