

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 29.05.13.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 27.06.14 Bulletin 14/26.

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) : VOLFONI R&D Société à responsabi-
lité limitée — FR.

72 Inventeur(s) : HOANG MINH, BROSSIER CHRIS-
TOPHE et CAILLAUD BERTRAND.

73 Titulaire(s) : VOLFONI R&D Société à responsabilité
limitée.

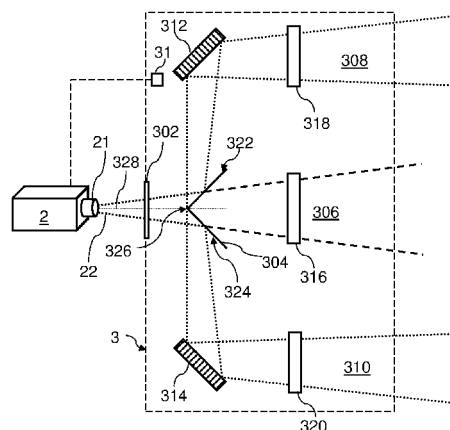
74 Mandataire(s) : OPILEX Société à responsabilité limi-
tée.

54 DISPOSITIF DE POLARISATION OPTIQUE POUR UN PROJECTEUR D'IMAGES STEREOSCOPIQUES.

57 L'invention concerne un dispositif de polarisation op-
tique (3) pour un projecteur d'images stéréoscopiques,
comportant :

- un élément optique (304) apte à décomposer un fais-
ceau lumineux incident (22) en :
 - un faisceau lumineux transmis (306) présentant une
première polarisation optique, et
 - des premier (308) et second (310) faisceaux lumineux
réfléchis présentant une seconde polarisation optique;
- cet élément (304) comportant deux lames (322, 324) sé-
parateur-polariseur de faisceaux, jointes l'une à l'autre, la
jonction (326) entre lesdites lames étant placée sur la trajec-
toire (328) du faisceau incident (22);
- deux réflecteurs optiques (312, 314) configurés pour
que les premier et second faisceaux soient projetés pour
former une même image stéréoscopique

- trois modulateurs de polarisation (316, 318, 320) aptes
à commuter sélectivement la polarisation optique desdits
faisceaux de façon à ce qu'ils présentent tous la même po-
larisation optique.



DISPOSITIF DE POLARISATION OPTIQUE POUR UN PROJECTEUR D'IMAGES STEREOSCOPIQUES

L'invention concerne un dispositif de polarisation optique pour un
5 projecteur d'images stéréoscopiques. L'invention concerne également un
système d'affichage d'images stéréoscopiques et un procédé d'affichage
d'images stéréoscopiques.

De façon connue, la projection d'images stéréoscopiques utilise
10 généralement la projection alternée, sur un écran, de deux sous-séquences
d'images stéréoscopiques multiplexées temporellement. L'une de ces sous-
séquences d'images est destinée à être vue par un œil gauche d'un spectateur,
tandis que l'autre sous-séquence d'images est destinée à être vue par l'oeil droit
du spectateur, créant ainsi une impression de relief pour le spectateur. Le
15 spectateur est typiquement muni de lunettes stéréoscopiques configurées pour
permettre à chaque œil du spectateur de ne voir que la sous-séquence
d'images qui lui est destinée. On connaît notamment des systèmes d'affichage à
lunettes stéréoscopiques passives. Dans ceux-ci, des états de polarisation
optique distincts sont appliqués aux deux sous-séquences d'images ; les
20 lunettes stéréoscopiques comportent, en regard de chaque œil, un filtre
polariseur configuré pour transmettre uniquement la sous-séquence destinée à
cet œil. Ces polarisations sont typiquement appliquées sur un faisceau lumineux
émis par un projecteur, initialement non polarisé, au moyen d'un polariseur et
d'un modulateur de polarisation.

25 Un inconvénient connu de cette technique est que les images
stéréoscopiques sont affichées avec une luminosité réduite, car la transmission
optique du polariseur est au plus égale à 50%. Une luminosité réduite nuit au
confort de vision des spectateurs, et nécessite, pour y remédier, d'avoir recours
à des projecteurs de forte puissance lumineuse, entraînant alors un surcroît
30 d'échauffement et de consommation électrique. Le brevet US 7 857 455 B2
(COWAN ET AL.) décrit un dispositif de polarisation optique visant à résoudre
ce problème. Ce dispositif comporte :

-un séparateur-polariseur de faisceau apte à décomposer un faisceau
lumineux incident, en un faisceau lumineux transmis présentant un premier état
35 de polarisation optique, et un faisceau lumineux réfléchi présentant un second
état de polarisation optique distinct du premier état de polarisation optique ;

-un réflecteur optique configuré pour modifier la trajectoire du faisceau
lumineux réfléchi de façon à ce que lesdits faisceaux lumineux réfléchis et
transmis soient aptes à être projetés pour former une même image
40 stéréoscopique ;

-des premier et second modulateurs de polarisation respectivement aptes à commuter la polarisation optique des faisceaux lumineux transmis et réfléchis, entre les premier et second états de polarisation optique de façon à ce que lesdits faisceaux lumineux réfléchis et transmis présentent tous un même état de polarisation optique.

Dans ce dispositif, les polarisations optiques sont appliquées en causant une perte de luminosité moindre que lorsque la totalité du faisceau incident émis par le projecteur passe au travers d'un polariseur. Cependant, ce dispositif présente de nombreux inconvénients, comme un encombrement important ou encore une complexité de réalisation entraînant un coût élevé. En effet, le grandissement rapide de la largeur du faisceau, conjugué au renvoi successif de ce faisceau, d'abord en première réflexion sur le séparateur-polariseur de faisceau puis en seconde réflexion sur le réflecteur, oblige l'emploi de pièces d'optique de grandissement important, notamment pour le réflecteur, ce qui renchérit le coût et l'encombrement du dispositif. En outre, le séparateur-polariseur doit être placé à une distance importante du projecteur pour fonctionner correctement, ce qui implique un encombrement important du séparateur-polariseur pour intersecter le faisceau incident.

Il existe donc un besoin pour un polariseur optique pour un projecteur d'images stéréoscopiques permettant l'affichage d'images stéréoscopiques avec une luminosité élevée et présentant un encombrement réduit.

L'invention porte ainsi sur un dispositif de polarisation optique pour un projecteur d'images stéréoscopiques, comportant :

-un élément optique polariseur apte à décomposer un faisceau lumineux incident émis par un projecteur d'images stéréoscopiques, en :

- un faisceau lumineux transmis présentant un premier état de polarisation optique, et
- des premier et second faisceaux lumineux réfléchis présentant un second état de polarisation optique distinct du premier état de polarisation optique ;

cet élément optique polariseur comportant deux lames séparateur-polariseur de faisceaux, jointes l'une à l'autre, la jonction entre lesdites lames étant placée sur la trajectoire du faisceau incident ;

-des premier et deuxième réflecteurs optiques configurés pour modifier, respectivement, la trajectoire des premier et second faisceaux lumineux réfléchis de façon à ce que lesdits faisceaux lumineux réfléchis et transmis soient projetés pour former une même image stéréoscopique ;

-des premier, second et troisième modulateurs de polarisation aptes à commuter sélectivement la polarisation optique, respectivement, du faisceau lumineux transmis, du premier et du second faisceaux lumineux réfléchis, entre

les premier et second états de polarisation optique en réponse à un signal de commande ;

-un circuit de commande des modulateurs de polarisation, programmé pour délivrer un signal de commande commandant la commutation de la polarisation, à un instant donné, du faisceau lumineux transmis ou de chacun des premier et second faisceaux lumineux réfléchis, de façon à ce que lesdits faisceaux lumineux réfléchis et transmis présentent tous un même état de polarisation optique.

Selon un autre mode de réalisation, l'élément optique polariseur comporte au plus deux lames, ces deux lames étant jointes l'une à l'autre de façon à présenter une forme en chevron, la jonction entre ces deux lames formant une arête, placée sur la trajectoire du faisceau incident perpendiculairement à cette trajectoire.

Selon un autre mode de réalisation, l'angle entre les deux lames est égal à 90° , à 10% près.

Selon un autre mode de réalisation, les deux lames sont symétriques par rapport à un plan de symétrie passant par la jonction et par la trajectoire du faisceau incident.

Selon un autre mode de réalisation, la distance, mesurée le long de la trajectoire du faisceau incident, entre la sortie du projecteur d'images stéréoscopiques et la jonction entre les lames, est inférieure ou égale à 50mm.

Selon un autre mode de réalisation, le dispositif comporte en outre un téléobjectif placé sur le chemin optique du faisceau transmis, ce téléobjectif étant configuré pour agrandir l'image formée par la projection de ce faisceau transmis.

Selon un autre mode de réalisation, chacun des premier et deuxième réflecteurs optiques est apte à être déformé en réponse à un signal de commande de manière à modifier la trajectoire et/ou la taille des, respectivement, premier et second faisceaux lumineux réfléchis.

Selon un autre mode de réalisation, les premier et deuxième réflecteurs optiques comportent chacun un miroir réfléchissant.

Selon un autre mode de réalisation, les première et seconde polarisations optiques sont, respectivement, de type P et S.

Selon un autre mode de réalisation :

- les premier et second états de polarisation optique sont des états de polarisation circulaire mutuellement croisés ;
- le dispositif comporte une lame quart d'onde placée en sortie de chacun desdits modulateurs de polarisation, chacune de ces lames quart d'onde étant orientée à 45° de l'axe de polarisation des faisceaux lumineux sortant des modulateurs de polarisation.

Selon un autre mode de réalisation, une barrière thermique transmissive est disposée sur la trajectoire du faisceau lumineux, en amont de l'élément optique polariseur.

5 Selon un autre mode de réalisation, le dispositif comporte des premier et second rotateurs de polarisation disposés sur la trajectoire des, respectivement, premier et second faisceaux lumineux réfléchis, de façon à ce que les faisceaux réfléchis et le faisceau transmis présentent un même état de polarisation en entrée des modulateurs de polarisation.

10 Selon un autre aspect, l'invention concerne un système d'affichage d'images stéréoscopiques, comportant :

-un projecteur configuré pour produire un faisceau lumineux comportant une alternance de deux sous-séquences d'images stéréoscopiques multiplexées temporellement et destinées à être visualisées séparément respectivement par un œil gauche et un œil droit d'un utilisateur muni de
15 lunettes stéréoscopiques passives,

-un dispositif de polarisation optique selon l'invention, configuré pour recevoir le faisceau lumineux produit par le vidéoprojecteur et configuré pour appliquer des états de polarisation optiques différents aux deux sous-séquences d'images stéréoscopiques ;

20 -un écran réfléchissant à conservation de polarisation, configuré pour afficher les images stéréoscopiques ayant traversé le dispositif de polarisation optique.

Selon un autre aspect, l'invention concerne un procédé d'affichage d'images stéréoscopiques, comportant :

25 -la production d'un faisceau lumineux comportant une alternance de deux sous-séquences d'images stéréoscopiques multiplexées temporellement et destinées à être visualisées séparément respectivement par un œil gauche et un œil droit d'un utilisateur muni de lunettes stéréoscopiques passives ;

-la séparation du faisceau lumineux produit, en :
30 • un faisceau lumineux transmis, présentant un premier état de polarisation optique ; et

• des premier et second faisceaux lumineux réfléchis, présentant un second état de polarisation optique distinct du premier état et se propageant le long de trajectoires distinctes de celle du
35 faisceau lumineux transmis ;

-la modification de la trajectoire des premier et second faisceaux lumineux réfléchis pour que ces premier et second faisceaux lumineux réfléchis soient aptes à être projetés sur un même écran que le faisceau lumineux transmis, de façon à ce que la réunion de la projection sur l'écran des premier et
40 second faisceaux lumineux réfléchis et du faisceau lumineux transmis forme une image stéréoscopique;

-l'application sélective d'une polarisation optique sur le faisceau lumineux transmis, ou sur les premier et second faisceaux lumineux réfléchis, pour que lesdits faisceaux lumineux réfléchis et transmis présentent tous un même état de polarisation optique pour chacune des sous-séquences d'images stéréoscopiques ;

-la projection, sur un écran réfléchissant à conservation de polarisation, des premier et second faisceaux lumineux réfléchis et du faisceau lumineux transmis, pour afficher les images stéréoscopiques.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront clairement de la description qui en est faite ci-après, à titre indicatif et nullement limitatif, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

-la figure 1 est une vue de côté schématique d'un système d'affichage d'images stéréoscopiques selon un exemple de mode de réalisation de l'invention ;

-la figure 2 et 3 sont des vues de côté schématiques de deux modes de réalisation d'un dispositif de polarisation optique du système de la figure 1 ;

-la figure 4 est un organigramme d'un procédé d'affichage d'images stéréoscopiques selon un mode de réalisation de l'invention.

L'invention propose un dispositif de polarisation optique pour la projection d'images stéréoscopiques comportant notamment un élément optique polariseur formé de deux lames séparateur-polariseur jointes l'une à l'autre. Cet élément optique polariseur est notamment configuré pour séparer un faisceau lumineux incident émis par un projecteur d'images stéréoscopiques en deux faisceaux lumineux réfléchis et un faisceau lumineux transmis, les faisceaux lumineux transmis et réfléchis présentant des polarisations différentes.

En séparant le faisceau lumineux incident en faisceaux lumineux réfléchis et transmis présentant des polarisations différentes, la modulation de polarisation peut n'être appliquée que sur les faisceaux réfléchis ou sur le faisceau transmis, ce qui réduit les pertes totales d'intensité lumineuse par rapport au cas où cette polarisation est appliquée sur tout le faisceau lumineux incident. En outre, en séparant le faisceau incident en deux faisceaux réfléchis et un faisceau transmis, plutôt que seulement en un faisceau réfléchi et un faisceau transmis, le réflecteur optique de grandes dimensions est supprimé et remplacé par deux réflecteurs optiques de dimensions inférieures, ce qui réduit l'encombrement du dispositif, contrairement à un a priori technique.

Enfin, les inventeurs ont constaté que le fait de placer la jonction des lames séparateurs-polariseurs sur la trajectoire du faisceau incident, non seulement ne cause pas l'apparition d'un artefact optique (tel qu'une barre

sombre) sur les images stéréoscopiques mais permet de réduire la distance minimale entre la sortie optique du projecteur d'images stéréoscopiques et l'élément optique de polarisation, ce qui contribue à réduire l'encombrement du dispositif.

- 5 Dans la suite de cette description, les caractéristiques et fonctions bien connues de l'homme du métier ne sont pas décrites en détail.

La figure 1 représente un ensemble pour l'affichage d'images stéréoscopiques. Cet ensemble comporte ici :

- 10 -un projecteur 2 d'images stéréoscopiques ;
-un dispositif de polarisation optique 3 ;
-un écran 4 réfléchissant à conservation de polarisation, et
-une paire de lunettes stéréoscopiques passives 5.

- Le projecteur 2 est ici un projecteur numérique à grande vitesse, apte à
15 projeter des images avec une fréquence supérieure ou égale à 50Hz et, de préférence, supérieure ou égale à 144Hz. Ce projecteur 2 est notamment apte à produire une séquence d'images stéréoscopiques comportant deux sous-séquences d'images multiplexées temporellement et destinées respectivement à l'œil gauche et droit d'un spectateur, et à projeter ces images sur l'écran 4. Ce
20 projecteur 2 comporte un objectif 21 de sortie au travers duquel est apte à être projeté un faisceau lumineux incident 22 de lumière (ici non polarisée) produit par le projecteur 2 et comportant les images stéréoscopiques.

- Le dispositif 3 est notamment configuré pour appliquer des polarisations optiques orthogonales sur les sous-séquences d'images destinées à être
25 projetées sur l'écran 4. Les polarisations optiques des deux sous-séquences d'images sont ici des polarisations linéaires orthogonales entre elles. Dans cet exemple, on choisit la convention suivante : les images destinées à l'œil gauche présentent une polarisation linéaire P et les images destinées à l'œil droit présentent une polarisation linéaire S. A cet effet, le dispositif 3 comporte
30 notamment un circuit de commande 31 apte à commander l'application des polarisations de la lumière le traversant en réponse à un signal de synchronisation reçu par le projecteur 2. Ce signal de synchronisation permet de synchroniser l'application des polarisations avec la commutation entre les sous-séquences d'images émises par le projecteur 2. Par exemple, ce circuit 31 est
35 relié, au moyen d'une liaison filaire, à une sortie du projecteur 2 configurée pour délivrer le signal de synchronisation. Ce dispositif 3 sera décrit plus en détail en référence à la figure 2. Ce dispositif 3 est disposé entre l'objectif 21 et l'écran 4, de façon à être traversé par le faisceau 22.

- Les lunettes 5 sont des lunettes stéréoscopiques passives. Ces lunettes
40 5 comportent deux verres 51 et 52 destinés à être placés devant des yeux, respectivement, gauche et droit d'un spectateur pour observer les images

stéréoscopiques projetées sur l'écran 4. Les verres 51 et 52 comportent chacun un filtre polarisant transmissif correspondant, respectivement à l'état de polarisation prédéfini pour la sous-séquence d'images correspondante. Ainsi, les verres 51 et 52 sont ici aptes à ne laisser passer que la lumière présentant

5 une polarisation linéaire, respectivement, P et S.

Dans cette description, les termes « en amont » et « en aval » sont définis par rapport au sens de propagation de la lumière émise par le projecteur 2, depuis l'objectif 21 vers l'écran 4.

10 La figure 2 représente plus en détail un exemple de mode de réalisation du dispositif 3. Ce dispositif 3 comporte, d'amont en aval :

-une entrée optique 302, configurée pour laisser passer le faisceau 22 produit par le projecteur 2 lorsque ce dispositif 3 est placé en aval du projecteur 2. L'entrée optique 302 est normale à la trajectoire 328 souhaitée pour le

15 faisceau 22 ;

-un élément optique 304, apte à décomposer le faisceau 22 en :

- un faisceau lumineux transmis 306, présentant une polarisation optique P, et
 - deux faisceaux lumineux réfléchis 308 et 310, présentant
- 20 chacun une polarisation optique S.

-deux réflecteurs optiques 312 et 314, configurés pour modifier, respectivement, la trajectoire des faisceaux 308 et 310 pour que ces faisceaux 308 et 310 soient projetés sur l'écran 4 pour former, avec le faisceau 306, une image stéréoscopique.

25 -trois modulateurs de polarisation optique 316, 318 et 320, configurés pour commuter, respectivement, la polarisation des faisceaux 306, 308 et 310 entre les états P et S, en réponse à un signal de commande émis par le circuit 31. Pour simplifier la figure 2, les connexions entre le circuit 31 et chacun des modulateurs 316, 318 et 320 ne sont pas représentées.

30 L'élément 304 est notamment apte à séparer ce faisceau 22 de façon à ce que les deux faisceaux 308 et 310 correspondent chacun à des parties complémentaires de l'image produite par le projecteur 2. Ainsi, la projection simultanée sur l'écran 4 de ces faisceaux 308 et 310 conduit à la formation d'une image complète. Ici, ces faisceaux 308 et 310 correspondent,

35 respectivement, à une moitié supérieure et inférieure de l'image stéréoscopique.

L'élément 304 comporte deux lames 322, 324 pour réaliser une séparation et une polarisation de faisceau. Les lames 322 et 324 sont jointes l'une à l'autre par une jonction 326. Dans cette description, le terme de « lame séparateur-polariseur » désigne de façon générique un séparateur-polariseur de

40 faisceau optique.

Dans cet exemple, ces deux lames 322, 324 sont accolées l'une à l'autre de façon à présenter une forme en chevron, ou « en V ». Ces lames 322, 324 sont en contact l'une avec l'autre uniquement le long de l'un de leur bord ; la jonction 326 est alors une arête de forme essentiellement rectiligne. Cette
5 jonction 326 est placée sur la trajectoire du faisceau 328, perpendiculairement à cette trajectoire 328. Ici, cette jonction 326 est orientée selon une direction horizontale. La jonction 326 forme ici l'extrémité de l'élément 304 la plus proche de l'entrée optique 302.

L'angle entre les lames 322, 324 est égal à 90° , à 10% ou à 5% ou à 3%
10 près. Avantageusement, ces lames 322, 324 sont disposées symétriquement par rapport à un plan de symétrie contenant la jonction 326 et la trajectoire 328 (ou la normale à l'entrée optique 302).

Avantageusement, le dispositif 3 est disposé par rapport au projecteur 2 de façon à ce que la distance entre l'objectif 21 et la jonction 326, est inférieure
15 ou égale à 100mm, de préférence inférieure ou égale à 50mm, de préférence inférieure ou égale à 30mm de préférence inférieure ou égale à 25mm, et avantageusement de 20mm.

Dans cet exemple, les lames 322, 324 comportent chacune une mince plaque de verre dont une face est revêtue d'un polariseur optique en grille
20 métallique (« wire grid polarizer » en langue anglaise). L'épaisseur d'une telle plaque est inférieure à 5mm et, de préférence, inférieure ou égale à 3mm ou à 0,9mm. La face de cette plaque revêtue du polariseur est orientée vers le projecteur 2. Les coefficients de réflexion et de transmission optique, pour la lumière visible, de chacune des lames 322, 324 sont ici égaux à 50% à $\pm 15\%$.

De préférence, les bords de ces plaques mis en contact pour former la
25 jonction 326 présente une forme complémentaire, telle qu'une forme en biseau, de façon à réduire l'épaisseur de cette jonction 326. Avantageusement, la jonction 326 est formée en accolant des bords plats des lames 322 et 324. Ces lames 322, 324 sont ici jointes et maintenues solidaires l'une par rapport à
30 l'autre sans degré de liberté au moyen d'un agent de liaison, telle qu'une colle UV. L'épaisseur du film de colle entre les lames 322 et 324 est typiquement inférieure ou égal à $200\mu\text{m}$. Les lames 322 et 324 peuvent également être jointes l'une contre l'autre sans collage.

Les réflecteurs 312, 314 sont ici identiques. Chacun de ces réflecteurs
35 comporte ici un miroir face avant, formé d'une lame de verre mince, recouverte d'un matériau optiquement réfléchissant pour la lumière visible. Cette lame de verre mince présente une épaisseur inférieure ou égale à 5mm et, de préférence, comprise entre 1mm et 3mm. Ces miroirs sont par exemple orientés avec un angle, par rapport à la trajectoire 328, compris entre 40° et 60° , et de
40 préférence de 45° .

Chacun des modulateurs 316, 318 et 320 est apte à commuter la polarisation optique d'un faisceau lumineux entre des états de polarisation orthogonaux. Les modulateurs 316, 318 et 320 sont par exemple, de façon connue en soi, des modulateurs de polarisation à cristaux liquides.

- 5 L'entrée optique 302 est ici une fenêtre transparente pour la lumière visible. Cette entrée 302 comporte avantageusement une barrière thermique transmissive. Cette barrière thermique permet la transmission de la lumière visible tout en limitant la transmission des rayonnements infrarouge. La barrière thermique étant interposée entre le projecteur 2 et l'élément 304, on limite la
- 10 quantité de rayonnement infrarouge contenue dans le faisceau 21 atteignant l'élément 304, de façon à réduire l'échauffement de cet élément 304. Par exemple, cette barrière comporte un filtre en verre de type Schott KG.

- La figure 3 représente un dispositif 3' apte à être utilisé en lieu et place du
- 15 dispositif 3. Ce dispositif 3' est identique au dispositif 3, sauf qu'il comporte en plus un téléobjectif 330, configuré pour modifier sélectivement la taille de l'image sur l'écran 4 issue de la projection du faisceau 306. Ce téléobjectif 330 est placé sur la trajectoire du faisceau 306, et de préférence, placé sur cette trajectoire en amont du modulateur 316 pour éviter que ce téléobjectif 330 ne puisse dégrader
- 20 la polarisation du faisceau 306 en sortie du modulateur 316. Ainsi, la superposition de cette image à l'image formée par la projection des faisceaux 308 et 310 sur l'écran est améliorée, pour compenser d'éventuelles déformations de l'image causées par la différence de longueur des chemins optiques respectifs des faisceaux 308 et 310 d'une part, et 306 d'autre part.
- 25 Dans la pratique, on pourra considérer que deux images sont superposées sur l'écran 4 si l'écart relatif sur l'écran entre ces deux images est inférieur ou égal à trois fois la longueur d'un pixel.

- Par exemple, le téléobjectif 330 comporte une pluralité de lentilles optiques ou groupes de lentilles assemblées de façon à former un système
- 30 afocal. Ce système comporte un élément de réglage configuré pour modifier sélectivement la distance entre ces lentilles ou groupes de lentilles, de façon à modifier le grossissement de l'image affichée. Pour simplifier, ce téléobjectif 330 est représenté sur la figure 2 comme une unique lentille.

- 35 Un exemple de fonctionnement du dispositif 3 va maintenant être décrit, en référence à l'organigramme de la figure 4 et à l'aide des figures 1 et 2.

Lors d'une étape 60, le faisceau lumineux 22 contenant l'alternance des deux sous-séquences d'images stéréoscopiques est produit par le projecteur 2 et est projeté au travers de l'objectif 21 vers le dispositif 3.

- 40 Puis, lors d'une étape 62, le faisceau 22 est séparé par l'élément 304 en :

-le faisceau 306, qui se propage selon la trajectoire 328 et présente la polarisation P, et

-les faisceaux 308 et 310, qui se propagent chacun selon des sens opposés, dans des directions distinctes de la trajectoire 328, et qui présentent la polarisation S. Les faisceaux 308 et 310 correspondent respectivement à deux parties complémentaires des images produites par le projecteur 2. Ici, ces faisceaux correspondent respectivement aux moitiés supérieure et inférieure de ces images.

Ces faisceaux 308 et 310 sont déviés, respectivement, par les réflecteurs 312 et 314 de façon à pouvoir être projetés sur l'écran 4 de façon à reconstituer l'image entière à partir des deux parties d'image correspondant respectivement à ces faisceaux 308 et 310, et à ce que cette image soit superposée à l'image formée par la projection du faisceau 306.

Puis, lors d'une étape 64, les polarisations optiques de l'un ou l'autre du faisceau 306 ou des faisceaux 308 et 310 sont sélectivement modifiées, de façon à ce que ces faisceaux 306, 308 et 310 présentent tous une même polarisation optique.

Par exemple, lorsque le projecteur émet une image destinée à l'œil gauche, l'image affichée sur l'écran 4 doit présenter une polarisation P. Le circuit 31 commande alors aux modulateurs 318 et 320 la commutation de la polarisation des faisceaux 308 et 310 de l'état S vers l'état P. La polarisation du faisceau 306 reste inchangée, puisque le faisceau 306 présente la polarisation P dès sa sortie de l'élément 304. Puis, lorsque le projecteur 2 émet une image destinée à l'œil droit, l'image affichée sur l'écran 4 doit ici présenter la polarisation S. Le circuit 31 commande alors au modulateur 316 de commuter la polarisation du faisceau 306 de l'état P vers l'état S. La polarisation des faisceaux 308 et 310 reste inchangée, puisque ces faisceaux présentent la polarisation S dès leur sortie de l'élément 304.

Ainsi, puisque la polarisation optique n'a pas besoin d'être modifiée pour tous les faisceaux lumineux qui forment l'image, la perte de luminosité de l'image due à l'application et la modulation de la polarisation optique est réduite.

Enfin, lors d'une étape 66, les faisceaux 306, 308 et 310 sont projetés sur l'écran 4 pour afficher l'image stéréoscopique.

De nombreux autres modes de réalisation sont possibles.

L'élément 304 peut être disposé différemment. Par exemple, la jonction 326 peut être orientée dans une autre direction de l'espace, tout en restant perpendiculaire à la trajectoire 328. Par exemple, cette jonction 326 est orientée verticalement. La position relative des réflecteurs 312, 314 ainsi que des modulateurs 318, 320 est alors adaptée en conséquence.

L'élément 304 peut comporter plus de deux lames 322, 324. Par exemple, cet élément 304 est formé de quatre lames identiques, jointes les unes aux autres de façon à former une pyramide, dont le sommet commun aux quatre lames est placé sur la trajectoire 328. Le faisceau 22 est alors séparé en un
5 faisceau transmis et en quatre faisceaux réfléchis. Ces quatre faisceaux réfléchis correspondent chacun à des parties complémentaires de l'image. Le dispositif 3 comporte alors quatre réflecteurs et quatre modulateurs de polarisation, configurés pour jouer le même rôle vis-à-vis des quatre faisceaux réfléchis que les réflecteurs 312, 314 et les modulateurs 318, 320 jouent vis-à-
10 vis des faisceaux 308 et 310.

La barrière thermique transmissive de l'entrée optique 302 peut être omise.

Les modulateurs de polarisation 318 et/ou 320 peuvent également être placés entre l'élément 304 et les réflecteurs, respectivement, 312 et 314.

15 Les lames 322 et/ou 324 peuvent être réalisées différemment. Par exemple, en variante, la grille est remplacée par un empilement de couches minces d'un matériau diélectrique. La lame peut également être un cube polariseur-séparateur (« beam splitter cube » en langue anglaise), tel qu'un prisme de MacNeill. Tout ce qui a été décrit en référence aux lames 312, 314
20 s'applique à un tel cube et, en particulier, à l'interface entre les deux prismes formant chacun de ces cubes. L'élément 304 est alors réalisé en joignant entre eux deux tels cubes, par exemple au moyen d'une colle ou d'une fixation mécanique. Ce cube peut également être un prisme de Rochon, de Sernamont, de Wollaston, ou encore de Glan-Thompson. Dans ces cas, le dispositif 3 est
25 adapté en conséquence (comme la position relative, l'orientation des réflecteurs 312, 314 ou encore la commande des modulateurs de polarisation 316, 318, 320) pour tenir compte notamment des différences de direction et/ou de l'état de polarisation des faisceaux 306, 308, 310.

Le téléobjectif 330 peut comporter une lentille liquide, permettant ainsi un
30 réglage facilité tout en réduisant l'encombrement du dispositif 3. En variante, le téléobjectif 330 est placé en amont du modulateur 316, entre ce modulateur 306 et l'élément 304.

Le téléobjectif 330 peut être omis. Dans ce cas, une amélioration de la superposition des images sur l'écran 4 peut aussi être réalisée en remplaçant
35 les réflecteurs 312 et 314 par des réflecteurs aptes à modifier la trajectoire des faisceaux 308 et 310 en réponse à un signal de commande, tels que des réflecteurs déformables. Un tel réflecteur déformable comporte par exemple un miroir face avant réalisé en verre mince et ancré sur sa face arrière au dispositif 3 en quatre points de fixation. Au centre et sur les milieux respectifs des bords
40 de cette face arrière sont collés des plots, ce miroir étant déformable par anamorphose au moyen de vis de réglage jointes à ces plots.

La polarisation optique associée à chacune des deux sous-séquences d'images peut être différente. Par exemple, cette polarisation peut être circulaire. Dans ce cas, des lames quart d'onde sont ajoutées en sortie des modulateurs 316, 318 et 320 ainsi que sur les verres 51, 52 des lunettes 5. Ces lames quart d'onde sont préférentiellement positionnées avec un angle de 45° par rapport à l'axe de polarisation optique des modulateurs 316, 318, 320. Les états de polarisation P et S peuvent être remplacés par deux états de polarisation orthogonaux quelconques.

La liaison filaire entre le circuit 31 et le projecteur 2 peut être remplacée par une liaison sans fil, telle qu'une liaison par rayonnement infrarouge ou par radio.

Les dispositifs 3 ou 3' peuvent comporter des rotateurs de polarisation optique, disposés sur la trajectoire des faisceaux, respectivement, 308 et 310, de façon à ce que les faisceaux 308, 310 et le faisceau 306 présentent un même état de polarisation en entrée des modulateurs 316, 318 et 320. Dans ce cas, le circuit 31 est adapté de sorte à ce que les modulateurs 316, 318 et 320 appliquent une même modulation de polarisation lors de l'étape 64. Ainsi, la modulation de la polarisation des faisceaux 308, 310 par les modulateurs 318 et 320 est facilitée, notamment dans le cas où ces modulateurs 318 et 320 sont des modulateurs de polarisation à cristaux liquides. Dans cet exemple, ces rotateurs convertissent la polarisation S des faisceaux 308, 310 en une polarisation P. De préférence, ces premier et seconds rotateurs sont placés entre l'élément 304 et, respectivement, les réflecteurs 312 et 314.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif de polarisation optique (3) pour un projecteur d'images
5 stéréoscopiques, caractérisé en ce que ce dispositif comporte :
-un élément optique polariseur (304) apte à décomposer un faisceau lumineux
incident (22) émis par un projecteur d'images stéréoscopiques, en :
• un faisceau lumineux transmis (306) présentant un premier état de
polarisation optique, et
10 • des premier (308) et second (310) faisceaux lumineux réfléchis
présentant un second état de polarisation optique distinct du premier
état de polarisation optique ;
cet élément optique polariseur (304) comportant deux lames (322, 324)
séparateur-polariseur de faisceaux, jointes l'une à l'autre, la jonction (326) entre
15 lesdites lames étant placée sur la trajectoire (328) du faisceau incident (22) ;
-des premier (312) et deuxième (314) réflecteurs optiques configurés pour
modifier, respectivement, la trajectoire des premier et second faisceaux lumineux
réfléchis de façon à ce que lesdits faisceaux lumineux réfléchis et transmis
soient projetés pour former une même image stéréoscopique ;
20 -des premier (316), second (318) et troisième (320) modulateurs de polarisation
aptés à commuter sélectivement la polarisation optique, respectivement, du
faisceau lumineux transmis, du premier et du second faisceaux lumineux
réfléchis, entre les premier et second états de polarisation optique en réponse à
un signal de commande ;
25 -un circuit de commande (31) des modulateurs de polarisation, programmé pour
délivrer un signal de commande commandant la commutation de la polarisation,
à un instant donné, du faisceau lumineux transmis ou de chacun des premier et
second faisceaux lumineux réfléchis, de façon à ce que lesdits faisceaux
lumineux réfléchis et transmis présentent tous un même état de polarisation
30 optique.
2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel l'élément optique polariseur
(304) comporte au plus deux lames (322, 324), ces deux lames étant jointes
l'une à l'autre de façon à présenter une forme en chevron, la jonction (326)
35 entre ces deux lames formant une arête, placée sur la trajectoire du faisceau
incident perpendiculairement à cette trajectoire (328).
3. Dispositif selon la revendication 2, dans lequel l'angle entre les deux lames
(322, 324) est égal à 90°, à 10% près.

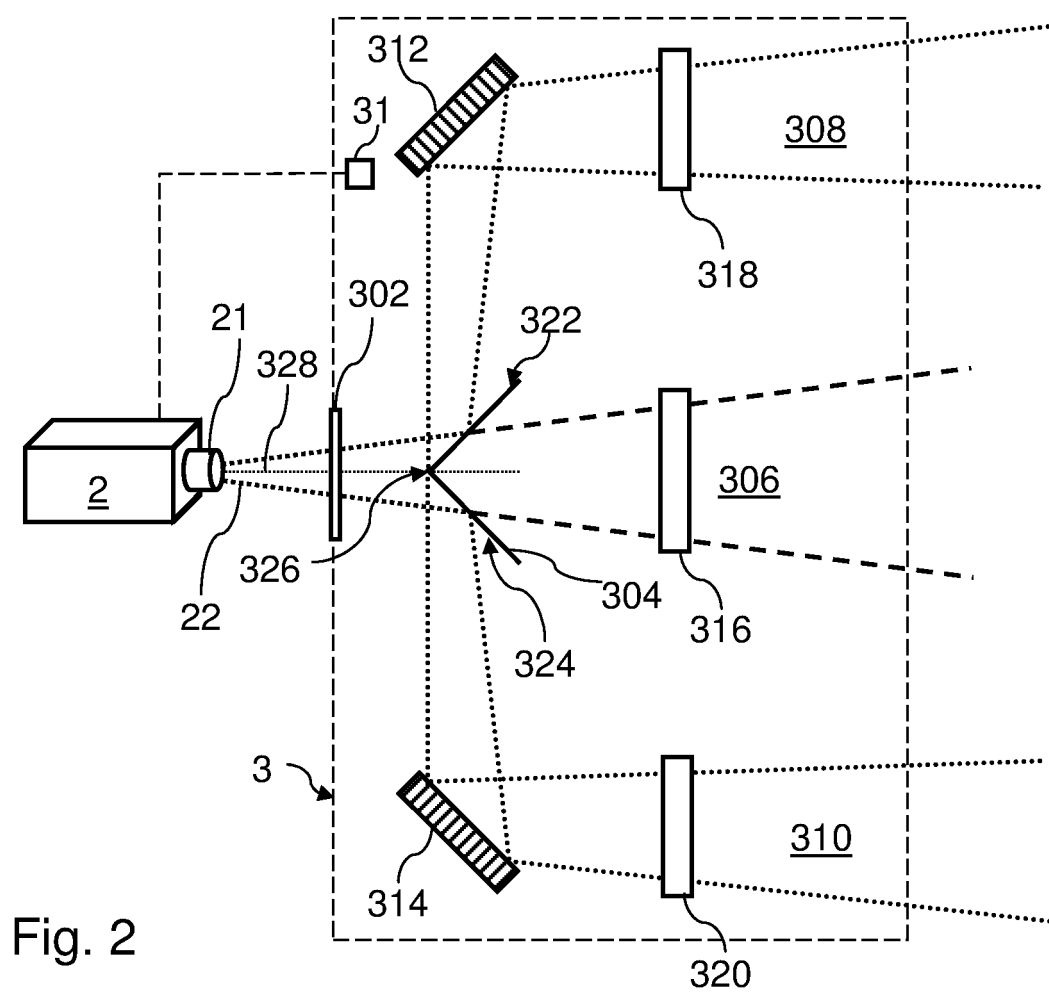
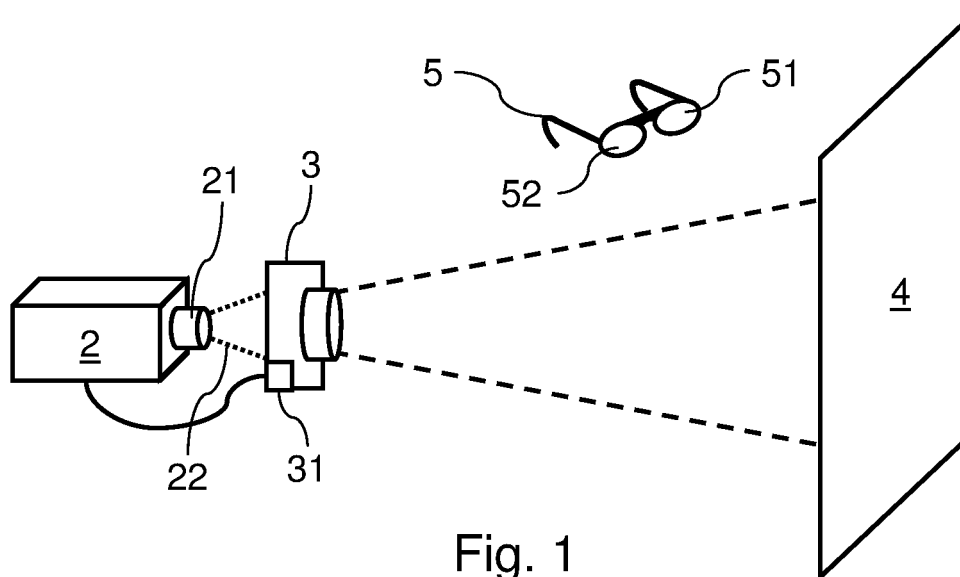
4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel les deux lames (322, 324) sont symétriques par rapport à un plan de symétrie passant par la jonction (326) et par la trajectoire (328) du faisceau incident.
5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la distance, mesurée le long de la trajectoire du faisceau incident, entre la sortie du projecteur d'images stéréoscopiques et la jonction (326) entre les lames, est inférieure ou égale à 50mm.
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel le dispositif comporte en outre un téléobjectif (330) placé sur le chemin optique du faisceau transmis, ce téléobjectif étant configuré pour agrandir l'image formée par la projection de ce faisceau transmis.
7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel chacun des premier et deuxième réflecteurs optiques (312, 314) est apte à être déformé en réponse à un signal de commande de manière à modifier la trajectoire et/ou la taille des, respectivement, premier et second faisceaux lumineux réfléchis.
8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les premier et deuxième réflecteurs optiques (312, 314) comportent chacun un miroir réfléchissant.
9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les première et seconde polarisations optiques sont, respectivement, de type P et S.
10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel :
 - les premier et second états de polarisation optique sont des états de polarisation circulaire mutuellement croisés ;
 - le dispositif comporte une lame quart d'onde placée en sortie de chacun desdits modulateurs de polarisation (306, 308, 310), chacune de ces lames quart d'onde étant orientée à 45° de l'axe de polarisation des faisceaux lumineux sortant des modulateurs de polarisation (316, 318, 320).
11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel une barrière thermique transmissive (302) est disposée sur la trajectoire du faisceau lumineux, en amont de l'élément optique polariseur (304).

12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le dispositif (3) comporte des premier et second rotateurs de polarisation disposés sur la trajectoire des, respectivement, premier et second faisceaux lumineux réfléchis, de façon à ce que les faisceaux réfléchis et le faisceau transmis présentent un même état de polarisation en entrée desdits modulateurs de polarisation (316, 318, 320).
13. Système d'affichage d'images stéréoscopiques, comportant :
- un projecteur (2) configuré pour produire un faisceau lumineux comportant une alternance de deux sous-séquences d'images stéréoscopiques multiplexées temporellement et destinées à être visualisées séparément respectivement par un œil gauche et un œil droit d'un utilisateur muni de lunettes stéréoscopiques passives (5),
 - un dispositif de polarisation optique (3) selon la revendication 1, configuré pour recevoir le faisceau lumineux produit par le vidéoprojecteur et configuré pour appliquer des états de polarisation optiques différents aux deux sous-séquences d'images stéréoscopiques ;
 - un écran (4) réfléchissant à conservation de polarisation, configuré pour afficher les images stéréoscopiques ayant traversé le dispositif de polarisation optique (3).
14. Procédé d'affichage d'images stéréoscopiques, caractérisé en ce qu'il comporte :
- la production (60) d'un faisceau lumineux comportant une alternance de deux sous-séquences d'images stéréoscopiques multiplexées temporellement et destinées à être visualisées séparément respectivement par un œil gauche et un œil droit d'un utilisateur muni de lunettes stéréoscopiques passives ;
 - la séparation (62) du faisceau lumineux produit, en :
 - un faisceau lumineux transmis, présentant un premier état de polarisation optique ; et
 - des premier et second faisceaux lumineux réfléchis, présentant un second état de polarisation optique distinct du premier état et se propageant le long de trajectoires distinctes de celle du faisceau lumineux transmis ;
 - la modification de la trajectoire des premier et second faisceaux lumineux réfléchis pour que ces premier et second faisceaux lumineux réfléchis soient aptes à être projetés sur un même écran que le faisceau lumineux transmis, de façon à ce que la réunion de la projection sur l'écran des premier et second faisceaux lumineux réfléchis et du faisceau lumineux transmis forme une image stéréoscopique;
 - l'application sélective (64) d'une polarisation optique sur le faisceau lumineux transmis, ou sur les premier et second faisceaux lumineux réfléchis, pour que

lesdits faisceaux lumineux réfléchis et transmis présentent tous un même état de polarisation optique pour chacune des sous-séquences d'images stéréoscopiques ;

- la projection (66), sur un écran réfléchissant à conservation de polarisation, des
- 5 premier et second faisceaux lumineux réfléchis et du faisceau lumineux transmis, pour afficher les images stéréoscopiques.

1/2



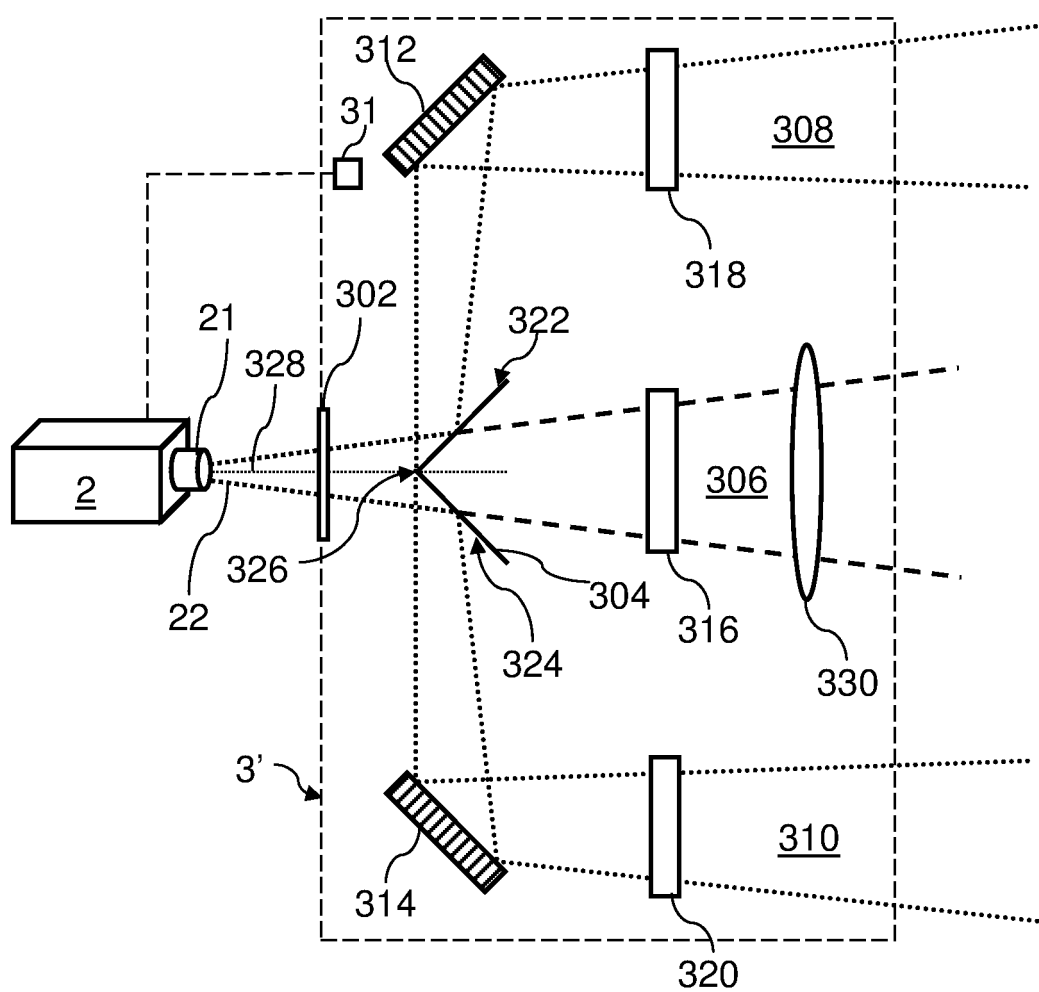


Fig. 3

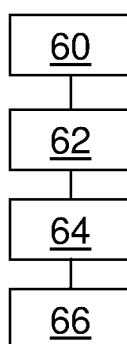


Fig. 4



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 782933
FR 1354854

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	US 2010/182571 A1 (NISHIKAWA JUN [JP] ET AL) 22 juillet 2010 (2010-07-22) * alinéas [0067] - [0078], [0119] - [0130]; figures 3a,3b *	1-14	G02B27/28 G02B27/26 G03B21/14
A,D	US 7 857 455 B2 (COWAN MATT [CA] ET AL) 28 décembre 2010 (2010-12-28) * colonne 5, ligne 6 - colonne 7, ligne 8; figures 3,6a *	1-14	
A	FR 2 978 564 A1 (VOLFONI R & D [FR]) 1 février 2013 (2013-02-01) * page 2, ligne 8-37; figures 2,3,4 *	1-14	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			G02B H04N G03B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
15 janvier 2014		Casse, Martin	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention 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	

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1354854 FA 782933

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 **15-01-2014**

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
US 2010182571	A1	22-07-2010	CN 101782715 A	21-07-2010
			JP 2010164802 A	29-07-2010
			US 2010182571 A1	22-07-2010

US 7857455	B2	28-12-2010	EP 2074479 A2	01-07-2009
			EP 2469336 A2	27-06-2012
			JP 2010507130 A	04-03-2010
			KR 20090089325 A	21-08-2009
			US 2008143965 A1	19-06-2008
			US 2011096295 A1	28-04-2011
			WO 2008048494 A2	24-04-2008

FR 2978564	A1	01-02-2013	FR 2978564 A1	01-02-2013
			WO 2013017409 A1	07-02-2013
