

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 30.08.02.

③0 Priorité : 18.02.02 FR 00202086.

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 22.08.03 Bulletin 03/34.

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

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : SYNELEC TELECOM MULTIMEDIA
— FR.

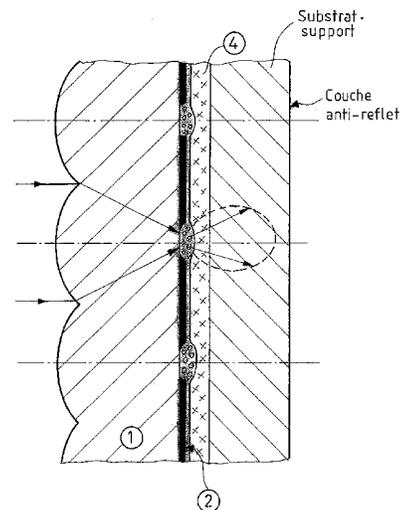
⑦2 Inventeur(s) : GIBLINI DANIEL.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : CABINET HIRSCH.

⑤4 ECRAN DE RETROPROJECTION ET SON PROCEDE DE FABRICATION.

⑤7 Un écran comprend un support (1) avec des éléments de focalisation; un diffuseur (3) est fixé au support; il a une face active opposée au support et située dans le plan de focalisation des éléments de focalisation du support; une couche opaque (2) d'une épaisseur inférieure à 20 μ m présente des ouvertures adaptées à laisser passer la lumière focalisée par les éléments de focalisation. Cette couche opaque est formée sur la face active du diffuseur, ou sur une couche intermédiaire formée sur la face active du diffuseur. Les ouvertures dans la couche opaque assurent à l'écran un contraste élevé.



ECRAN DE RETROPROJECTION ET
SON PROCEDE DE FABRICATION

L'objet de l'invention est un écran de rétroprojection pour applications profes-
5 sionnelles et grand public (télévision, murs d'images, etc.).

Un tel écran est décrit dans WO-A-00 67071. On pourra se référer à cette
demande pour une discussion des propriétés idéales des écrans et pour les définitions
du contraste, de la transmittivité et des autres paramètres définissant les écrans.

M. Hasegawa et autres, 11:3 : Reflective Stacked Crossed Guest-Host Display
10 with a Planarized Inner Diffuser, SID 00 Digest, pages 128-129 décrit un procédé de
fabrication d'un écran à cristaux liquides à matrice active (écran "TFT" ou "thin-film
transistor", c'est-à-dire écran à transistor en couches minces). L'écran présente un
diffuseur disposé sur la face intérieure d'une des plaques en verre. Le diffuseur est
une réplique d'un diffuseur holographique; il est fabriqué en disposant sur le verre
15 une couche d'adhésion organo-silane. Un monomère photopolymérisable est disposé
sur la couche d'adhésion. Un diffuseur holographique utilisé comme moule est placé
en contact avec le photopolymère. Après exposition aux ultraviolets, le diffuseur
holographique est enlevé. Une couche de planarisation (fluoropolymère ou
polyimide) est ensuite appliquée sur le photopolymère durci.

20 US-A-5 870 224 décrit un écran de rétroprojection avec un support lenticulaire.

Il existe encore un besoin d'un écran de rétroprojection, présentant des
caractéristiques de contraste aussi bonnes que celles de WO-A-00 67071, mais qui
soit d'une fabrication encore plus simple.

L'invention propose donc, dans un mode de réalisation, un écran comprenant
25 un support avec des éléments de focalisation, un diffuseur fixé au support et
présentant une face active opposée au support et située sensiblement dans le plan de
focalisation des éléments de focalisation; une couche opaque d'une épaisseur
inférieure à 20 μm présentant des ouvertures adaptées à laisser passer la lumière
focalisée par les éléments de focalisation.

30 Avantagement, la couche opaque présente une épaisseur inférieure à 10
micromètres, de préférence inférieure à 5 micromètres, voire 2 micromètres.

Il est encore avantageux que les ouvertures de la couche opaque aient une
surface inférieure à 10 % voire 5 % de la surface totale de l'écran.

La couche opaque peut être déposée sur la face active du diffuseur.

35 On peut aussi prévoir sur la face active du diffuseur une couche d'un indice
optique supérieur à l'indice optique du diffuseur. Dans ce cas, la couche d'un indice
optique supérieur comprend par exemple un matériau diélectrique, ou un polymère.

La couche opaque peut alors s'étendre par dessus la couche d'indice optique supérieur.

On peut encore prévoir sur la face active du diffuseur une couche de protection et ménager la couche opaque par dessus la couche de protection. Dans ce cas, on peut
5 prévoir sur la couche opaque une couche d'un indice optique supérieur à l'indice optique du diffuseur.

Dans un mode de réalisation préféré, le diffuseur est un diffuseur holographique.

L'invention propose encore un procédé de fabrication d'un écran, comprenant
10 les étapes de

- fourniture d'un support avec des éléments de focalisation,
- fourniture d'un diffuseur présentant une face active;
- application du diffuseur contre le support, avec la face active du diffuseur opposée au support et sensiblement dans le plan de focalisation des éléments de
15 focalisation;
- formation d'une couche opaque d'une épaisseur inférieure à 20 μm ;
- formation d'ouvertures dans la couche opaque par irradiation à travers les éléments de focalisation et le diffuseur.

L'étape d'irradiation peut comprendre une irradiation par laser.

L'étape de formation d'une couche opaque peut aussi comprendre la formation
20 d'une couche opaque sur la face active du diffuseur.

On peut aussi former sur la face active du diffuseur une couche d'indice supérieur à l'indice du diffuseur et former une couche opaque sur la couche d'indice supérieur.

Alternativement, on peut former sur la face active du diffuseur une couche de
25 protection et l'étape de formation d'une couche opaque comprend alors la formation d'une couche opaque sur la couche de protection.

Dans ce cas, on peut aussi former sur la couche opaque une couche d'indice supérieur à l'indice du diffuseur.

Le diffuseur peut être un diffuseur holographique. Ce diffuseur peut être
30 obtenu par:

- la formation d'une couche en un matériau photodurcissable;
- l'application d'un diffuseur holographique maître avec la face active contre la couche en un matériau photodurcissable;
- 35 - l'irradiation du matériau photodurcissable et
- l'enlèvement du diffuseur holographique maître.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaissent dans la description qui suit de divers modes de réalisation de l'invention, donnée à titre d'exemple et en référence aux figures qui montrent :

- Figure 1 : écran du type holographique suivant l'invention ;
- 5 Figure 2 : autre écran du type holographique suivant l'invention ;
- Figure 3 : écran du type holographique à microbilles comme éléments de focalisation ;
- Figures 4 et 5 : différents modes de collage du diffuseur holographique sur le substrat ;
- 10 Figure 6 : écran très haut contraste à diffuseur classique
- Figure 7 : écran holographique à structure voisine de l'écran de la figure 6.
- Figure 8 : écran haut contraste à structure diffusante à microbilles de quelques microns de diamètre;
- 15 Figure 9 : encore un autre écran avec un diffuseur du type holographique suivant l'invention;
- Figure 10 : vue schématique en coupe à plus grande échelle du diffuseur de l'écran de la figure 9;
- Figure 11 : vue schématique en perspective d'une partie d'un écran;
- 20 Figures 12 et 13 : des vues schématiques en coupe d'autres écrans;
- Figure 14 : encore un exemple d'un diffuseur holographique.

Les caractéristiques de l'écran sont un contraste ($C > 500$) et une transmission optique ($T \geq 0,75$) très élevés, une résolution élevée si nécessaire pour l'application visée, une émission lumineuse à directivité contrôlée augmentant la luminance

25 d'écran pour les angles de vision intéressant l'application. A la sortie de l'optique de Fresnel du rétroprojecteur, l'écran de rétro projection reçoit un flux lumineux collimaté qu'il focalise par une multitude d'éléments de focalisation dans des ouvertures pratiquées dans une couche opaque pour, à la sortie de cette couche opaque, conduire à une émission lumineuse à directivité contrôlée. Les éléments de focalisation sont

30 des micro lentilles, des lenticulaires ou des micro-billes.

La figure 1 illustre le principe de l'écran du type holographique à contraste très élevé, suivant un mode de réalisation de l'invention. Le substrat 1 à micro-éléments de focalisation comporte une couche épaisse 2 à ouvertures larges. La somme des épaisseurs du substrat 1 et de la couche 2 est égale ou très voisine de la distance

35 focale des micro-éléments de focalisation du substrat 1.

Le diffuseur holographique 3 noirci sur toute sa surface active, excepté aux points de focalisation des micro-éléments de focalisation du substrat 1, est collé sur la face externe de la couche 2. Aux points de focalisation, le diffuseur holographique

présente dans les ouvertures de la microcouche noire une surface active inférieure à 10 % voire 5 % de la surface totale d'écran. Ainsi le diffuseur holographique présente sa face active vers le projecteur comme spécifié par le fabricant ; avec la face active orientée à l'envers vers l'observateur, le diffuseur holographique émet de la lumière
5 anormalement élevée à angle élevé par rapport à la normale au détriment des angles intermédiaires.

Les ouvertures de la microcouche noire pratiquée sur la surface active du diffuseur holographique sont donc en contact avec une chambre d'air ; ceci protège la couche active holographique dans les ouvertures de la microcouche noire d'être en
10 contact avec de la colle qui viendrait anéantir ses propriétés diffusantes avec génération indésirable de "hot spot" dans les images transmises.

Côté extérieur, vers l'observateur, l'écran peut être muni d'une couche anti-reflet.

Cet écran du type holographique est très innovant par rapport à l'état de l'art
15 pour lequel la couche holographique est collée sur un substrat teinté à transmission optique $T=0,5$ ce qui conduit à un rendement optique et un contraste d'écran limités.

Un mode de fabrication de l'écran de la figure 1 est le suivant.

Sur le substrat 1 muni de micro lentilles ou de lenticulaires sur une face et d'épaisseur inférieure de quelques dizaines de microns à la distance focale des
20 éléments de focalisation, est appliquée par les moyens connus (sérigraphie, etc...) une couche d'encre noire épaisse de quelques dizaines de microns ; les ouvertures larges dans la couche noire 2 sont réalisées par exemple par irradiation au laser YAG ($\lambda=1060\text{nm}$) focalisée par les éléments de focalisation qui concentrent l'énergie YAG dans la couche noire provoquant la pulvérisation locale de celle-ci sous forme de
25 poussières et fumées ; la largeur des ouvertures est obtenue par l'élargissement du cône d'irradiation YAG des éléments de focalisation.

Un autre procédé de réalisation de la couche 2 est de napper une couche épaisse de résine photosensible positive sur le substrat 1 et de l'irradier aux rayons U.V. à travers les éléments de focalisation puis de le développer pour générer les
30 cannelures ou creux autour des points de focalisation.

Un autre procédé de réalisation de la couche 2 consiste à napper sur le substrat 1 une couche épaisse d'une résine thermoplastique à basse température de fusion ($<100^\circ\text{C}$) chargée en graphite donc opaque ; puis à réaliser les ouvertures (cannelures ou creux) par irradiation laser YAG focalisée par les éléments de
35 focalisation ; le diffuseur holographique noirci est alors collé par simple lamination à chaud sur la couche 2.

Un autre procédé de réalisation de la couche 2 consiste à appliquer une couche épaisse d'adhésif liquide opaque car chargé en graphite puis après séchage de l'irra-

dier au laser YAG focalisé par les micro-éléments pour dégager les ouvertures de la couche 2. Un adhésif aqueux convient bien. Le diffuseur 3 est alors laminé sur l'adhésif muni de ses ouvertures.

5 Dans tous les cas, les ouvertures dans la couche épaisse sont larges, par rapport à focalisation des éléments de focalisation. Dans le cas d'éléments de focalisation suivant une seule dimension – cannelures ou écrans lenticulaires – les ouvertures dans la couche épaisse peuvent présenter une dimension allant jusqu'à 50% de la surface de la couche épaisse (ou plus exactement de la surface totale de l'écran). Une taille supérieure à 20, voire 30% est appropriée.

10 Dans le cas d'éléments de focalisation suivant deux dimensions – micro-lentilles, micro-billes ou autres – les ouvertures dans la couche épaisse peuvent présenter une dimension allant jusqu'à 50% de la surface de la couche épaisse (ou plus exactement de la surface totale de l'écran). Une taille supérieure à 15, voire 20% est appropriée.

15 Les ouvertures dans la couche épaisse peuvent donc être obtenues facilement, sans précautions particulières dans la fabrication. Par rapport à la solution proposée dans WO-A-00 67071, la fabrication est plus simple; on rappelle que les ouvertures proposées dans ce document présentent une surface de 10%, voire moins de 5% de la couche noire.

20 Par ailleurs, la surface active du diffuseur holographique est noircie par les techniques connues comme le jet d'encre, la sérigraphie, la flexographie, etc...

La microcouche noire sur la surface active holographique est très fine, d'épaisseur voisine de 1 μm typiquement à quelques microns au maximum, épousant juste la rugosité de la surface active pour limiter la quantité de matériau noir à pulvériser ultérieurement sous forme de poussières et fumées. Le diffuseur holographique ainsi noirci est collé sur la couche 2 externe en évitant tout contact de la colle avec la surface active holographique encore noircie à ce stade. -Des procédés de collage adéquats sont décrits plus loin figures 4 et 5 et ci-dessus.

30 Finalement les ouvertures fines à l'endroit des points de focalisation sont générées dans la microcouche noire appliquée sur la surface holographique par une nouvelle irradiation au laser YAG focalisée par les micro-éléments de focalisation - Sous l'impact du faisceau laser focalisé, la microcouche noire est pulvérisée dans la chambre d'air adjacente définie par les ouvertures (cannelures ou creux) de la couche 2. Les poussières provenant de la pulvérisation se redéposent sur les surfaces délimitant la chambre d'air bien plus importantes (supérieur à dix fois au moins dans la plupart des cas) que la surface d'ouverture pratiquée dans la microcouche noire couchée sur la surface holographique. De ce fait, la redéposition des poussières ne

génère pas un filtre neutre significatif sur le passage du faisceau lumineux et ne diminue donc pratiquement pas la transmission optique de l'écran de rétroprojection.

Dans le cas d'éléments lenticulaires de focalisation qui génèrent des cannelures dans la couche 2 débouchant des deux côtés du substrat, il est possible d'éviter toute
5 redéposition des poussières par microcirculation d'air comprimé dans les cannelures de la couche 2 pendant la phase d'irradiation ou laser YAG de la microcouche noire appliquée sur la surface holographique.

Une solution alternative consiste à fixer le diffuseur au substrat uniquement sur les bords, à l'aide de cales, en ménageant entre le diffuseur et le substrat un espace.
10 Si la couche noire est dirigée vers cet espace, comme dans les exemples des figures 1, 2 et 3, on peut introduire dans l'espace une feuille présentant une rugosité, avec la rugosité dirigée vers la couche noire. On forme ensuite les ouvertures dans la couche noire, par exemple à l'aide d'un laser. La poussière dégagée par l'irradiation de la couche noire aux points de focalisation est déposée sur la feuille, la rugosité de la
15 feuille contribuant à recueillir la poussière. On peut procéder à une irradiation en plusieurs étapes, en changeant le cas échéant la feuille à chaque étape; un tel changement évite la limitation de puissance du fait de l'absorption par la poussière dégagée par une irradiation précédente. Dans un autre domaine technique, un principe analogue est appliqué dans les imprimantes laser où le papier receveur, la copie, reçoit la poussière noire provenant d'un film donneur sous l'impact d'un
20 faisceau laser; il en est de même pour le papier spécial traité en surface qui absorbe l'encre dans les imprimantes à jet d'encre.

En final, l'écran peut être muni d'une couche anti-reflet ou collé sur un support transparent lui-même muni d'une couche anti-reflet externe vers l'observateur.

25 En résumé, la couche 2 cannelée ou creusée ne sert que de soutien et de protection par les chambres d'air pour la surface holographique; cette couche n'est donc pas nécessairement noire, comme expliqué en référence à la figure 2. Le contraste élevé est obtenu par la micro-couche noire pratiquée directement sur la surface holographique ouverte au minimum aux points de focalisation pour le
30 passage de la lumière. On sépare ainsi les deux fonctions de la couche noire du document WO-A-00 67071 :

- assurer la présence d'air au voisinage des points du diffuseur holographique par lesquels passe la lumière dirigée vers l'observateur ; et
- limiter le contraste en bloquant la lumière autour de ces points de passage de la
35 lumière.

La première fonction est assurée par la couche épaisse; cette fonction mécanique est obtenue par une fabrication avec des tolérances plus élevées. La deuxième fonction est assurée par la couche noire fine déposée sur l'écran holographique. Cette fonction

optique est obtenue facilement, du fait de la faible épaisseur de la couche noire correspondante.

La figure 2 représente une variante de l'écran holographique de la figure 1 en ce que le dépôt de la couche 2 cannelée ou creusée n'est plus nécessaire : le substrat 1 est muni directement sur la face opposée aux éléments de focalisation de cannelures ou creux pratiqués selon l'état de l'art (moulage ; extrusion ; thermoformage...); cela est possible du fait de la très large tolérance de positionnement de ces cannelures ou creux par rapport aux éléments de focalisation. En d'autres termes, les ouvertures de large taille de la couche 2 de la figure 1 sont ménagées directement dans le substrat 1. Dans la mesure où ces ouvertures n'ont qu'une fonction mécanique, il n'est pas nécessaire qu'elles soient ménagées dans une couche noire ou opaque.

Pour illustrer les dimensions des microstructures de l'écran, considérons par exemple une résolution de 40 lpi (lignes par 25,4 mm) :

- 15 - périodicité et tailles des éléments de focalisation = 640 microns ;
- distance focale = 2,2 mm ;
- épaisseur de la couche 2 de la figure 1 : quelques dizaines de microns – 20 à 50 μm par exemple ;
- taille des ouvertures de la couche 2 de la figure 1 : 300 microns par exemple ;
- 20 - épaisseur de la microcouche noire sur la surface holographique : de l'ordre du micron ;
- taille des ouvertures dans la microcouche noire = inférieure à 32 μm ou au plus à 64 μm dans le cas de cannelures (lenticulaires de focalisation), inférieur à 140 μm ou au plus 210 μm dans le cas de creux (microlentilles de focalisation) ;
- 25 - profondeur des cannelures ou creux dans le substrat 1 de la figure 2 : jusqu'à 500 μm ;
- taille des cannelures ou creux de la figure 2 : 300 μm par exemple.

30 On constate comme expliqué plus haut que les ouvertures dans la couche 2 de la figure 1 ou les cannelures ou creux de la figure 2 sont d'une dimension supérieure aux ouvertures dans la couche noire sur le diffuseur holographique.

La figure 3 montre le nouvel écran de projection holographique utilisant des microbilles comme éléments de focalisation.

35 Le substrat 1 transparent à faces parallèles sert de soutien à l'ensemble. Les microbilles sont collées sur le substrat 1 selon la technique décrite dans le brevet Kodak-Pathé FR-A-959 731 du 10/10/49, excepté le fait que la résine

thermoplastique de collage des billes n'est pas noircie ou graphite mais reste transparente.

En ce qui concerne la couche 2 et le diffuseur holographique 3 noirci, tout est identique à ce qui est décrit plus haut (figures 1 et 2).

5 L'indice optique des microbilles est choisi peu supérieur à celui de la colle thermoplastique pour conduire à une distance focale plus importante permettant une épaisseur conséquente de la couche 2 ; ceci facilite la réalisation de larges ouvertures dans celle-ci et consolide la cohésion de l'ensemble pour le collage ultérieur du diffuseur 3.

10 On décrit maintenant en référence aux figures 4 et 5 divers procédés de collage du diffuseur holographique 4. Ces procédés s'appliquent au collage d'un diffuseur holographique pour la fabrication des écrans représentés aux figures 1 à 3. Ils s'appliquent aussi au collage d'un écran holographique pour l'écran décrit dans WO-A-00 67071. Le principe d'enduction par flexographie de la surface supérieure par
15 quelques microns de colle est bien adapté : le cylindre cannelé enducteur dépose une épaisseur calibrée de colle sur la surface supérieure sans déposer de colle dans les gravures. Ceci est plus avantageux qu'une sérigraphie, qui conduit à un dépôt de colle uniforme et un éventuel remplissage des trous.

20 La figure 4 représente un autre principe de collage du diffuseur holographique 3.

Le film 4 adhésif à haute transparence est utilisé par ailleurs pour le collage des différents étages des écrans TV à cristaux liquides. Le film 4 adhésif d'épaisseur standard (12 μm ; 25 μm , ...) est laminé sur le substrat 1 muni ou non de la couche 2 – substrat de la figure 1, de la figure 2 ou de la figure 3. Ensuite, le film 4 tendu sur
25 la structure cannelée ou en creux/bosses est déchiré et enfoncé dans les cannelures ou creux du substrat 1 sous soufflage d'air comprimé en balayage sur toute la surface. Au sommet des bosses, le film 4 est maintenu. Finalement, le diffuseur holographique 3 est collé par lamination sans que le film 4 ne vienne en contact avec la surface active holographique, au voisinage des points de passage de la lumière
30 vers l'observateur. Comme le film est transparent, la présence du film ou de fragments de films dans les ouvertures du substrat 1 ou de la couche 2 n'est pas gênante.

Un film thermoplastique du type EVA (Ethyl-Vinyl-Acétate) à bas point de fusion (80°C) peut remplacer le film adhésif 4. Après soufflage pour déchirer et enfoncer le film thermoplastique, le diffuseur 3 est laminé à chaud (80°C) sur le film
35 4 thermoplastique maintenu sur les bosses du substrat 1. Ceci est possible compte tenu de la tenue en température du diffuseur holographique 3 : 100°C pendant 240 heures.

La figure 5 représente le principe de collage du diffuseur 3 par micropulvérisation d'adhésif liquide ou de différentes colles.

Sur le substrat 1 ou la couche 2 cannelés ou creusés, est appliquée une fine couche adhésive 5 de l'ordre du micron ou quelques microns par micropulvérisation balayée sur toute la surface.

Cette couche adhésive peut être :

- un simple adhésif aqueux ;
- une colle thermoplastique sur laquelle le diffuseur 3 sera laminé à chaud ;
- une colle U.V. ; dans un premier temps, elle est polymérisée dans les cannelures ou creux par irradiation U.V. focalisée par les éléments de focalisation ; dans un deuxième temps, le diffuseur 3 est laminé sur le substrat 1 sous irradiation U.V. générale (sous tous les angles) à travers le substrat 1 pour polymériser la colle entre les bossages du substrat 1 et le diffuseur 3 ;
- une colle microencapsulée (capsules de l'ordre de quelques microns de diamètre) ; sous pression de laminage ces capsules éclatent entre les bossages du substrat 1 et le diffuseur 3 libérant la colle ; au fond des cannelures ou creux, les capsules ne subissant aucune pression, la colle n'est pas libérée et la surface active du diffuseur 3 est ainsi préservée ; la colle microencapsulée peut être avantageusement du type U.V. pour combiner les effets pression sur les bossages et durcissement U.V. dans les cannelures ou creux.

Le diffuseur holographique diffuse la lumière du seul fait de la rugosité de la surface active. Pour un diffuseur classique, la diffusion de la lumière a lieu dans une couche épaisse de quelques microns à quelques dizaines de microns appliquée sur un support transparent.

La figure 6 représente l'écran à diffuseur classique à contraste et transmission optique très élevés. Le substrat 1 ne comporte pas de microstructure cannelée ; le support du diffuseur classique 3 est collé ou laminé sur le substrat 1. Une microcouche noire est appliquée sur la surface externe du diffuseur 3 qui est dans le plan focal des éléments de focalisation du substrat 1. Les ouvertures de passage de la lumière sont pratiquées par irradiation laser YAG focalisée par les lentilles ; la surface de ces ouvertures représente 5 à 10 % maximum de la surface totale d'écran. Un substrat muni d'une couche anti-reflet peut être collé directement sur le diffuseur 3 noirci pour servir de support.

La figure 7 représente un écran à diffuseur holographique qui se rapproche de la structure d'écran de la figure 6.

Le diffuseur holographique 3 est collé à l'envers sur le substrat 1 sans structure cannelée ; pour rétablir l'émissivité correcte de la couche holographique avec la lumière venant de l'indice optique faible vers l'indice fort, la rugosité de la couche holographique est remplie et aplanie par une couche à indice optique plus élevé.
5 Cette couche peut être réalisée par plasma réactif dans un équipement à plasma basse température ($< 60^{\circ}\text{C}$) et haut débit (vitesse de dépôt à $5000 \text{ \AA}/\text{min}$).

Dans ce cas, les indices peuvent être les suivants :

- indice optique du diffuseur 3 : 1,4
- indice optique de la couche évaporée : 1,9 pour une couche en Si_3N_4
10 2,2 pour une couche en TiO_2
2,2 pour une couche en Ta_2O_5

La présence de la couche à indice optique plus élevé assure un fonctionnement correct du diffuseur holographique – malgré l'absence d'air en face de la partie active du diffuseur.

15 La microcouche noire externe responsable du contraste élevé est réalisée et implantée comme pour le cas de la figure 6.

Un substrat support muni d'une couche anti-reflet peut être collé directement sur le diffuseur noirci.

20 La figure 8 représente un écran haut contraste à structure diffusante à microbilles.

Le substrat 1 est muni d'une couche 2 noire fine ($e < 20 \mu\text{m}$) présentant des ouvertures à l'endroit des points de focalisation des microlentilles ou lenticulaires du substrat 1. La surface de ces ouvertures est inférieure de 5 à 10 % de la surface totale d'écran. Une couche de microbilles de verre ou plastique de quelques microns de diamètre est réalisée sur toute la surface par sérigraphie utilisant comme liant une
25 colle U.V.

Sous insolation U.V. focalisée par les éléments de focalisation du substrat 1, la colle U.V. est polymérisée dans les ouvertures de la couche 2 provoquant le durcissement et le maintien de la couche de microbilles dans les ouvertures. Sur la couche
30 noire, la colle U.V. n'étant pas polymérisée du fait de l'absence d'U.V., la couche de microbilles peut être enlevée pour récupération. La directrice d'émission de lumière par l'écran est liée à l'indice optique des microbilles, l'épaisseur de la couche de microbilles dans les ouvertures de la couche 2.

35 L'écran peut être collé sur un support externe par l'intermédiaire d'un film adhésif transparent (identique au film 4 adhésif de la figure 4) ou de colle liquide transparente standard compatible avec les matériaux.

L'écran de la figure 8 peut aussi, du fait du procédé de photopolymérisation utilisé, être envisagé pour la couleur par utilisation de microbilles colorées ; dans ce cas, le projecteur n'envoie que de la lumière blanche vers l'écran « couleur ».

Le procédé de réalisation de l'écran « couleur » est séquentiel comme celui
5 utilisé pour la réalisation des écrans T.V.

L'écran de la figure 8 peut aussi être construit de façon séquentielle pour en final émettre de la lumière à directivité variable du centre vers les bords par exemple ; pour cela, les séquences de réalisation de l'écran font intervenir des microbilles d'indice différent et de microcouches d'épaisseur différente.

10 On décrit en référence aux figures 9 et suivantes d'autres exemples d'écran présentant des diffuseurs holographiques. Ces diffuseurs peuvent être utilisés avec des écrans du type décrit en référence aux figures 1 à 8; on pourrait aussi utiliser ces diffuseurs avec d'autres écrans, comme par exemples ceux du document WO-A-00 67071.

15 La figure 9 montre une vue schématique en coupe d'un écran avec un diffuseur holographique; on reconnaît sur la figure le substrat 1 avec les éléments de focalisation, ainsi que les ouvertures au voisinage des points de focalisation. La figure montre encore une couche de colle 2, ainsi qu'un diffuseur holographique revêtu d'une couche noire; l'ensemble du diffuseur et de la couche noire est référencé
20 3 et est représenté à plus grande échelle à la figure 10. Comme dans l'exemple de la figure 1, le diffuseur holographique est dirigé vers les ouvertures dans le substrat. Toutefois, la couche noire est ménagée à l'extérieur du diffuseur, c'est-à-dire du côté du diffuseur qui est opposé au substrat. Ceci est rendu possible par la faible épaisseur du diffuseur.

25 Les avantages des exemples des figures 9 et 10 sont les suivants. Comme le diffuseur peut être très fin – avec une épaisseur typiquement inférieure à 20 microns – il permet de former les ouvertures aux points de focalisation dans la couche noire, en limitant la surface des ouvertures. La faible épaisseur du diffuseur limite la diffusion du laser qui est utilisé pour former les ouvertures. En outre, pour améliorer
30 l'efficacité, le faisceau irradiant travaille au-dessus d'une densité (en w/cm^2) de puissance seuil : ceci est facilité par la faible épaisseur du diffuseur. En effet, avec une épaisseur importante, la densité de puissance sur les bords de gravure perdrait une efficacité conduisant à une ouverture trop faible donc à un filtre d'absorption lumineuse aux bords d'où perte en efficacité lumineuse et limitation de l'angle de
35 diffusion d'écran. On peut prévoir une couche noire externe de l'ordre du micron à ouvrir aux points de focalisation par laser YAG ; la surface des ouvertures peut être inférieure à 5 à 10 % de la surface totale - couche noire et ouvertures.

La figure 10 montre une vue à plus grande échelle de l'ensemble diffuseur et couche noire. Cet ensemble comprend un support (b), une couche (a) dans laquelle est ménagée la surface holographique. Du côté opposé du support est prévue la couche noire (c). L'ensemble de la figure 10 peut être réalisé par réplique d'une surface holographique maître, par insolation d'un photopolymère en contact avec le

5 la surface holographique maître.

A cette fin, on dispose un photopolymère sur un support transparent (b) polyester en outre d'épaisseur 1 à moins de 20 microns typiquement. Le support (b) est muni si nécessaire d'un promoteur d'adhérence pour le photopolymère de la

10 couche (a). On applique sur le photopolymère non durci une surface holographique maître et on insole le photopolymère, à travers la surface holographique ou à travers le support (b). On enlève ensuite la surface holographique maître et on obtient un ensemble diffuseur formé du support (b) et de la couche holographique.

La couche noire (c) d'épaisseur de l'ordre du micron est réalisée par sérigraphie, jet d'encre, flexographie, etc... On peut utiliser toutes les techniques mentionnées

15 plus haut.

Le diffuseur (3) est encollé sur le substrat (1) par une couche de colle (2) appliquée par exemple par flexographie. Comme expliqué plus haut, la surface holographique n'entre pas en contact avec la colle, du fait des ouvertures ménagées

20 dans le substrat.

Les ouvertures dans la couche noire (c) sont réalisées en final, après collage du diffuseur (3), par irradiation focalisée par les éléments de focalisation de (1). Cette irradiation est facilitée par la faible épaisseur du diffuseur.

Si l'on utilise un substrat présentant des cannelures, on peut encoller le

25 diffuseur (3) sur toute sa surface. Ceci conduit à une rigidité mécanique qui permet ensuite le collage sur un support général – d'une épaisseur typiquement supérieure ou égale à 4 mm. Ce support peut être muni d'une couche anti-reflet externe, ce qui améliore le noir de l'écran. On peut aussi prévoir un tel support pour des éléments de focalisation autres que des cannelures.

La figure 11 montre une vue schématique en perspective d'une partie d'un écran; on a simplement représenté à la figure le support. Celui-ci présente des éléments de focalisation sous forme de cannelures. Des cylindres fins noircis sont collés sur la surface du support, orthogonalement aux éléments de focalisation et espacés de plusieurs millimètres. Cette valeur est suffisamment faible pour assurer la

35 rigidité de l'assemblage du diffuseur et du substrat; elle est suffisamment élevée pour ne pas gêner la transmission des images à travers l'écran.

Les cylindres ou barreaux sont noircis pour absorber la lumière – par exemple le faisceau laser – utilisé pour la gravure de la couche noire. On évite ainsi de

détruire la couche noire au point de contact avec les cylindres, et de laisser passer l'image qui diffuserait à travers les cylindres. On évite aussi de détruire l'hologramme par le faisceau laser. On évite le phénomène de « hot spot » (point chaud) ou contact de colle avec le diffuseur (3) dans le cas d'un diffuseur holographique. Les barreaux
5 peuvent par exemple être teintés dans la masse.

L'exemple de la figure 11 permet de faciliter la fabrication du substrat. En effet, la fabrication du substrat suppose une position relative donnée de la face du substrat présentant les éléments de focalisation et de la face du substrat présentant les ouvertures. Par exemple, si l'on considère des lentilles de 400 μm de diamètre ou des
10 cannelures avec une période de l'ordre de 400 μm , les ouvertures sur l'autre surface du substrat ont une dimension de l'ordre de 200 μm et la tolérance de positionnement des ouvertures par rapport aux cannelures, ou d'une surface du substrat par rapport à l'autre surface du substrat, est de l'ordre de 100 μm .

Dans l'exemple de la figure 11, il suffit de disposer les cylindres agissant
15 comme séparateurs ou intercalaires, sans que leur positionnement n'ait une incidence importante. De fait, dans l'exemple de cylindres de 200 à 400 μm de diamètre, séparés de 5 mm, les cylindres n'occupent que 4 à 8 % de la surface totale de l'écran. La diminution d'intensité lumineuse du fait des séparateurs ou intercalaires n'est pas
20 dirimante, du fait du contraste très élevé que procure l'écran. La solution de la figure 11 élimine les problèmes éventuels de tolérance sur le positionnement des éléments de focalisation sur une des surfaces du substrat par rapport aux ouvertures sur l'autre surface du substrat. De fait, la surface du substrat 1 sur laquelle les séparateurs ou intercalaires sont disposés peut être une surface lisse.

Dans l'exemple de la figure 11, on a considéré des éléments de focalisation
25 sous forme de cannelures. La solution proposée s'applique aussi à d'autres formes d'éléments de focalisation. Enfin, on a mentionné un diffuseur holographique, mais la solution de la figure 11 s'applique aussi à d'autres types de diffuseurs.

On pourrait encore utiliser des séparateurs présentant une autre forme, comme
par exemple des billes calibrées, avec une fixation du diffuseur et du substrat
30 uniquement sur les bords de l'écran.

La figure 12 est une vue schématique d'un autre écran à diffuseur
holographique. L'écran de la figure 12 est similaire à celui de la figure 7; on reconnaît le substrat 1, dont les éléments de focalisation ne sont pas représentés. Le diffuseur 3 est collé sur le substrat 1 par une colle 2. Le diffuseur de l'écran de la
35 figure 12 diffère de celui de la figure 7 en ce que la couche (b) d'indice plus élevé est une couche polymère d'indice optique plus élevé au lieu d'une couche évaporée de diélectrique. La couche polymère est simplement réalisée par sérigraphie, flexographie, etc...

La surface holographique diffusante à l'interface du diffuseur holographique (a) et de la couche polymère (b) d'indice plus élevée se trouve dans le plan focal des éléments de focalisation du substrat (1).

Par contre, pour les raisons explicitées plus haut pour l'écran de la figure 1 ou celui de la figure 9, l'épaisseur du polymère (b) est aussi limitée que possible et est typiquement inférieure à 20 microns. La couche noire est très fine, de l'ordre du micron. On peut former le diffuseur (a) comme expliqué en référence à la figure 9. Par exemple, la couche (a) peut être une réplique bon marché en silicone à indice optique 1,4 et le polymère (b) un polyimide à indice optique 1,8. Un promoteur d'adhérence peut être utilisé entre le diffuseur holographique (a) et le polymère d'indice plus élevé (b).

La figure 13 est un autre exemple d'écran à diffuseur holographique. L'écran est similaire à celui de la figure 12, à ceci près que la couche noire (c) se trouve entre le diffuseur (a) et la couche d'indice optique plus élevée (b). L'écran de la figure 13 peut être fabriqué comme suit. Le diffuseur holographique (a) est collé sur le substrat présentant les éléments de focalisation. On peut coller un diffuseur, ou le former par réplique comme expliqué en référence à la figure 9. La surface holographique est dans le plan focal des éléments de focalisation, ou au voisinage de cette surface. Le film noir (c), d'une épaisseur aussi faible que possible est appliqué sur la surface holographique. Il est ensuite gravé aux points de focalisation par laser.

On dépose ensuite sur la couche noire gravée une couche (b) d'indice optique plus élevée, par exemple un polymère, comme expliqué en référence à la figure 12, ou encore une couche déposée par plasma comme expliqué en référence à la figure 7.

L'avantage par rapport à l'exemple de la figure 12 est que la couche noire (c) est d'un noir plus profond, du fait de l'absorption totale de la lumière ambiante par la surface rugueuse noircie. Le contraste est encore accru. Cette couche polymère a aussi pour effet de protéger la couche noire.

Le procédé de fabrication évite les problèmes de dépôt des poussières générées lors de l'irradiation de la couche noire pour former les ouvertures.

Enfin, l'épaisseur de la couche (b) n'est pas critique. Cette couche peut même servir de lien entre l'ensemble substrat et diffuseur et un support externe (non représenté) assurant la rigidité de l'écran. Comme précédemment, un tel support peut avoir une épaisseur de 4 mm ou plus, avec le cas échéant une couche anti-reflet.

La figure 14 montre encore une variante du diffuseur de la figure 13. Avant le dépôt de la couche noire (c), la surface holographique est revêtue par dépôt plasma sous vide d'une couche protectrice (d). On peut utiliser une couche diélectrique de SiO_2 , de nitrure Si_3N_4 . L'épaisseur de la couche est de préférence inférieure ou égale à 1000 angströms.

Cette couche (d) a pour fonction de protéger, si besoin est, la surface holographique contre les agressions éventuelles de solvant contenu dans la suspension ou dans la solution permettant de réaliser la couche noire (c). Ceci est particulièrement avantageux lorsque la surface holographique est réalisée dans un matériau plastique. Cette couche (d) peut aussi servir de promoteur d'adhérence de la couche noire. Elle permet aussi de protéger la surface holographique lors d'un lavage éventuel agressif après l'opération de gravure laser des ouvertures dans la couche noire.

L'invention n'est pas limitée aux exemples proposés. Ainsi, on pourrait utiliser l'enseignement des figures 9 et 10 quant à la fabrication du diffuseur holographique pour les autres exemples d'écran. Dans les exemples, le diffuseur est fixé au support, soit directement, soit indirectement avec une couche intermédiaire de colle ou autre.

Les avantages des différents exemples sont de fournir une couche noire très robuste, protégée par d'autres éléments de l'écran. Les ouvertures dans la couche noire peuvent représenter une faible proportion de la surface totale de l'écran, assurant ainsi un contraste élevé.

Dans le cas d'un diffuseur holographique, la rugosité du diffuseur est de l'ordre de 5 μm au maximum, i.e. plus ou moins 2,5 μm . Il est avantageux que la couche opaque soit aussi fine que possible, sans pour autant remplir la rugosité; ceci explique la taille de l'ordre du micromètre de la couche opaque pour ce genre de diffuseur dans les exemples qui précèdent. Une épaisseur de quelques micromètres peut être adaptée à d'autres types de diffuseurs. Enfin, plus la couche opaque est fine, plus il est facile de ménager les ouvertures dans cette couche : la faible épaisseur de la couche diminue les fumées de gravure.

REVENDICATIONS

1. Un écran comprenant
 - un support (1) avec des éléments de focalisation,
 - 5 - un diffuseur (3) fixé au support et présentant une face active opposée au support et située sensiblement dans le plan de focalisation des éléments de focalisation;
 - une couche opaque (2) d'une épaisseur inférieure à 20 μm présentant des ouvertures adaptées à laisser passer la lumière focalisée par les éléments de focalisation.

- 10 2. L'écran de la revendication 1, caractérisé en ce que la couche opaque présente une épaisseur inférieure à 10 micromètres, de préférence inférieure à 5 micromètres, voire inférieure à 2 micromètres.

3. L'écran de la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les ouvertures de la
15 couche opaque ont une surface inférieure à 10 % voire 5 % de la surface totale de l'écran.

4. L'écran de la revendication 1, 2 ou 3, caractérisé en ce que la couche opaque est déposée sur la face active du diffuseur.

5. L'écran de la revendication 1, 2 ou 3, caractérisé en ce qu'il comprend sur la face
active du diffuseur une couche d'un indice optique supérieur à l'indice optique du
20 diffuseur.

6. L'écran de la revendication 5, caractérisé en ce que la couche d'un indice optique supérieur comprend un matériau diélectrique.

7. L'écran de la revendication 5, caractérisé en ce que la couche d'un indice optique supérieur comprend un polymère.

- 25 8. L'écran de la revendication 5, 6 ou 7, caractérisé en ce que la couche opaque s'étend par dessus la couche d'indice optique supérieur.

9. L'écran de la revendication 1, 2 ou 3, caractérisé en ce qu'il comprend sur la face active du diffuseur une couche de protection (d) et en ce que la couche opaque (c) s'étend par dessus la couche de protection.

10. L'écran de la revendication 9, caractérisé en ce qu'il comprend sur la couche opaque une couche d'un indice optique supérieur à l'indice optique du diffuseur.
11. L'écran de l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que le diffuseur est un diffuseur holographique.
- 5 12. Un procédé de fabrication d'un écran, comprenant les étapes de
- fourniture d'un support (1) avec des éléments de focalisation,
 - fourniture d'un diffuseur (3) présentant une face active;
 - application du diffuseur contre le support, avec la face active du diffuseur opposée au support et sensiblement dans le plan de focalisation des éléments de focalisation;
- 10 - formation d'une couche opaque (2) d'une épaisseur inférieure à 20 μm ;
- formation d'ouvertures dans la couche opaque par irradiation à travers les éléments de focalisation et le diffuseur.
13. Le procédé de la revendication 12, caractérisé en ce que l'étape d'irradiation
- 15 comprend une irradiation par laser.
14. Le procédé de la revendication 12 ou 13, caractérisé en ce que l'étape de formation d'une couche opaque (2) comprend la formation d'une couche opaque sur la face active du diffuseur.
15. Le procédé de la revendication 12 ou 13, caractérisé en ce qu'il comprend une
- 20 étape de formation sur la face active du diffuseur d'une couche d'indice supérieur à l'indice du diffuseur et en ce que l'étape de formation d'une couche opaque (2) comprend la formation d'une couche opaque sur la couche d'indice supérieur.
16. Le procédé de la revendication 12 ou 13, caractérisé en ce qu'il comprend une
- 25 étape de formation sur la face active du diffuseur d'une couche de protection et en ce que l'étape de formation d'une couche opaque (2) comprend la formation d'une couche opaque sur la couche de protection.
17. Le procédé de la revendication 16, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une étape de formation sur la couche opaque d'une couche d'indice supérieur à l'indice du diffuseur.

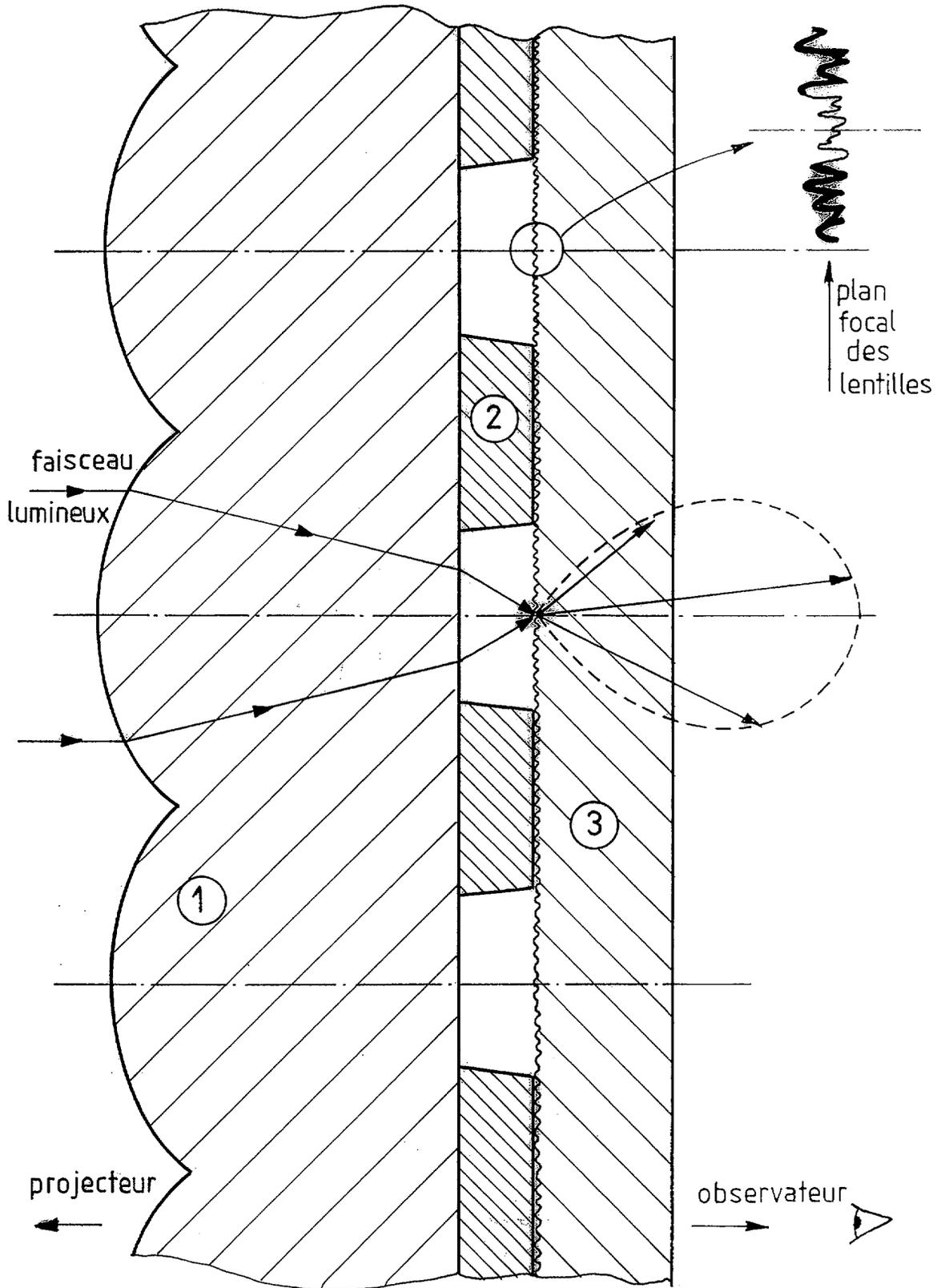
18. Le procédé de l'une des revendications 12 à 17, caractérisé en ce que l'étape de fourniture d'un diffuseur comprend la fourniture d'un diffuseur holographique.

19. Le procédé de la revendication 19, caractérisé en ce que l'étape de fourniture d'un diffuseur holographique comprend :

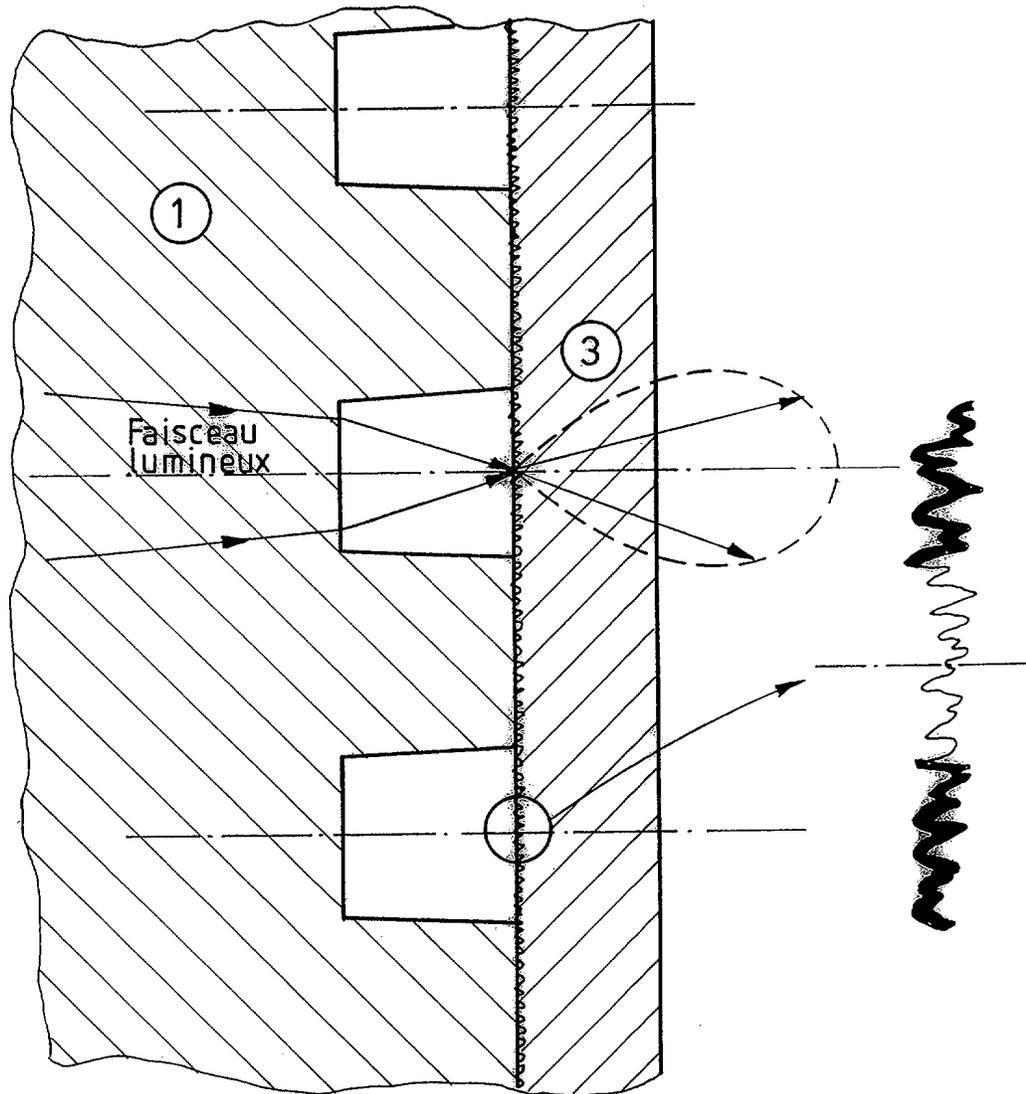
- 5
- la formation d'une couche en un matériau photodurcissable;
 - l'application d'un diffuseur holographique maître avec la face active contre la couche en un matériau photodurcissable;
 - l'irradiation du matériau photodurcissable et
 - l'enlèvement du diffuseur holographique maître.

10

FIG_1



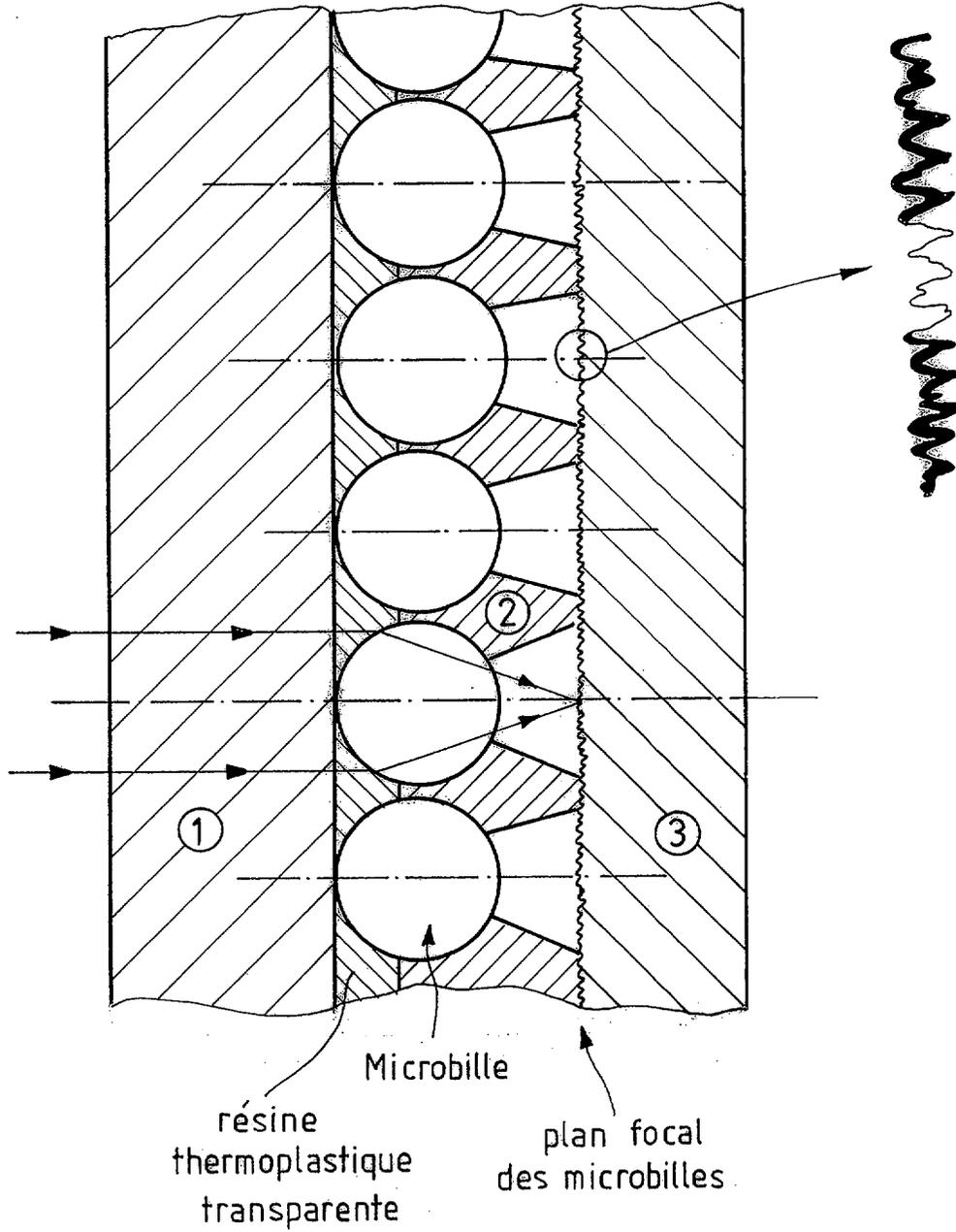
2/11

FIG. 2

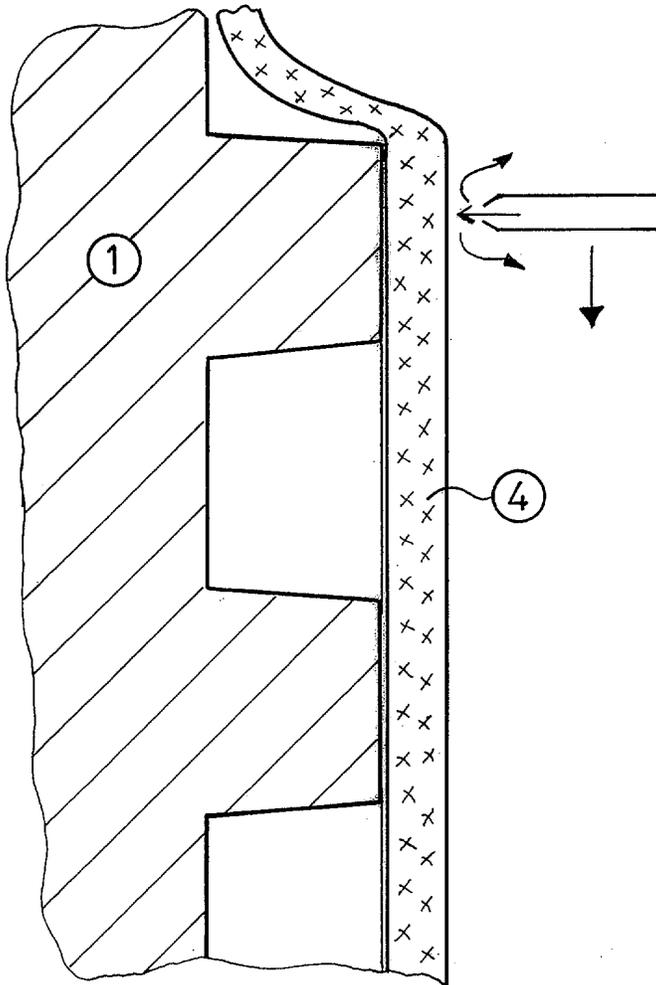
plan focal
des micro-éléments
de focalisation du substrat

① (non représentés)

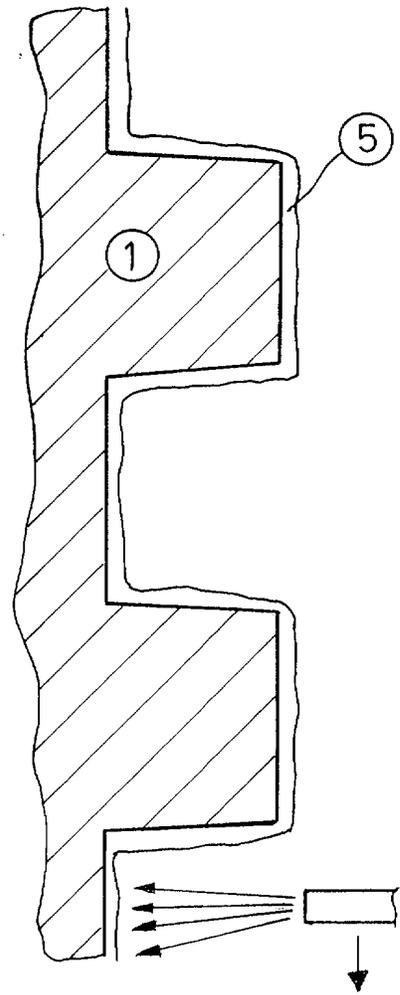
FIG. 3



FIG_4



FIG_5



5/11

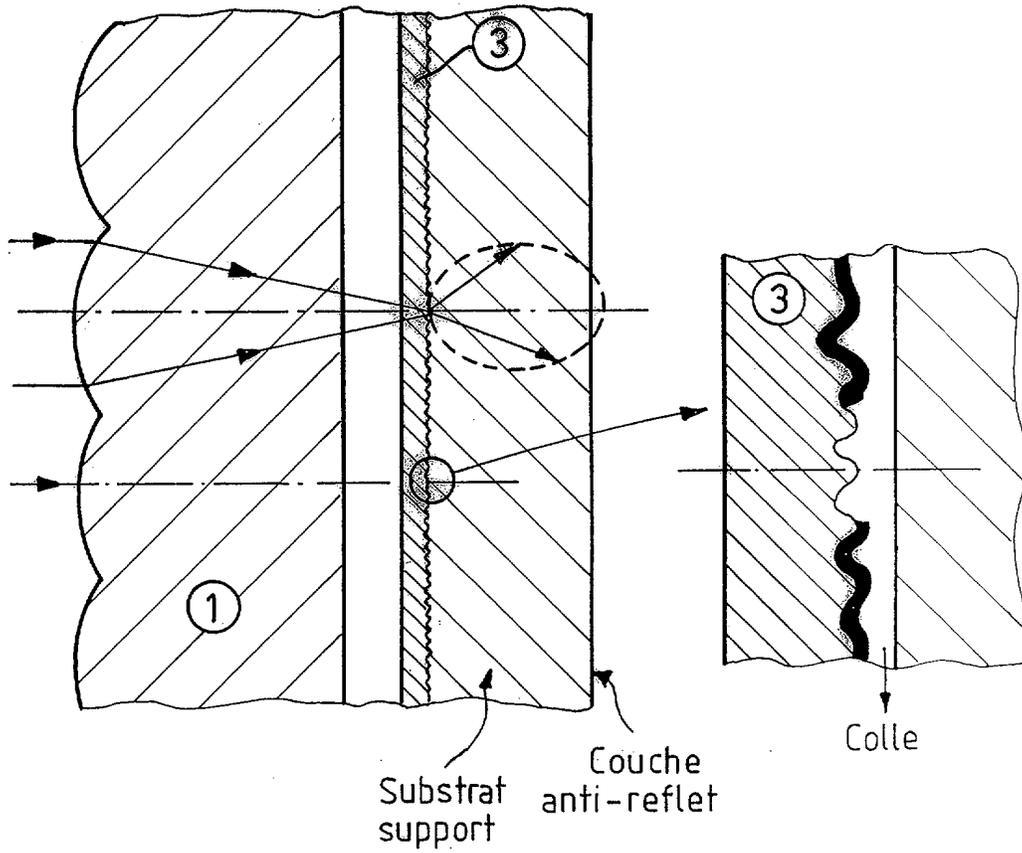
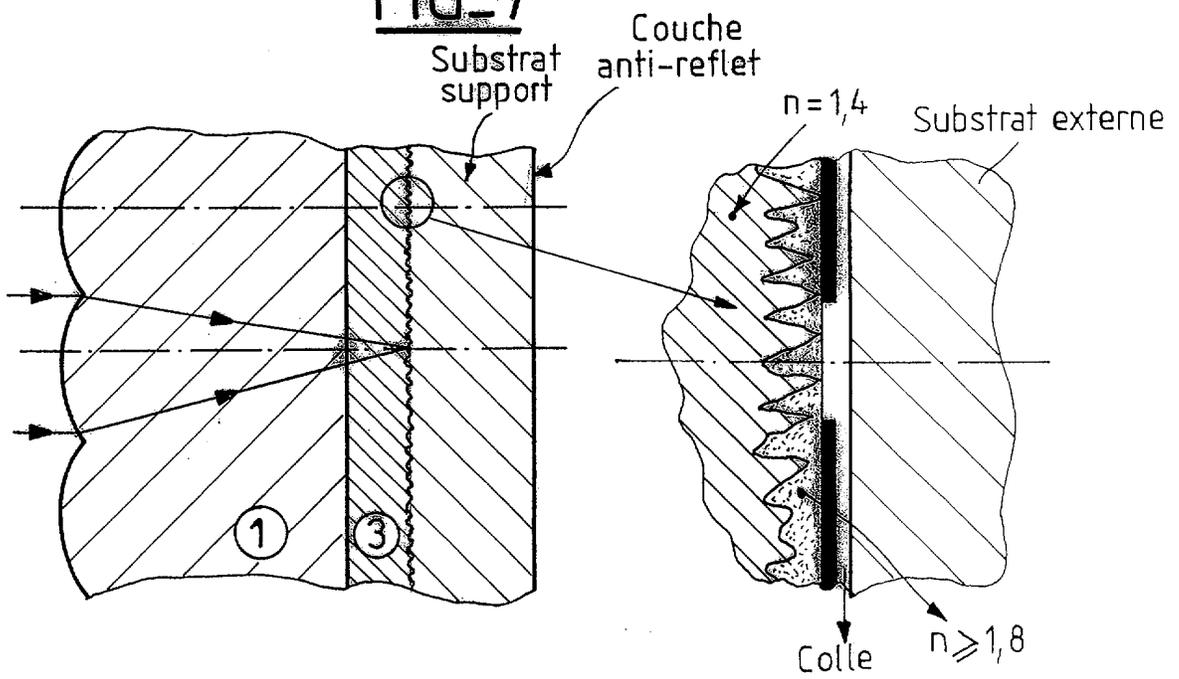
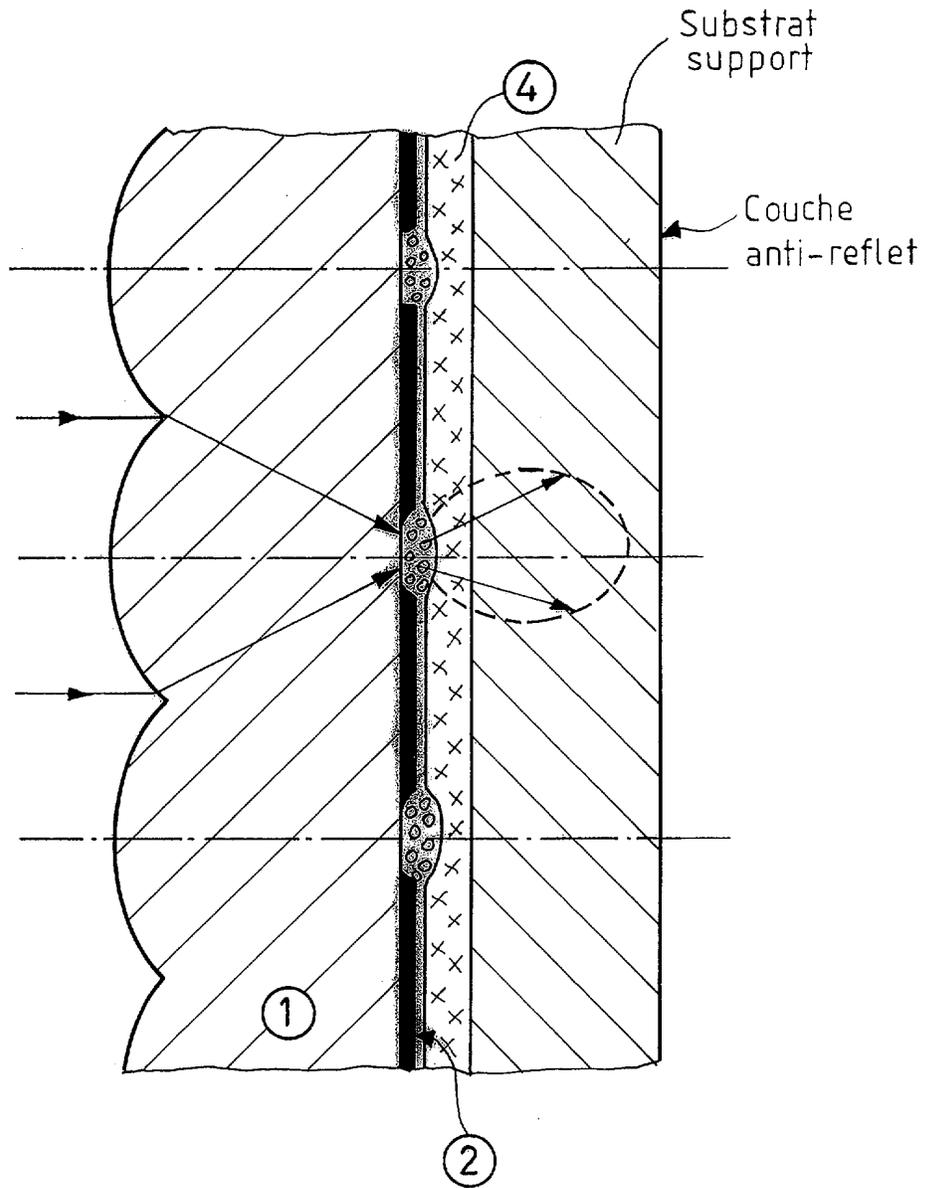
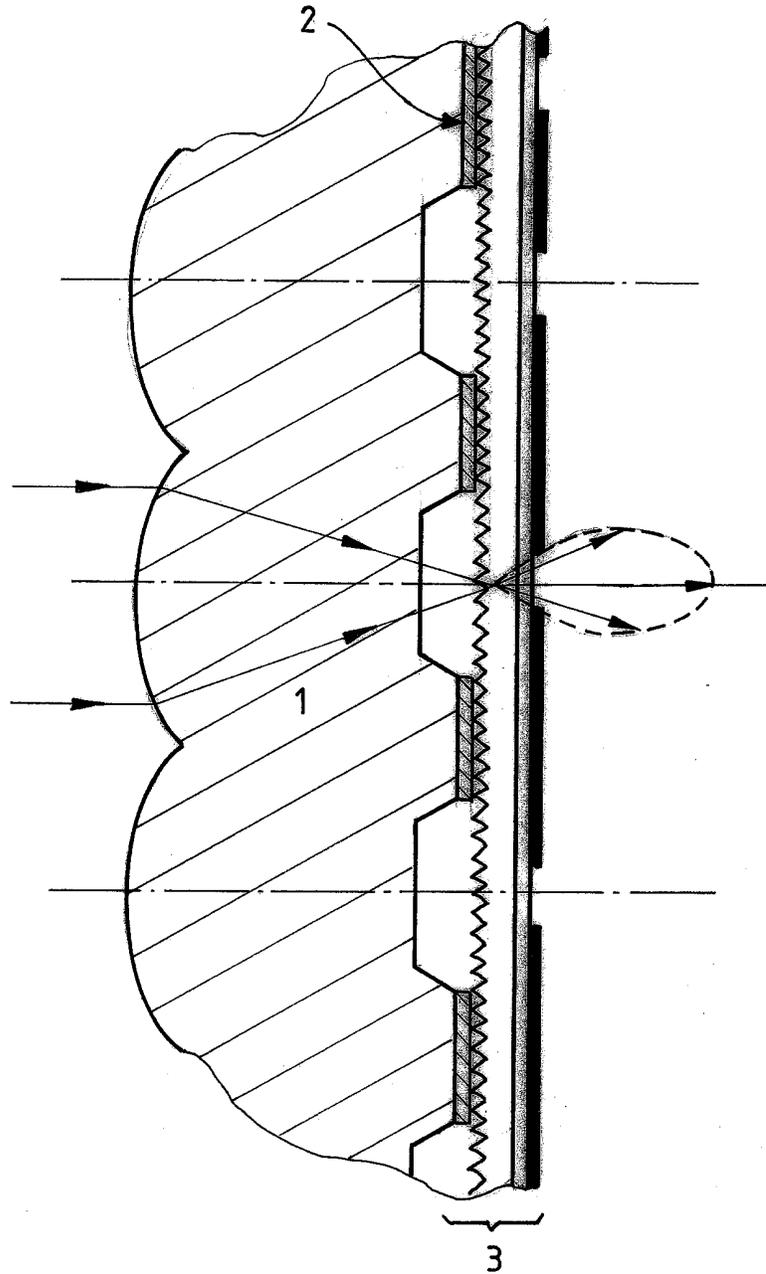
FIG_6**FIG_7**

FIG. 8



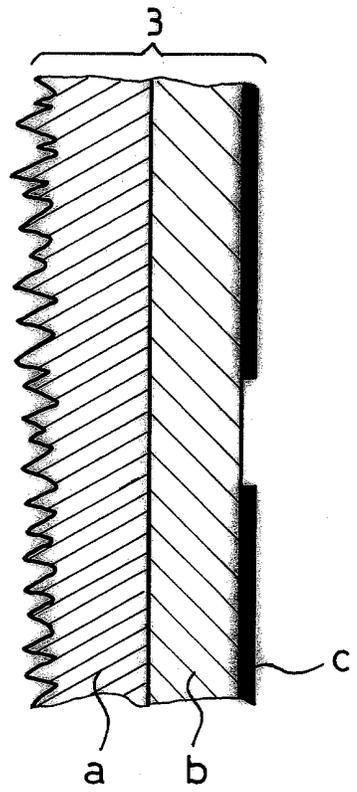
7/11

FIG. 9

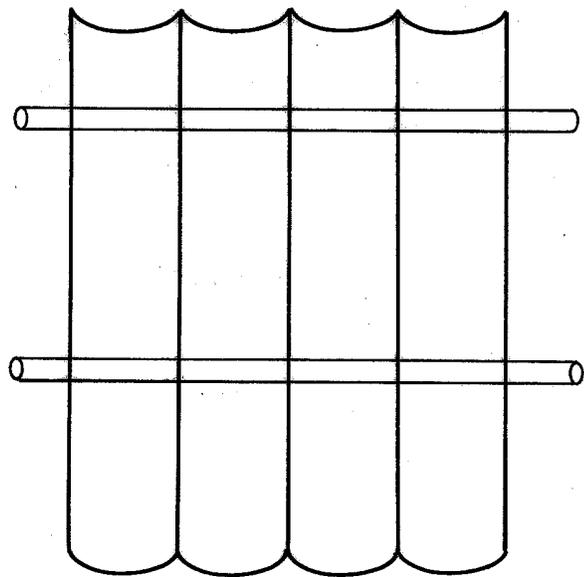


8/11

FIG_10

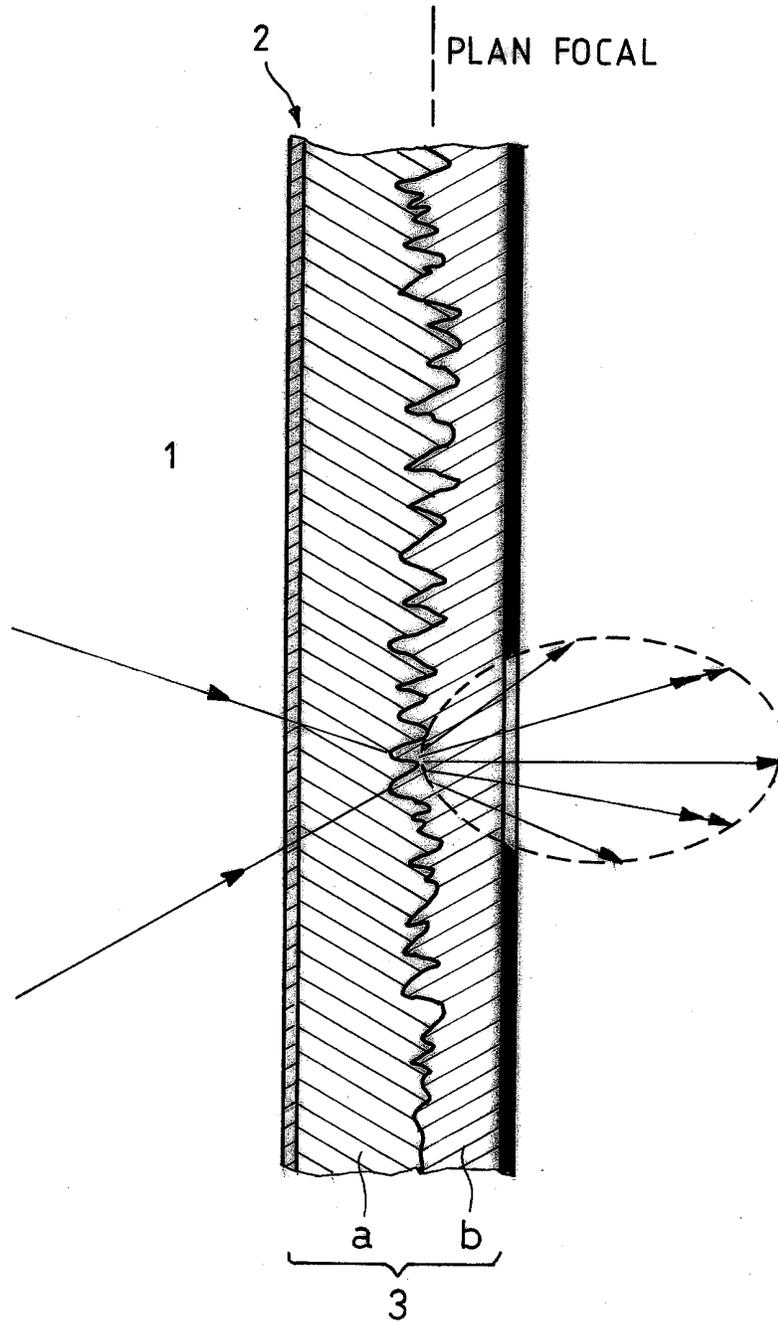


FIG_11



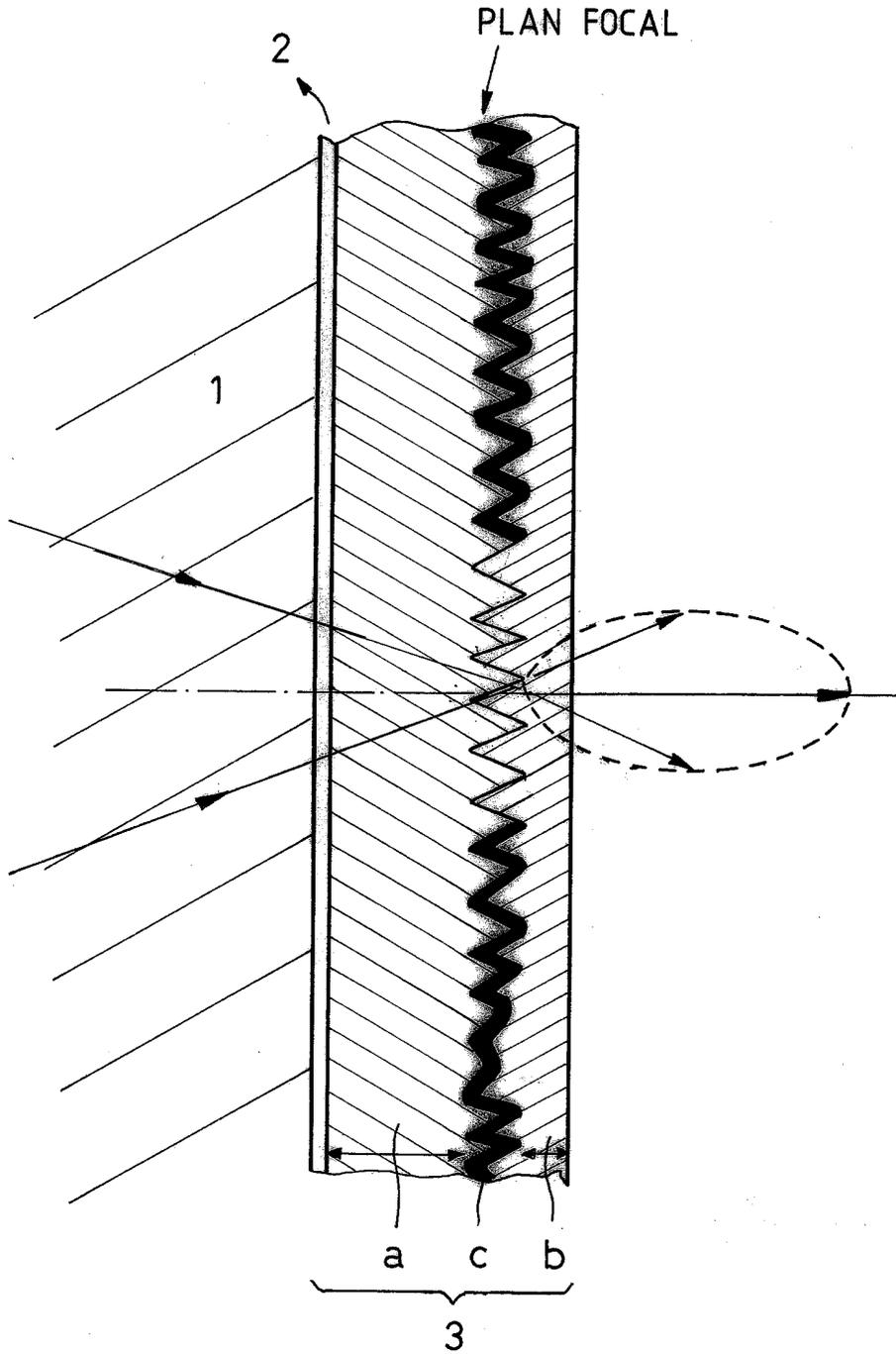
9/11

FIG_12

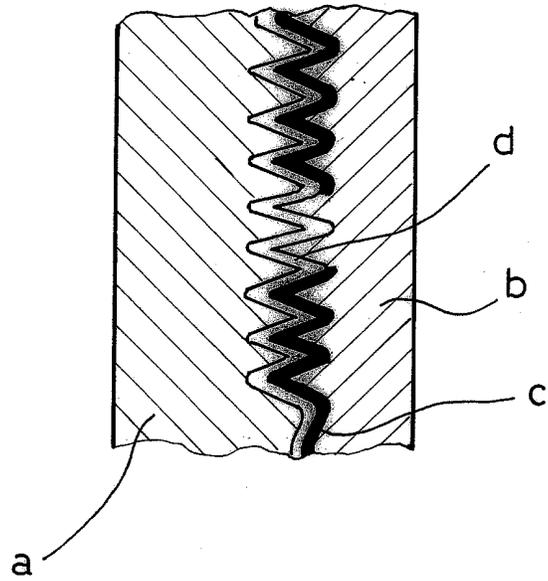


10/11

FIG_13



FIG_14



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FA 622586
FR 0210829

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	EP 0 484 073 A (KURARAY CO) 6 mai 1992 (1992-05-06) * revendication 1; figure 1 *	1-19	G03B21/56
A	US 4 666 248 A (VAN DE VEN JOHANNES) 19 mai 1987 (1987-05-19) * revendications 1,2; figure 1 *	1-19	
A	FR 972 333 A (CIE FRANCAISE POUR L EXPL DES) 29 janvier 1951 (1951-01-29) * abrégé; figure 1 *	1,12	
A	US 6 256 145 B1 (NAKANISHI YASUAKI ET AL) 3 juillet 2001 (2001-07-03) * revendication 1; figure 1 *	1,12	
A	FR 2 793 043 A (SYNELEC SA) 3 novembre 2000 (2000-11-03) * abrégé *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			G03B
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		5 février 2003	Romeo, V
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		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	
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			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0210829 FA 622586**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 05-02-2003
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0484073	A	06-05-1992	DE	69132092 D1	11-05-2000
			DE	69132092 T2	11-01-2001
			EP	0484073 A2	06-05-1992
			JP	2728816 B2	18-03-1998
			JP	5061120 A	12-03-1993
			US	5196960 A	23-03-1993
			US 4666248	A	19-05-1987
			AU	579307 B2	17-11-1988
			AU	6665386 A	25-06-1987
			CA	1274712 A1	02-10-1990
			CN	86108423 A , B	29-07-1987
			DE	3686328 D1	10-09-1992
			DE	3686328 T2	04-03-1993
			DK	609486 A	21-06-1987
			EP	0234059 A1	02-09-1987
			JP	62157023 A	13-07-1987
FR 972333	A	29-01-1951	AUCUN		
US 6256145	B1	03-07-2001	JP	10293362 A	04-11-1998
			CN	1197350 A	28-10-1998
FR 2793043	A	03-11-2000	FR	2793042 A1	03-11-2000
			FR	2793043 A1	03-11-2000
			AU	4573900 A	17-11-2000
			EP	1177477 A1	06-02-2002
			WO	0067071 A1	09-11-2000