

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



PCT



(43) Date de la publication internationale
16 mars 2006 (16.03.2006)

(10) Numéro de publication internationale
WO 2006/027467 A1

(51) Classification internationale des brevets :
G09G 5/02 (2006.01) **G03B 21/12** (2006.01)
G09G 1/28 (2006.01) **H04N 9/12** (2006.01)

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (*pour US seulement*) : **DELA-COUR, Jacques** [FR/FR]; La Palmeraie, Route de la Cibonne, F-83220 Le Pradet (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2005/002151

(74) Mandataire : **DOMANGE, Maxime**; Cabinet Beau de Loménie, 232, avenue du Prado, F-13295 Marseille Cedex 08 (FR).

(22) Date de dépôt international : 26 août 2005 (26.08.2005)

(25) Langue de dépôt : français

(81) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible*) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(26) Langue de publication : français

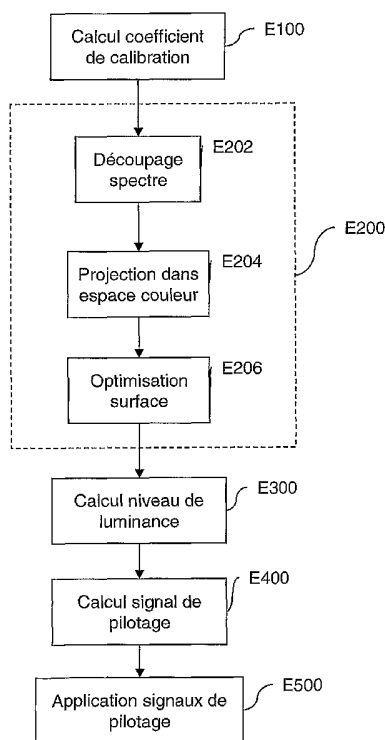
(30) Données relatives à la priorité :
0409306 2 septembre 2004 (02.09.2004) FR

(71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*) : **OPTIS** [FR/FR]; ZE LA FARLEDE, Rue Parmentier, BP 275, F-83078 Toulon Cedex 9 (FR).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR DISPLAYING A DIGITAL FULL COLOUR IMAGE

(54) Titre : PROCÉDÉ ET SYSTÈME D'AFFICHAGE D'UNE IMAGE NUMÉRIQUE EN COULEURS VRAIES



(57) Abstract: The inventive method for displaying a digital image involves a stage for obtaining a radiometric spectrum for each pixel thereof and for the entire visible light spectrum. For each pixel and for at least four primary colours, the method consists in calculating (E300) a luminance level directly from the radiometric spectrum without carrying out an intermediate stage for representing the image based on three primary colours, in deriving (E400) a control signal value and in applying (E500) the control signal (20) assigned to the primary colour to a display device for reproducing each primary colour.

(57) Abrégé : Ce procédé d'affichage d'une image numérique comportant une étape d'obtention d'un spectre radiométrique pour chaque pixel de cette image et ce sur tout le spectre de la lumière visible. Pour chacun des pixels, et pour au moins quatre couleurs primaires : - on calcule (E300) un niveau de luminance directement à partir du spectre radiométrique sans passer par une étape intermédiaire de représentation de l'image sur la base de trois couleurs primaires ; - on en déduit (E400) la valeur d'un signal de pilotage ; et - on applique (E500) le signal 20 de pilotage associé à la couleur primaire dans un dispositif d'affichage adapté à reproduire chaque couleur primaire.

E100 CALCULATION OF A CALIBRATION FACTOR
E202 SPECTRUM SPLITTING
E204 PROJECTION ON A COLOUR SPACE
E206 SURFACE OPTIMISATION
E300 CALCULATION OF A LUMINANCE LEVEL
E400 CALCULATION OF A CONTROL SIGNAL
E500 APPLICATION OF CONTROL SIGNALS

WO 2006/027467 A1



(84) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclaration en vertu de la règle 4.17 :

- *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)) pour US seulement*

Publiée :

- *avec rapport de recherche internationale*
- *avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues*

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

« Procédé et système d'affichage d'une image numérique en couleurs vraies ».

La présente invention concerne un procédé et un système d'affichage d'une image numérique en couleurs vraies.

Dans ce document, on appellera « image numérique en couleurs vraies », une image pour laquelle on dispose, pour chaque pixel, du spectre radiométrique sur tout le spectre de la lumière visible.

Une telle image peut notamment être obtenue par le logiciel de simulation de la lumière SPEOS qui permet de simuler l'éclairement ou la luminance d'une scène.

Ce logiciel, développé et commercialisé par la société OPTIS, a été décrit brièvement entre autres dans la revue « CAD Magazine » publiée en mars 2004.

Pour plus de précisions, l'homme du métier pourra se reporter au guide d'utilisation de ce logiciel : « *User's guide – Speos 2004 SP1 – V.01 – Copyright 2004* ».

L'invention vise notamment à améliorer les procédés et systèmes d'affichage d'images connus à ce jour, qui reposent, en télévision comme en informatique, sur l'utilisation des trois couleurs primaires rouge, vert et bleu.

La **figure 1** représente la projection des trois couleurs primaires dans l'espace de couleurs visibles, conformément à l'état de la technique présenté brièvement ci-dessus.

La représentation de l'espace de couleur correspond au standard de colorimétrie CIE 1934 connu de l'homme du métier.

Cette figure comporte une courbe, le spectrum locus, qui est fermée par un segment de droite et qui délimite l'espace E des couleurs visibles.

Chacun des points de cette courbe correspond à un signal monochromatique dans l'intervalle [380nm, 780 nm]. Le segment de droite fermant la courbe représente les couleurs pourpres.

Cette figure comporte aussi trois points R, V et B représentant respectivement les couleurs primaires rouge, vert et bleu dans l'espace des

couleurs visibles E d'un système d'affichage classique d'images en couleurs, ici un vidéo projecteur tri - LCD.

Ces trois points R, V, B qui dépendent du système d'affichage délimitent l'espace T, des couleurs affichables à partir de ces trois couleurs primaires.

5 Il apparaît clairement sur cette figure que cet espace T est sensiblement réduit par rapport à l'espace des couleurs visibles E. Ceci est particulièrement vrai pour les vidéos projecteurs tri - LCD dont les primaires d'affichage sont peu saturées.

10 Le choix historique d'utiliser trois couleurs primaires, bien que permettant l'affichage d'une large gamme de couleur, restreint l'espace des couleurs affichables, par rapport à l'espace des couleurs visibles. Cela est d'autant plus préjudiciable lorsque l'on souhaite afficher une image pour laquelle on dispose, pour chaque pixel, du spectre radiométrique sur tout le spectre de la lumière visible.

15 On note qu'il existe également des systèmes d'affichage d'une image représentée sur trois couleurs primaires d'origine, utilisant, pour l'affichage, un nombre de couleurs primaires supérieur à trois, par exemple 4 ou 6.

Dans de tels systèmes d'affichage, notamment le document US 6,570,584, on extrapole, pour chaque pixel d'une image, une composante
20 associée à chaque couleur primaire d'affichage supplémentaire à partir des trois composantes d'origine. Cela permet d'augmenter artificiellement l'espace des couleurs affichables mais en quittant l'espace des couleurs vraies.

En particulier, le document US 2004/046939 décrit un système d'affichage d'image représentée sur trois couleurs primaires d'origine, ce système étant
25 composé de deux projecteurs dont les projections sont superposées. Ce système possède trois entrées pour chacune des trois couleurs primaires d'origine. Le système décrit permet de calculer par extrapolation à partir de trois couleurs primaires d'origine, de nouvelles couleurs, par exemple trois, affichables par l'un des deux projecteurs.

30 Ainsi la qualité d'affichage de l'image obtenue par un tel système est limitée par la représentation initiale de cette image en trois couleurs primaires d'origine, même si ce système est adapté à en construire d'autres.

L'homme du métier comprendra que les couleurs affichées par le système proposé dans le document US 2004/046939, en dehors de l'espace T, sont des couleurs obtenues par extrapolation.

5 L'invention vise à pallier ces inconvénients en proposant un procédé et un système d'affichage d'image respectant les couleurs vraies de l'image et s'interdisant toute extrapolation.

A cet effet, elle vise un procédé d'affichage d'une image numérique qui comporte une étape d'obtention d'un spectre radiométrique pour chaque pixel de cette image et ce sur tout le spectre de la lumière visible.

10 Puis, pour chacun des pixels, et pour au moins quatre couleurs primaires :

- on calcule un niveau de luminance directement à partir du spectre radiométrique sans passer par une étape intermédiaire de représentation de l'image sur la base de trois couleurs primaires ;
- on en déduit la valeur d'un signal de pilotage ; et
- 15 – on applique le signal de pilotage associé à cette couleur primaire dans un dispositif d'affichage adapté à reproduire chacune des couleurs primaires.

L'art antérieur d'affichage selon au moins quatre primaires consiste à passer par une représentation intermédiaire selon trois composantes rouge, vert et bleu normalisées, communément dénommées X, Y et Z dans la littérature.

20 Puis, les niveaux de chaque primaire sont calculés à partir de ces trois composantes intermédiaires X, Y et Z, grâce à une méthode utilisant l'espace des couleurs et non le spectre physique de la lumière.

De façon avantageuse, le procédé d'affichage selon l'invention calcule les
25 niveaux de luminance associés à chaque primaire, directement à partir du spectre radiométrique, sans passer par une étape intermédiaire de représentation de l'image sur la base des trois couleurs primaires rouge, vert et bleu.

L'affichage se fait ainsi sur au moins quatre couleurs primaires, sans perte
30 d'information. Ceci augmente considérablement le nombre de couleurs affichables par rapport aux procédés classiques d'affichage RVB.

L'invention améliore ainsi les procédés existants d'affichage en évitant une représentation intermédiaire, généralement selon trois couleurs primaires, qui fait perdre de l'information spectrale.

5 Préférentiellement, le procédé d'affichage selon l'invention comporte en outre, pour chacune desdites couleurs primaires, une étape préalable de calcul d'un coefficient de calibration, à partir de la mesure du flux lumineux de ladite couleur primaire restitué par le dispositif d'affichage, ce coefficient de calibration étant pris en compte pour le calcul du signal de pilotage.

10 Cette pondération des composantes de chaque couleur primaire permet de garantir que l'affichage d'un spectre blanc donne un spectre parfaitement blanc.

Dans un mode particulier de réalisation, dans lequel on utilise six couleurs primaires, le procédé selon l'invention comporte en outre une étape préalable de sélection de ces six couleurs primaires au cours de laquelle :

- 15 – on découpe un spectre blanc continu en six bandes spectrales jointives ;
- on associe à chacune de ces bandes un point dans l'espace des couleurs dont la position dépend de la longueur d'onde centrale de ladite bande ; et
- 20 – on ajuste ces points de manière à optimiser la surface de l'hexagone reliant ces six points par rapport à l'ensemble des couleurs visibles.

25 Cette étape de sélection des six couleurs primaires permet ainsi de maximiser le nombre de couleurs affichables et donc l'espace des couleurs affichables par le procédé selon l'invention.

Préférentiellement, l'ajustement précité de la largeur des bandes s'effectue de manière à obtenir des niveaux de luminance visuelle sensiblement équivalents pour chacune de ces bandes.

30 Cette caractéristique permet avantageusement d'utiliser la même quantité de lumière pour l'affichage de chaque primaire, ce qui évite d'avoir à augmenter ou diminuer l'intensité d'une primaire de manière exagérée et permet ainsi de maximiser la dynamique d'affichage.

Dans un mode préféré de réalisation, on utilise un dispositif d'affichage constitué par deux vidéo projecteurs dont les images respectives sont superposées. Ces vidéo projecteurs sont des vidéo projecteurs standards dont les filtres dichroïques ont été remplacés par des filtres spécifiques adaptés à reproduire fidèlement les six primaires précitées, chaque vidéo projecteur reproduisant trois des six primaires.

Ce mode de réalisation permet ainsi de constituer un dispositif d'affichage en couleurs vraies en utilisant des vidéos projecteurs traditionnels à trois primaires Rouge, Vert, Bleu dont seuls les filtres colorés sont modifiés.

Préférentiellement, ces deux vidéo projecteurs sont connectés à une des sorties vidéo d'une même carte graphique de type « Dual Screen » installée dans un ordinateur, comme par exemple la carte Wildcat 7210 de la société 3Dlabs ou la carte QuadroFX 500 de la société NVidia.

Dans un autre mode de réalisation, deux cartes graphiques étant installées dans un ordinateur, un premier vidéo projecteur est connecté à la sortie vidéo d'une première carte graphique, un second vidéo projecteur est connecté à la sortie vidéo d'une seconde carte graphique.

Ces cartes sont synchronisées de manière à permettre de superposer les images respectives des deux projecteurs.

Dans ce mode de réalisation, on utilise ainsi avantageusement une carte graphique prévue pour une autre utilisation, ce qui permet de réaliser un dispositif d'affichage en vraies couleurs de façon très simple.

Corrélativement, l'invention concerne un système d'affichage d'une image numérique comportant :

- un dispositif de génération d'un fichier informatique comportant des données représentatives d'un spectre radiométrique de chacun des pixels de cette image et ce sur tout le spectre de la lumière visible ;
- des moyens de calcul adaptés à calculer, à partir dudit fichier, pour chacun des pixels et pour au moins quatre couleurs primaires :
 - un niveau de luminance directement à partir du spectre radiométrique sans passer par une étape intermédiaire de représentation de l'image sur la base de trois couleurs primaires ; et

- un signal de pilotage associé à cette couleur primaire en fonction de la luminance ; et
- un dispositif d'affichage relié aux moyens de calcul et comportant au moins une entrée associée à chacune desdites couleurs primaires.

Les avantages particuliers du système d'affichage étant identiques à ceux du procédé décrit précédemment, ils ne seront pas rappelés ici.

D'autres aspects et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description de modes particuliers de réalisation qui va suivre, cette description étant donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif et faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1, déjà décrite représente la projection de trois couleurs primaires dans l'espace de couleurs visibles, conformément à l'état de la technique ;
- la figure 2 représente les principales étapes d'un procédé d'affichage selon l'invention, dans un mode préféré de réalisation ;
- la figure 3 représente schématiquement le découpage d'un spectre blanc continu, conformément à un mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 4 représente la projection des six couleurs primaires dans l'espace des couleurs visibles conformément à l'invention dans un mode préféré de réalisation ;
- la figure 5 représente un système de projection conforme à l'invention dans un mode préféré de réalisation ;
- les figures 6a et 6b représentent respectivement l'utilisation d'une carte de type « Dual screen » conformément à l'art antérieur et à l'invention.

La **figure 2** représente les principales étapes d'un procédé d'affichage selon l'invention, dans un mode préféré de réalisation.

A titre d'exemple, on détaillera l'affichage d'un fichier XMP généré par le logiciel SPEOS précité, ce fichier comportant le spectre radiométrique de chaque pixel d'une image dans le domaine du visible.

Plus précisément, ce fichier XMP comporte pour chaque pixel pix , la radiance $S(\text{pix}, \lambda_i)$ pour chaque longueur d'onde λ_i prise dans un intervalle $[\lambda_{\text{MIN}}, \lambda_{\text{MAX}}]$ avec un pas d'échantillonnage λ_N .

Dans un premier exemple de réalisation les valeurs λ_{MIN} , λ_{MAX} et λ_N sont
5 respectivement égales à : 360nm, 830 nm et 1.

Au cours d'une première étape E200, comportant trois sous-étapes E202, E204 et E206, on sélectionne six couleurs primaires.

Au cours de la première sous-étape E202, on découpe un spectre blanc continu, c'est-à-dire constant entre 400nm et 700 nm, en six bandes spectrales
10 jointives, respectivement baptisées : bleu (BL), cyan (CY), vert profond (VP), vert chou (VC), jaune (JA), et rouge (RO).

Ce découpage est représenté schématiquement à la **figure 3**. Sur cette figure, sont représentées également, les six longueurs d'ondes centrales de ces bandes, respectivement dénommées, λ_{BL} , λ_{CY} , λ_{VP} , λ_{VC} , λ_{JA} et λ_{RO} . Dans la
15 réalité et en raison de la technologie utilisée, les bandes ne sont pas tout à fait jointives et elles n'ont pas la forme de créneaux.

Les six couleurs associées à ces six longueurs d'ondes centrales, baptisées elles aussi bleu (BL), cyan (CY), vert profond (VP), vert chou (VC), jaune (JA), et rouge (RO) pour simplification, sont par la suite dénommées
20 « primaires ».

La sous-étape de découpage E202 est suivie par une deuxième sous-étape E204, au cours de laquelle on projette, dans l'espace des couleurs visibles, six points P_{BL} , P_{CY} , P_{VP} , P_{VC} , P_{JA} et P_{RO} dont la position dépend des six longueurs d'ondes centrales λ_{BL} , λ_{CY} , λ_{VP} , λ_{VC} , λ_{JA} et λ_{RO} précitées.

25 Ces six points définissent un hexagone H utilisé dans la suite du procédé.
Cette projection est représentée schématiquement à la **figure 4**.

La sous-étape de projection E204 est suivie par une sous-étape E206 au cours de laquelle on maximise l'ensemble des couleurs affichables par le procédé d'affichage selon l'invention.

30 Cette étape consiste à faire varier la position des six points P_{BL} , P_{CY} , P_{VP} , P_{VC} , P_{JA} et P_{RO} de façon à maximiser la surface de l'hexagone H précité.

Dans le mode préféré de réalisation décrit ici, cette étape E206 d'optimisation, consiste à approximer le bord de l'espace des couleurs visibles

par six segments de droites. Ces six segments de droite sont disposés de manière à approcher au mieux le bord de l'espace des couleurs visibles (technique dite de maillage).

Les sommets des segments définissent alors les longueurs d'onde
5 centrales. Le découpage en bandes spectrales est alors effectué en centrant chaque bande sur chaque longueur d'onde centrale ainsi définie. Puis la largeur de chaque bande spectrale est ajustée de manière à ce que les puissances visuelles relatives (proportionnelles à des lumens) contenues dans chaque bande spectrale soient équivalentes.

10 Bien entendu, d'autres méthodes peuvent être utilisées pour maximiser la surface de l'hexagone H comme par exemple la méthode de calcul numérique des moindres carrés pondérés.

Cette sous-étape de maximisation E206 termine l'étape E200 de sélection des six couleurs primaires.

15 Le procédé d'affichage selon l'invention utilise un dispositif d'affichage adapté à reproduire les six primaires. Par la suite, on appellera « R_{LAMP} » le spectre d'émission absolu des sources lumineuses de ce dispositif d'affichage.

Dans le mode préféré de réalisation de l'invention décrit ici, ce dispositif d'affichage comporte six filtres dichroïques F_{BL} , F_{CY} , F_{VP} , F_{VC} , F_{JA} et F_{RO} , chacun
20 d'entre eux étant conçu pour reproduire une des six couleurs primaires BL, CY, VP, VC, JA, et RO précitées.

Dans une variante préférée de réalisation, l'étape E200 de sélection des six couleurs primaires est suivie par une étape E100 de calcul de six coefficients de calibration γ_{BL} , γ_{CY} , γ_{VP} , γ_{VC} , γ_{JA} et γ_{RO} associés à chaque couleur primaire.

25 Ces coefficients de calibration permettent d'ajuster la balance des blancs, c'est-à-dire de garantir que l'affichage d'un spectre blanc donne un spectre blanc. Ces coefficients sont calculés une seule fois lors d'un réglage usine du dispositif.

Préférentiellement, le coefficient de calibration γ_{BL} associé à la primaire
30 « bleu » est obtenu de la façon suivante, les autres coefficients étant obtenus de manière identique :

Le dispositif d'affichage affiche la primaire bleue avec la dynamique maximale. La luminance du bleu est alors mesurée à l'aide d'une caméra

photométrique ou à l'aide de tout autre dispositif de mesure de luminance. Puis la luminance théorique du bleu (obtenue idéalement lorsque les primaires du dispositif d'affichage ont la même luminance) est calculée à l'aide des données spectrales de la primaire bleue. Le coefficient de calibration γ_{BL} s'obtient alors en

5 calculant le rapport entre la luminance mesurée et la luminance théorique calculée.

Dans le mode préféré de réalisation décrit ici, l'étape E200 de calcul des coefficients de calibration est suivie par une étape E300 de calcul d'un niveau de luminance pour chaque pixel de l'image représentée par le fichier XMP, et pour

10 chacune des couleurs primaires BL, CY, VP, VC, JA, et RO. Ce calcul est fait précédemment à chaque affichage d'une image par le dispositif.

En prenant l'exemple de la couleur primaire Bleu « BL », le niveau de luminance $N(\text{pix}, BL)$ du pixel pix s'obtient en calculant la fraction d'énergie du spectre radiométrique de départ correspondant au spectre de la primaire bleue.

15 Ce calcul, bien connu de l'homme du métier, correspond à une projection et fait intervenir un calcul intégral.

L'étape E300 de calcul des niveaux de luminance est suivie par une étape E400 au cours de laquelle on calcule, pour chaque couleur primaire, par exemple BL, une valeur d'un signal de pilotage V_{BL} en fonction du niveau de

20 luminance $N(\text{pix}, BL)$.

On obtient, dans le mode préféré de réalisation décrit ici, six valeurs signaux de pilotage V_{BL} , V_{CY} , V_{VP} , V_{VC} , V_{JA} , V_{RO} pour chaque composante BL, CY, VP, VC, JA et RO de l'image. A titre d'exemple, ces signaux de pilotage peuvent être de type composite, comme ceux utilisés par les moniteurs vidéo.

25 Ces six valeurs de signaux de pilotage sont ensuite appliquées, au cours d'une étape E500, aux six entrées du dispositif de pilotage selon l'invention pour l'affichage de l'image, chaque entrée contrôlant l'affichage d'une primaire donnée.

La **figure 5** représente un système 1 de projection conforme à l'invention

30 dans un mode préféré de réalisation.

Conformément à la présente invention, le système 1 comporte un dispositif 2 de génération d'un fichier informatique représentatif d'une image.

Dans le mode de réalisation décrit ici, ce fichier comporte pour chaque pixel de l'image des données de luminance et de répartition spectrale.

Dans le mode préféré de réalisation, le dispositif 2 de génération est constitué par un ordinateur personnel 3 mettant en œuvre le logiciel de
5 génération d'image SPEOS précité.

Avantageusement, ces logiciels d'image de synthèse, entièrement basés sur l'optique et la physique, utilisent l'intégralité du spectre de la lumière visible, sans restreindre l'information couleur. Ils permettent une génération d'images de synthèse mettant en œuvre un algorithme spectral.

10 Dans le mode préféré de réalisation décrit ici, le système 1 d'affichage selon l'invention comporte deux video projecteurs 50 et 60.

Ces deux video projecteurs diffèrent l'un de l'autre par les caractéristiques optiques de leurs filtres dichroïques. Ces filtres dichroïques sont adaptés à reproduire les primaires BL, CY, VP, VC, JA et RO.

15 Le premier vidéo projecteur 50 comporte une entrée 51 pour trois des six signaux de pilotage V_{BL} , V_{VP} , V_{RO} , cette entrée pouvant, être par exemple une entrée VGA comme celle des moniteurs vidéo.

Le faisceau lumineux d'éclairage des matrices LCD est séparé en trois composantes primaires BL, VP et RO comme décrit ci-dessous.

20 Le premier vidéo projecteur 50 comporte un premier miroir dichroïque M1 placé à 45 degrés de l'axe de propagation du faisceau lumineux d'éclairage, fonctionnant dans la bande spectrale [390nm, 710 nm] comme un filtre passe-haut à longueur d'onde de coupure 545nm. Ce filtre agit comme un miroir. Il transmet la lumière au delà de 545nm et réfléchit la lumière en dessous de
25 545nm.

Le premier vidéo projecteur 50 comporte un miroir M, agencé parallèlement au premier miroir dichroïque M1, et adapté à réfléchir la partie V1T du faisceau lumineux d'éclairage ayant traversé le premier miroir dichroïque M1 vers le filtre dichroïque F_{RO} . La lumière traversant le filtre F_{RO} a un spectre allant
30 de 545 nm à 710 nm. Elle est alors filtrée de manière à ne laisser passer que la lumière correspondant à la primaire RO.

Le premier vidéo projecteur 50 comporte un deuxième miroir dichroïque M2, agencé parallèlement au premier miroir dichroïque M1, et adapté à recevoir

la partie V1R du faisceau lumineux d'éclairage réfléchi par le premier miroir dichroïque M1.

Le deuxième miroir dichroïque M2 placé à 45 degrés de l'axe de propagation du signal V1R, fonctionne dans la bande spectrale [390nm, 540 nm] comme un filtre passe-bas à longueur d'onde de coupure 510nm. Ce filtre agit comme un miroir. Il transmet la lumière en dessous de 510nm et réfléchit la lumière au delà de 510nm.

Le deuxième miroir dichroïque M2 est adapté à réfléchir la partie V2R du faisceau lumineux d'éclairage V1R réfléchi par le premier miroir dichroïque M1 vers le filtre dichroïque F_{VP} . La lumière traversant le filtre F_{VP} a un spectre allant de 510 nm à 545 nm. Elle est alors filtrée de manière à ne laisser passer que la lumière correspondant à la primaire VP.

Le premier vidéo projecteur 50 comporte deux miroirs M, adaptés à réfléchir la partie V2T du faisceau lumineux d'éclairage V1R ayant traversé le deuxième miroir dichroïque M2 vers le filtre dichroïque F_{BL} . La lumière traversant le filtre F_{BL} a un spectre allant de 390 nm à 510 nm. Elle est alors filtrée de manière à ne laisser passer que la lumière correspondant à la primaire BL.

Cette opération nous donne ainsi trois faisceaux lumineux, les spectres respectifs de ces faisceaux lumineux étant ceux des couleurs primaires bleu, vert profond et rouge BL, VP et RO.

De façon connue, le premier vidéo projecteur 50 comporte un cube tri-LCD pour projeter l'image, chaque matrice LCD étant éclairée par un des faisceaux lumineux ainsi obtenus.

Le deuxième vidéo projecteur 60 est identique au premier vidéo projecteur 50, sauf en ce que les filtres dichroïques F_{RO} , F_{VP} , et F_{BL} sont respectivement remplacés par les filtres dichroïques F_{JA} , F_{VC} , et F_{CY} .

En variante, des filtres absorbants passe-haut peuvent être utilisés à la place de trois des six filtres dichroïques : F_{CY} , F_{VC} , et F_{RO} .

En variante, on peut répartir les filtres dichroïques F_{BL} , F_{CY} , F_{VP} , F_{VC} , F_{JA} et F_{RO} différemment entre les deux vidéo projecteurs 50 et 60.

Le système 1 d'affichage selon l'invention comporte également des moyens de calcul adaptés à mettre en œuvre, pour chaque pixel pix de l'image représentée par le fichier XMP généré par le logiciel SPEOS, et pour chacune

des six couleurs primaires BL, ..., RO, les étapes E300 de calcul des niveaux de luminance $N(\text{pix}, \text{BL}), \dots, N(\text{pix}, \text{RO})$, et E400 de calcul des signaux de pilotage $V_{\text{BL}}, \dots, V_{\text{RO}}$.

Dans le mode de réalisation décrit ici, les moyens de mise en œuvre de l'étape E300 de calcul des niveaux de luminance sont constitués par l'ordinateur 3, en combinaison avec le logiciel SPEOS, celui-ci étant modifié pour permettre l'affichage des six couleurs primaires via les vidéoprojecteurs 50 et 60. Dans sa version standard, SPEOS projette le spectre radiométrique du pixel sur les trois composantes normalisées X, Y et Z des standards colorimétriques. Puis, SPEOS transforme ces trois composantes X, Y et Z en trois composantes R, V et B grâce à une matrice de transformation qui fait intervenir les primaires du moniteur vidéo servant pour l'affichage. Les trois composantes RVB sont alors envoyées au moniteur.

Conformément à l'invention, on projette directement le spectre radiométrique du pixel sur les six spectres des six primaires. Les six composantes ainsi obtenues sont alors pondérées par les coefficients de calibration puis envoyées aux deux vidéo projecteurs modifiés.

Les primaires X, Y et Z de l'affichage vidéo classique utilisées par le logiciel sont donc remplacées par les six primaires BL, ..., RO.

Dans le mode préféré de réalisation décrit ici, les moyens de mise en œuvre de l'étape E400 de calcul des signaux de pilotage sont constitués par une carte graphique 4 installée dans l'ordinateur 3 et par les logiciels pilotes (en anglais « driver ») de cette carte 4.

Plus précisément, et de façon très avantageuse, l'ordinateur 3 est équipé du système d'exploitation Windows NT, 2000 ou XP (marque déposée) commercialisé par la société MICROSOFT, et la carte graphique 4 est du type « Dual Screen ».

On peut en particulier utiliser la carte commercialisée par la société 3Dlabs sous la référence Wildcat 7210, ou la carte commercialisée par la société NVidia sous la référence QuadroFX 500

Une telle carte comporte deux sorties d'écrans référencées 41 et 42 sur la figure 5.

De façon connue, une telle carte est traditionnellement utilisée pour afficher un écran Windows élargi sur deux moniteurs séparés, reliés respectivement aux sorties d'écran 41 et 42, selon le schéma représenté à la **figure 6a**.

- 5 Le mode préféré de réalisation de l'invention décrit ici utilise la carte graphique 4 d'une façon particulièrement avantageuse, selon le schéma de la **figure 6b**.

Cette utilisation consiste à :

- 10 – afficher une première image contenant les coefficients des primaires BL, VP et RO en lieu et place des coefficients RVB classiques sur la partie gauche de l'écran WINDOWS ;
- afficher une deuxième image contenant les coefficients des primaires CY, VC et JA en lieu et place des coefficients RVB classiques sur la partie droite de l'écran WINDOWS ;
- 15 – brancher l'entrée 51 du vidéo projecteur 50 à la sortie d'écran 41, et l'entrée 51 du vidéo projecteur 60 à la sortie 42 ; et
- superposer les deux vidéo projecteurs 50 et 60 de manière à ce que les images se superposent.

20 On obtient ainsi l'affichage de l'image de synthèse représentée dans le fichier XMP en couleurs vraies et fidèles à la réalité.

25 Un autre mode de réalisation pour afficher l'image de synthèse représentée dans le fichier XMP consiste à utiliser une pluralité, notamment deux, de cartes graphiques à sortie simple chacune connectée à un des projecteurs. Chaque carte possédant une sortie d'écran traite trois couleurs. On peut en particulier utiliser la carte commercialisée par la société ATI sous la référence ATI RADEON 9800 ou la carte commercialisée par la société MSI sous la référence MSI RADEON RX600XT ou la carte commercialisée par la société NVidia sous la référence XFX GeForce FX5200.

30 De façon connue, une telle carte est traditionnellement utilisée pour afficher un écran Windows. Les deux cartes sont synchronisées et sont utilisées de la manière suivante :

- afficher, à l'aide de la première carte, une première image contenant les coefficients des primaires BL, VP et RO en lieu et

- place des coefficients RVB classiques sur un premier écran WINDOWS ;
- 5 – afficher, à l'aide de la seconde carte, une deuxième image contenant les coefficients des primaires CY, VC et JA en lieu et place des coefficients RVB classiques sur un second écran WINDOWS ;
- brancher l'entrée d'un premier vidéo projecteur à la sortie d'écran de la première carte, et l'entrée d'un second vidéo projecteur à la sortie de la seconde carte ; et
- 10 – superposer les deux vidéo projecteurs de manière à ce que les images se superposent.

L'invention peut notamment être utilisée pour afficher des images de rendu hyper réaliste, sans détériorer les nuances de couleur.

REVENDICATIONS

- 5 1. Procédé d'affichage d'une image numérique comportant une étape d'obtention d'un spectre radiométrique (XMP) pour chaque pixel (pix) de cette image et ce sur tout le spectre de la lumière visible, caractérisé en ce que, pour chacun desdits pixels, et pour au moins quatre couleurs primaires (BL) :
- 10 – on calcule (E300) un niveau de luminance ($N(\text{pix}, \text{BL})$) directement à partir dudit spectre radiométrique (XMP) sans passer par une étape intermédiaire de représentation de l'image sur la base de trois couleurs primaires ;
- 15 – on en déduit (E400) la valeur d'un signal de pilotage (V_{BL}) ; et
- on applique (E500) ledit signal de pilotage (V_{BL}) associé à ladite couleur primaire (BL) dans un dispositif d'affichage (10) adapté à reproduire chacune desdites couleurs primaires.
- 20 2. Procédé d'affichage selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte en outre, pour chacune desdites couleurs primaires, une étape préalable (E100) de calcul d'un coefficient de calibration (γ_{BL}), à partir de la mesure du flux lumineux (S_{BL}) de ladite couleur primaire (BL) restitué par ledit dispositif d'affichage (10), et en ce qu'on prend en compte ledit coefficient de calibration (γ_{BL}), pour le calcul dudit signal de pilotage (V_{BL}).
- 25 3. Procédé d'affichage selon la revendication 1 ou 2, dans lequel on utilise six couleurs primaires, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une étape préalable (E200) de sélection desdites six couleurs primaires au cours de laquelle :
- 30 – on découpe (E202) un spectre blanc continu en six bandes spectrales (BL) jointives ;
- on associe (E204) à chacune desdites bandes un point (P_{BL}) dans l'espace des couleurs dont la position dépend de la longueur d'onde centrale (λ_{BL}) de ladite bande (BL) ; et

- on ajuste (E206) lesdits points (P_{BL}) de manière à optimiser la surface de l'hexagone (H) reliant les six points par rapport à l'ensemble des couleurs visibles.
- 5 4. Procédé d'affichage selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'on ajuste la largeur desdites bandes (BL) de manière à obtenir des niveaux de luminance visuelle ($N(\text{pix}, BL)$) sensiblement équivalents.
5. Procédé d'affichage selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que ledit dispositif d'affichage (10) est constitué par deux vidéo-projecteurs (50, 60) dont les images respectives sont superposées.
- 10 6. Procédé d'affichage selon la revendication 5, caractérisé en ce que chaque vidéo projecteur (50, 60) est connecté à une des sorties vidéo (41, 42) d'une même carte graphique (4) installée dans un ordinateur (3).
7. Procédé d'affichage selon la revendication 6, caractérisé en ce que ladite carte graphique (4) est du type « Dual Screen » (marque déposée).
- 15 8. Procédé d'affichage selon la revendication 5, caractérisé en ce que, deux cartes graphiques étant installées dans un ordinateur, un premier vidéo projecteur est connecté à la sortie vidéo d'une première carte graphique, un second vidéo projecteur est connecté à la sortie vidéo d'une seconde carte graphique.
- 20 9. Système d'affichage (1) d'une image numérique comportant :
- un dispositif (2) de génération d'un fichier informatique comportant des données représentatives d'un spectre radiométrique (XMP) de chacun des pixels (pix) de ladite image et ce sur tout le spectre de la lumière visible ;
- 25 – des moyens (3) de calcul adaptés à calculer, à partir dudit fichier, pour chacun desdits pixels et pour au moins quatre couleurs primaires :
- un niveau de luminance ($N(\text{pix}, BL)$) directement à partir dudit spectre radiométrique (XMP) sans passer par une étape

- intermédiaire de représentation de l'image sur la base de trois couleurs primaires ; et
- un signal de pilotage (V_{BL}) associé à ladite couleur primaire (BL) en fonction de ladite luminance ($N(\text{pix}, BL)$) ; et
- 5 – un dispositif d'affichage (10) relié auxdits moyens de calcul (3) comportant au moins une entrée (51) associée à chacune desdites couleurs primaires.
10. Système d'affichage selon la revendication 8, caractérisé en ce que le
- 10 dispositif d'affichage (10) est constitué par deux vidéo projecteurs (50, 60) à trois primaires dont les images respectives sont superposées.
11. Système d'affichage selon la revendication 9, caractérisé en ce que
- chacun desdits vidéo projecteurs comporte un jeu adapté de filtres optiques (F_{BL}), agencé de manière à reproduire trois des six couleurs primaires
- 15 12. Système d'affichage selon la revendication 10, caractérisé en ce que chaque vidéo projecteur (50, 60) est connecté à une des sorties vidéo (41, 42) d'une même carte graphique (4) du type « Dual Screen » (marque déposée).
- 20 13. Système d'affichage selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'il comprend deux cartes graphiques, un premier vidéo projecteur étant connecté à la sortie vidéo d'une première carte graphique, un second vidéo projecteur étant connecté à la sortie vidéo d'une seconde carte graphique.

1/6

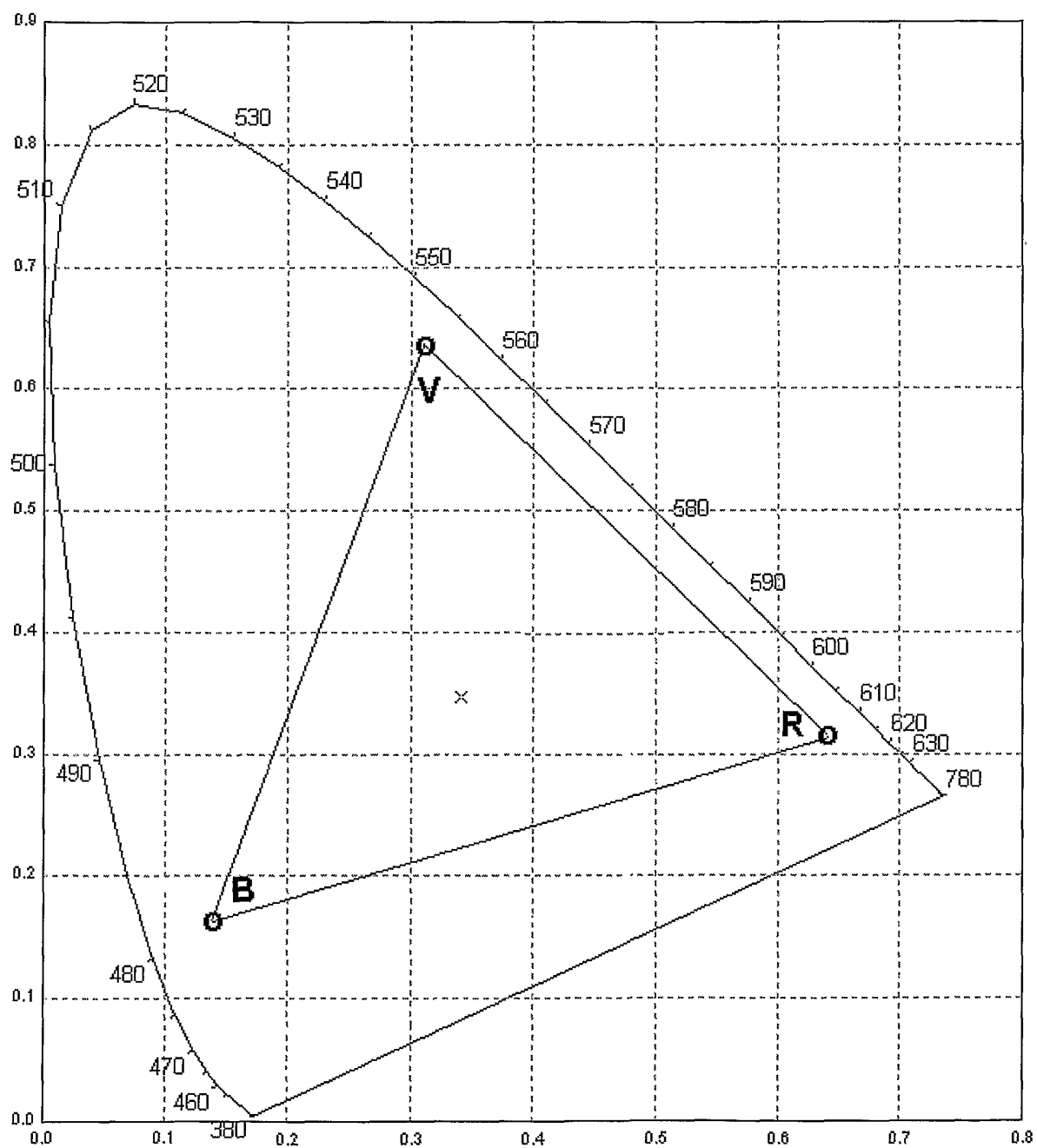


FIG. 1

2/6

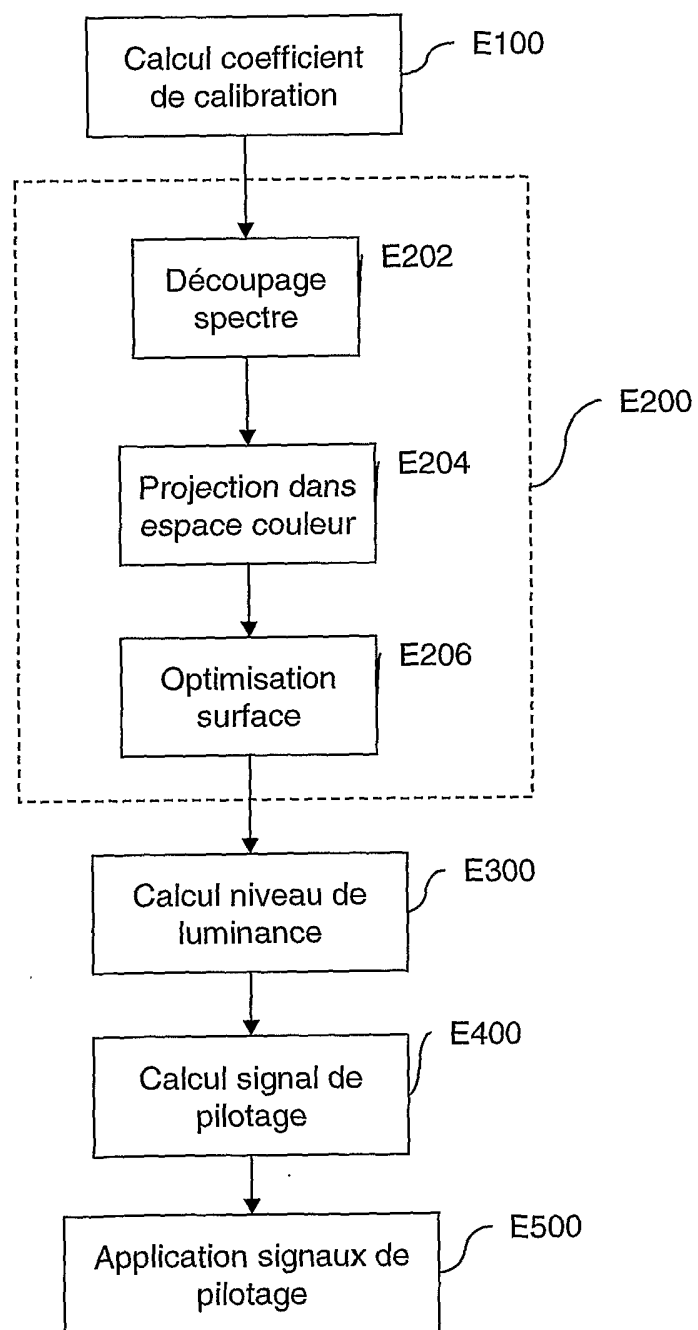


FIG. 2

3/6

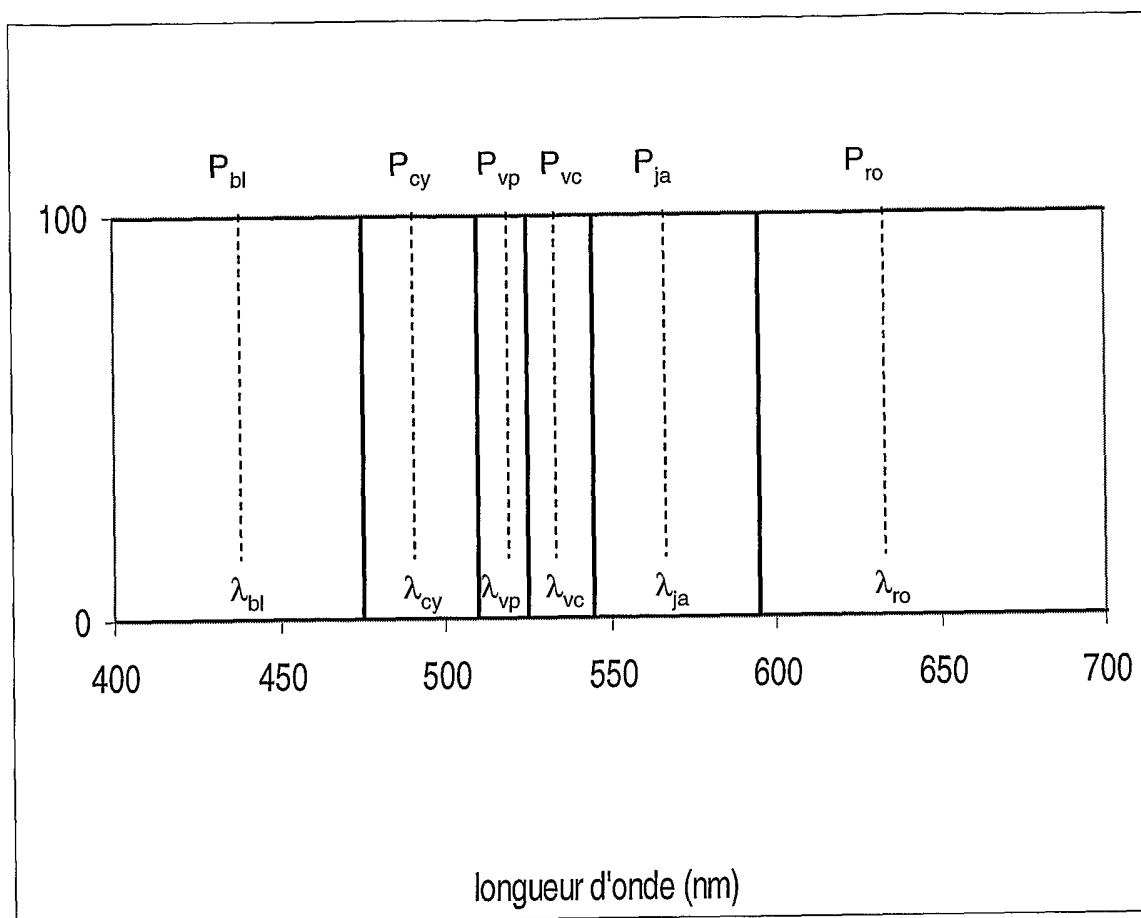


FIG. 3

4/6

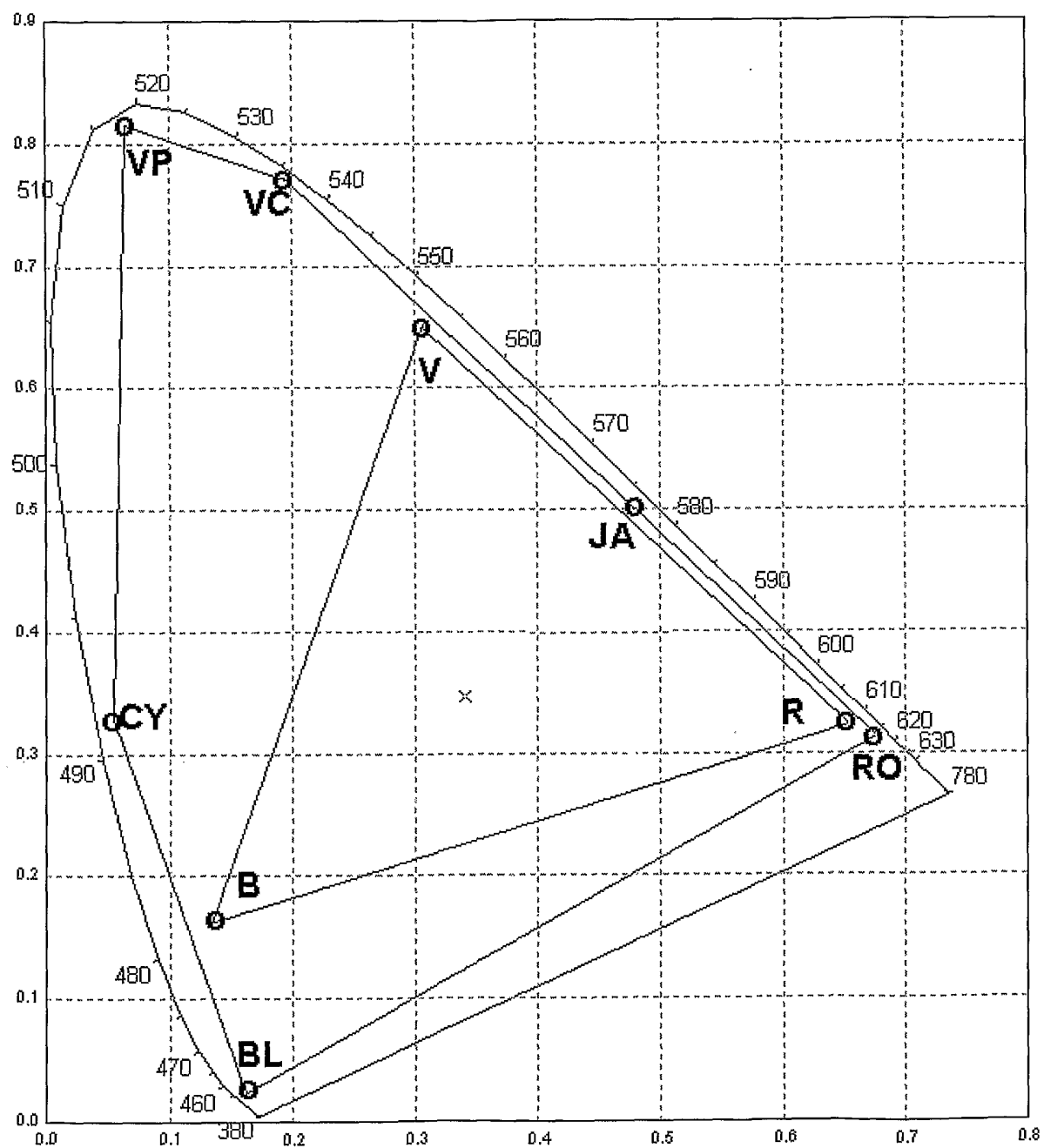


FIG. 4

5/6

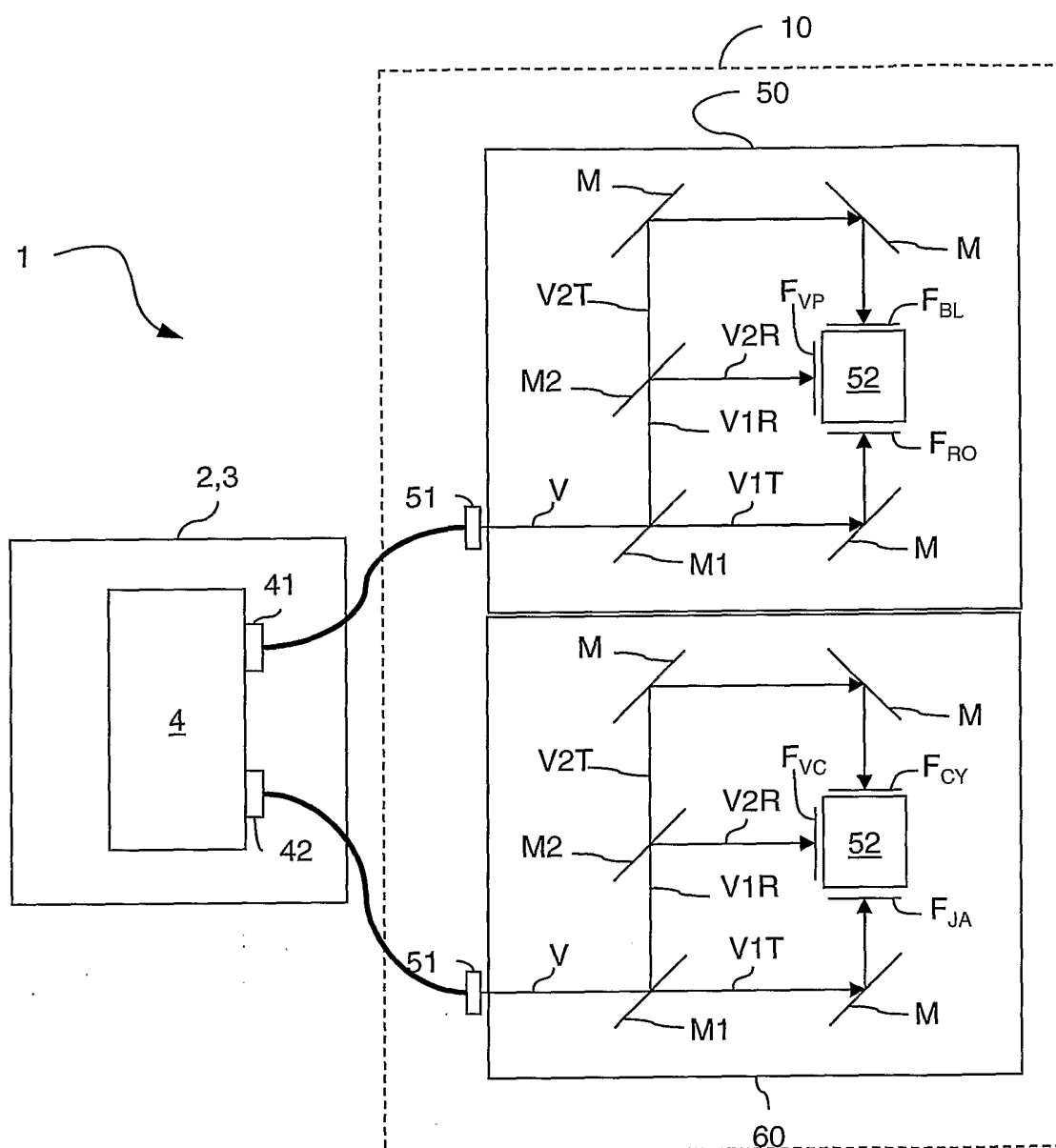


FIG. 5

6/6

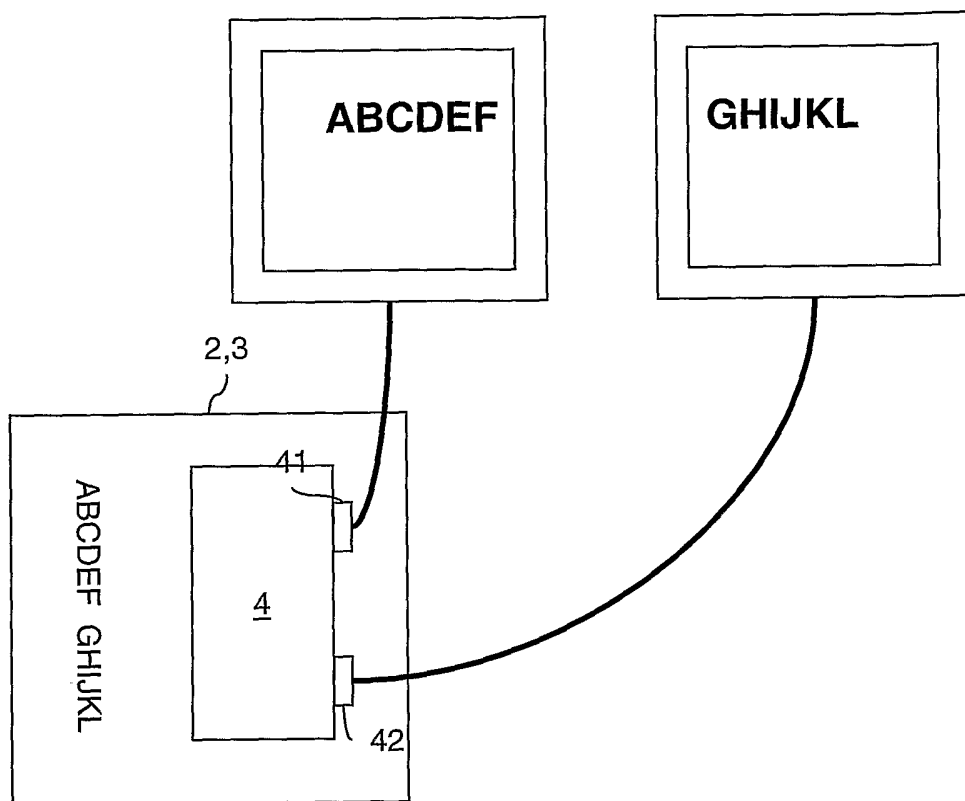


FIG. 6a

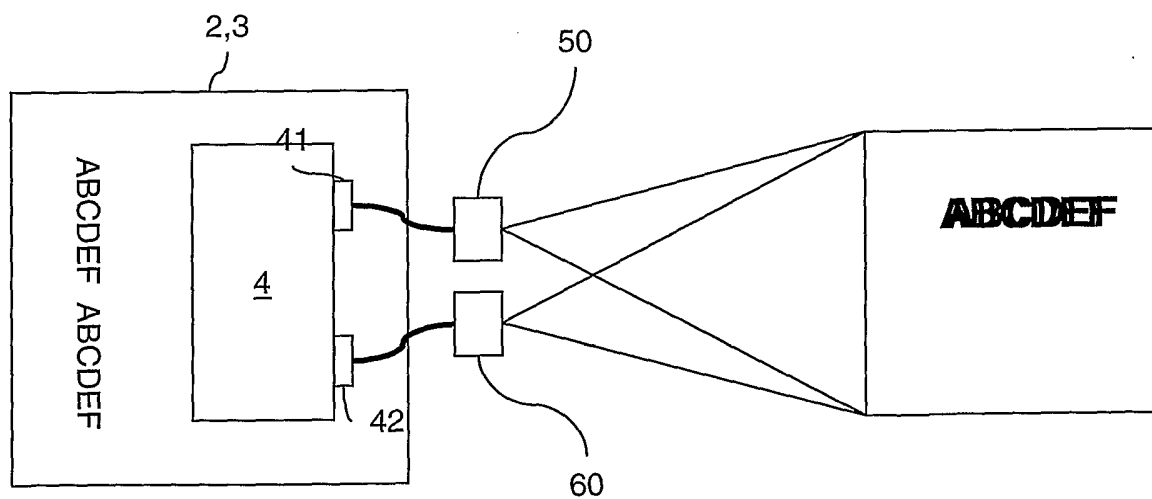


FIG. 6b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2005/002151

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G09G5/02 G09G1/28 G03B21/12 H04N9/12

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G09G

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

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

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 450 302 A (TELECOMMUNICATIONS ADVANCEMENT ORGANIZATION OF JAPAN; OLYMPUS CORPORAT) 25 August 2004 (2004-08-25)	1,2,9
Y	paragraph '0086! - paragraph '0088! paragraph '0093! paragraph '0101! figures 1-6	10-13
Y	----- US 2004/046939 A1 (NAKAMURA TOMOYUKI ET AL) 11 March 2004 (2004-03-11) paragraph '0167! figure 13	10-13
A	----- US 6 570 584 B1 (COK RONALD S ET AL) 27 May 2003 (2003-05-27) column 3, line 30 - column 4, line 65 figures 3,5 ----- -/--	1,9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 February 2006

Date of mailing of the international search report

08/02/2006

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Petitpierre, 0

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2005/002151

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 843 599 A (BUCKER ET AL) 27 June 1989 (1989-06-27) column 4, line 5 - column 5, line 66 column 9, line 6 - line 25 figures 2,3A,3B -----	1-4,8
A	US 2003/011613 A1 (BOOTH LAWRENCE A) 16 January 2003 (2003-01-16) paragraph '0013! - paragraph '0016! paragraph '0020! paragraph '0023! - paragraph '0026! paragraph '0029! figures 2-4 -----	1-4,8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2005/002151

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1450302	A	25-08-2004	WO 03038751 A1	08-05-2003
			JP 2003141518 A	16-05-2003
			US 2004263638 A1	30-12-2004
US 2004046939	A1	11-03-2004	JP 2003348501 A	05-12-2003
US 6570584	B1	27-05-2003	NONE	
US 4843599	A	27-06-1989	CA 1313911 C	23-02-1993
			EG 18562 A	30-07-1994
			GB 2210457 A	07-06-1989
US 2003011613	A1	16-01-2003	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2005/002151

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE G09G5/02 G09G1/28 G03B21/12 H04N9/12		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE		
Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) G09G		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 1 450 302 A (TELECOMMUNICATIONS ADVANCEMENT ORGANIZATION OF JAPAN; OLYMPUS CORPORAT) 25 août 2004 (2004-08-25)	1, 2, 9
Y	alinéa '0086! - alinéa '0088! alinéa '0093! alinéa '0101! figures 1-6	10-13
Y	US 2004/046939 A1 (NAKAMURA TOMOYUKI ET AL) 11 mars 2004 (2004-03-11) alinéa '0167! figure 13	10-13
A	US 6 570 584 B1 (COK RONALD S ET AL) 27 mai 2003 (2003-05-27) colonne 3, ligne 30 - colonne 4, ligne 65 figures 3,5	1, 9
	----- -/--	
☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 2 février 2006		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 08/02/2006
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Petitpierre, 0

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2005/002151

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 4 843 599 A (BUCKER ET AL) 27 juin 1989 (1989-06-27) colonne 4, ligne 5 - colonne 5, ligne 66 colonne 9, ligne 6 - ligne 25 figures 2,3A,3B	1-4,8
A	US 2003/011613 A1 (BOOTH LAWRENCE A) 16 janvier 2003 (2003-01-16) alinéa '0013! - alinéa '0016! alinéa '0020! alinéa '0023! - alinéa '0026! alinéa '0029! figures 2-4	1-4,8

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2005/002151

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1450302	A	25-08-2004	WO 03038751 A1	08-05-2003
			JP 2003141518 A	16-05-2003
			US 2004263638 A1	30-12-2004
US 2004046939	A1	11-03-2004	JP 2003348501 A	05-12-2003
US 6570584	B1	27-05-2003	AUCUN	
US 4843599	A	27-06-1989	CA 1313911 C	23-02-1993
			EG 18562 A	30-07-1994
			GB 2210457 A	07-06-1989
US 2003011613	A1	16-01-2003	AUCUN	