

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 866 443

②1 N° d'enregistrement national : 04 50254

⑤1 Int Cl⁷ : G 02 F 1/1335, G 02 B 27/18

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 12.02.04.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 19.08.05 Bulletin 05/33.

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) : THOMSON LICENSING S.A. Société
anonyme — FR.

⑦2 Inventeur(s) : THOLLOT JULIEN et SCHUBERT
ARNO.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : THOMSON.

⑤4 SYSTÈME D'ILLUMINATION SEQUENTIEL COULEUR, PROCÉDE DE RÉALISATION D'UNE ROUE COLOREE
POUR LE SYSTÈME ET DISPOSITIF DE SEGMENTS COLORES.

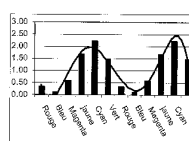
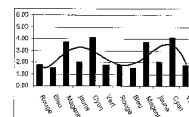
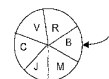
⑤7 L'invention concerne un système d'illumination sé-
quentielle d'un imageur comprenant:

- une source émettant en direction de l'imageur un fais-
ceau de lumière polychromatique dans le domaine des lon-
gueurs d'ondes comprenant au moins trois couleurs
primaires,

- une roue colorée comprenant au moins trois segments
transmissifs ou réfléchifs destinés à défiler sur le chemin op-
tique dudit faisceau de lumière pour qu'ils coupent succes-
sivement la direction de propagation dudit faisceau.

Les segments colorés sont répartis sur ladite roue dans
un ordre tel que les différences d'énergies perçues par l'or-
gane visuel d'un observateur standard (stimuli visuel), lors
des transitions inter segments, lorsque les segments défilent
sur le chemin optique du faisceau, soit les plus équiva-
lentes possible.

Applications: Appareils de projection et de rétroprojec-
tion



FR 2 866 443 - A1



L'invention concerne un système d'illumination séquentiel couleur applicable notamment dans certains
5 systèmes de projection et/ou de visualisation d'images. Elle utilise notamment un dispositif permettant le défilement de segments colorés transmissifs ou réfléchissants dans le chemin optique d'un système d'illumination, par exemple une roue comportant des segments colorés qui se
10 déplacent dans le faisceau d'éclairement d'un modulateur spatial de lumière. L'invention concerne également un procédé de réalisation desdites roues colorées.

Les systèmes de projection et/ou de visualisation d'images communément appelés projecteurs ou
15 rétroprojecteurs selon que la projection se fait sur la face avant de l'écran pour les projecteurs, ou que la projection se fait sur la face arrière pour les rétroprojecteurs, fonctionnent selon le même principe. Un système d'illumination éclaire de manière uniforme un ou
20 plusieurs imageurs comprenant un réseau de pixels, par exemple à cristaux liquides sur substrat en silicium ou LCOS « Liquid Cristal On Silicon » en langue anglaise, à micro miroirs ou DMD « Digital Micro-mirror Device/Display » en langue anglaise, ou à cristal liquide
25 transmissif HTPS « High Temperature Poly Silicon » en langue anglaise, disposés par exemple en lignes et en colonnes sur un substrat formant une matrice active, notamment en silicium. La lumière issue du système d'illumination est modulée après passage au travers du ou
30 des imageur(s) dans le cas des imageurs transmissifs ou après réflexion sur le ou les imageur(s) dans le cas des

imageurs réfléchissants, par exemple LCOS ou DMD. La lumière ainsi modulée est ensuite projetée sur un écran au travers d'un dispositif optique. Pour générer des images en couleur, on illumine le ou les imageurs avec un ou des faisceaux de lumière colorée, généralement Rouge, Verte et Bleue.

Certains systèmes de projection et/ou de visualisation d'images comprennent trois imageurs, chacun des imageurs étant illuminé par un faisceau de lumière colorée correspondant à une des trois couleurs primaires. Ces systèmes de visualisation d'images à trois imageurs sont complexes, il faut en effet recombinaison des trois faisceaux de lumière colorée qui ont traversé ou ont été réfléchis sur les imageurs pour ne recomposer qu'un seul faisceau de lumière modulée prêt à être projeté sur un écran. Outre le nombre d'imageurs utilisés, ces systèmes de visualisation d'images nécessitent l'emploi d'éléments optiques encombrants et coûteux. Il existe des systèmes de projection et/ou de visualisation d'images comprenant deux imageurs, comme par exemple le système de projection d'images décrit dans le brevet US5863125 d'IBM. Dans ce document, chaque imageur est alternativement illuminé d'un faisceau de lumière colorée, de manière à ce que l'adressage électronique des données pour écriture des pixels d'une trame ainsi que la stabilisation desdits pixels liée au temps de réponse des cristaux liquides, puissent être effectués sur l'imageur qui n'est pas illuminé. On qualifie de période de temps mort « dead-time » en langue anglaise cette période, de l'ordre de quelques millisecondes, pendant lesquelles un imageur ne peut être illuminé. Le système de projection d'images

décrit dans le document d'IBM a pour avantage de gérer ce temps mort, cependant, il demeure complexe et coûteux par la présence des deux imageurs. De plus les imageurs de type à cristal liquide LCOS « Liquid Cristal On Silicon »
5 en langue anglaise, ou à micro miroirs DMD « Digital Micro-mirror Device/Display » en langue anglaise par exemple présentent des périodes de temps mort moins importantes qu'auparavant, les imageurs de type DMD peuvent en effet opérer à des fréquences élevées
10 supérieures à quatre cent Hertz par exemple.

Depuis quelques années, les systèmes de projection d'images s'orientent vers un dispositif mono-imageur, « mono-valve » en langue anglaise, de type transmissif ou réflectif, moins encombrants et moins
15 coûteux que les systèmes de projection d'images comprenant plusieurs imageurs.

Pour générer des images en couleur, les systèmes de projection de ce type affichent séquentiellement des images de couleurs différentes sur l'écran, généralement
20 les trois couleurs primaires RVB (rouge, vert et bleu). Ces dispositifs sont nommés « Field Sequential color display » en langue anglaise. Ces systèmes de projection d'images comprennent généralement des dispositifs d'illumination pour illuminer l'unique imageur d'une
25 lumière alternativement rouge, verte et bleue par l'emploi, par exemple, de roues colorées (« Color Wheel » en langue anglaise) telles que décrites dans la demande de brevet EP 0749250. Ces roues colorées comprennent généralement un segments rouge, un segment vert, et un
30 segment bleu, R, V, B transmissifs (filtres colorés) ou réflectifs. Les données vidéo commandant l'écriture des

pixels de l'imageur sont synchronisées avec la couleur d'illumination de l'imageur afin de former une image assurant la meilleure restitution possible. Cependant les systèmes de projection et/ou de visualisation d'images à unique imageur de ce type ont certains désavantages par rapport aux systèmes à plusieurs imageurs. Par exemple, l'imageur doit opérer à des fréquences élevées, généralement trois fois la fréquence des images pour une roue colorées à trois segments de couleurs primaires, soit au moins 150 à 180Hz, et de façon générale à n fois la fréquence des images lors de l'emploi d'une roue colorée à n segments de couleurs primaires et/ou composées. De plus, étant donné qu'une seule couleur est affichée à la fois, une part importante du flux lumineux issu de la source lumineuse est perdue puisque filtrée séquentiellement.

Ainsi, pour améliorer la luminosité des images projetées, certaines roues colorées comprennent un segment blanc comme par exemple le dispositif décrit par Texas Instrument dans le brevet US5233385. Ce dispositif permet d'afficher des images plus lumineuses, au détriment de la qualité des couleurs qui seront désaturées (moins vives) en raison de la présence d'une lumière polychromatique couvrant au minimum une partie du domaine du visible et d'aspect blanche.

Un autre inconvénient majeur lié à l'affichage séquentiel d'images de couleurs différentes sur un écran est la perception par le spectateur de la décomposition ou séparation des couleurs en ces composantes primaires RVB lorsque par exemple certains objets de l'image bougent rapidement ou lors d'un brusque mouvement de la

tête, d'un clignotement d'yeux, ou toute quelconque variation spatiale soudaine de l'image rétinienne de la scène observée, et ceci quelque soient les conditions d'observation. Ce phénomène appelé "color break up" ou "Rainbow effect" en langue anglaise, se manifeste également pour des images fixes, par exemple lorsque les yeux du spectateur balayent rapidement l'écran, lorsque les yeux de l'observateur sont soumis au nystagmus ou phénomène de micro-accomodation, ou bien pour des images en mouvement rapide avec un observateur fixe. Un des moyens pour réduire ce phénomène de "color break up" est d'augmenter la fréquence d'affichage/illumination séquentielle de l'imageur. Certaines roues colorées comprennent six segments de couleurs par exemple sous la forme de deux sous-ensembles coplanaires de trois segments colorés RVB comme décrit dans le brevet américain de Texas Instrument US5448314. La vitesse de rotation de la roue colorée étant déterminée, ce procédé permet de doubler la fréquence d'illumination séquentielle couleur sur l'imageur dont la fréquence d'adressage doit également être doublée. Néanmoins le "color break up" est atténué mais reste encore bien visible puisque la fréquence image est très en dessous du seuil définissant la limite de perception du phénomène soit deux mille cinq cents Hertz d'après la largeur minimale d'un artéfact coloré correspondant à un pixel image, et selon l'acuité visuelle de l'observateur standard.

L'invention propose une solution en vue de résoudre ce problème.

L'invention concerne donc un système d'illumination séquentielle d'un imageur comprenant:

- une source émettant en direction de l'imageur un faisceau de lumière polychromatique dans le domaine
5 des longueurs d'ondes comprenant au moins trois couleurs primaires,

- Un dispositif de défilement de segments colorés comprenant au moins trois segments transmissifs ou réfléchissants, ledit dispositif de défilement permettant de
10 faire défiler lesdits segments sur le chemin optique dudit faisceau de lumière polychromatique pour qu'ils coupent successivement la direction de propagation dudit faisceau dans le cas où les segments sont transmissifs, ou pour qu'ils réfléchissent successivement ledit
15 faisceau dans le cas où les segments sont réfléchissants, lesdits segments étant de couleurs différentes et ayant chacun une teinte, une saturation, une transmissivité ou une réflectivité, et une taille adaptées pour obtenir un faisceau présentant une teinte de référence caractérisé
20 par sa température de couleur, lorsqu'ils défilent séquentiellement sur ledit chemin optique dudit faisceau.

Selon l'invention, les segments colorés sont répartis sur ledit dispositif de défilement dans un ordre tel que les différences d'énergies perçues par le système
25 visuel d'un observateur standard (stimuli visuel), lors des transitions inter segments, lorsque les segments défilent dans ladite zone de transmission, soient les moins variables possible.

Pour une roue colorée munies d'un nombre
30 déterminé de segments ayant chacun une dimension déterminée et permettant d'obtenir une température de

couleur globale déterminée, la répartition des segments sur ledit dispositif de défilement est telle que la somme desdites différences d'énergies entre segments successifs, perçue par le système visuel d'un observateur
5 standard soit la plus faible possible.

Avantageusement, un dispositif de défilement comporte plusieurs segments de même couleur de façon à répartir les différences d'énergies d'excitation sur plusieurs transitions inter segments.

10 Egalement, le dispositif de défilement peut comporter un nombre différent de segments de couleurs primaires ou recomposées de façon à répartir les différences d'énergies d'excitation sur plusieurs transitions inter segments.

15 Avantageusement, ledit dispositif de défilement de segments colorés comporte une roue colorée comprenant au moins trois segments transmissifs ou réfléchifs, ladite roue étant montée sur des moyens de rotation de manière à faire défiler lesdits segments sur le chemin
20 optique du faisceau de lumière.

L'invention concerne également un procédé de réalisation d'une roue colorée pour système d'illumination séquentiel couleur d'un imageur. Ladite roue est prévue pour comporter au moins trois segments
25 transmissifs et/ou réfléchifs de couleurs différentes et ayant chacun une teinte, une saturation, une transmissivité ou une réflectivité, et une taille adaptées pour obtenir un faisceau présentant une teinte de référence lorsqu'ils défilent séquentiellement dans
30 une zone de transmission d'un faisceau d'éclairement. Il est prévu une étape de mesure des énergies d'excitation

du système visuel induites par les différents segments, correspondant à un niveau de perception de ladite énergie transmise ou réfléchié pour chaque segment constituant la dite roue colorée en fonction de la courbe de sensibilité
5 de l'observateur standard, et une étape de répartition des segments colorés sur ladite roue colorée dans un ordre tel que les différences d'énergies d'excitation inter segments soit les moins variables possible.

Pour une roue colorées munies d'un nombre
10 déterminé de segments ayant chacun une dimension ou taille angulaire déterminée et permettant d'obtenir une température de couleur globale déterminée, la répartition des segments sur ladite roue est réalisée de telle façon que la somme desdites différences d'énergies d'excitation
15 perçues par le système visuel d'un observateur standard(stimuli visuel), lors des transitions inter segments, lorsque les segments défilent dans la zone de transmission du faisceau soit la plus faible possible.

L'invention concerne également un dispositif de
20 segments colorés comportant une pluralité de zones juxtaposées de couleurs différentes permettant de fournir, par éclairage des différentes zones, des faisceaux de couleurs différentes, caractérisé en ce que lesdites zones de couleurs différentes sont arrangées
25 dans un ordre tel que lorsqu'on les éclaire successivement selon ledit ordre, les différences d'énergies perçues par le système visuel d'un observateur standard (stimuli visuel), lors des transitions inter zones, lorsque l'éclairage passe d'une zone à la zone
30 suivante, soient les moins variables possible.

Avantageusement, lesdites zones de couleurs différentes sont arrangées dans un ordre tel que la somme desdites différences d'énergies d'excitations, perçues par le système visuel d'un observateur lors des
5 différentes transitions entre zones successives, est la plus faible possible.

Avantageusement, ce dispositif de segments colorés est une roue colorée.

10 Les différents aspects et caractéristiques de l'invention apparaîtront plus clairement dans la description qui va suivre et dans les figures annexées qui représentent :

- 15 - les figures 1a et 1b, des exemples de systèmes de visualisation auxquels s'applique l'invention,
- les figures 2a à 2d, des exemples de roues colorées pour lesquelles s'applique l'invention,
- 20 - les figures 3a à 3c, un exemple de roue colorée non optimisée,
- les figures 4a à 4c, un exemple de roue colorée optimisée selon l'invention,
- les figures 5a à 5b, 6, 7 et 8 des exemples de
25 roues colorées selon l'invention.

En se reportant à la figure 1a, on va tout d'abord décrire le principe général de fonctionnement
30 d'un système de visualisation et/ou de projection

d'images de type mono-imageur ou modulateur spatial de lumière.

Un système de projection ne comportant qu'un seul imageur est représenté schématiquement sur la figure 1.

5 Le système comporte un système d'illumination 1 comprenant notamment une source de lumière 2 qui envoie la lumière sur un dispositif d'illumination 10 chargé d'illuminer séquentiellement l'unique imageur 12 d'un faisceau de lumière colorée successivement en rouge, en
10 vert et en bleu de façon à obtenir une image couleur après ces illuminations successives.

La lumière issue du système d'illumination 1 illumine un imageur 12 qui fonctionne soit en transmission soit en réflexion. L'exemple du système de
15 la figure 1a représente un imageur fonctionnant en transmission. Cet imageur comprend un réseau de pixels dont la commande est gérée par des moyens de gestion de données vidéo. La commande des pixels est associée notamment à des moyens de synchronisation 11 pour
20 synchroniser la lumière issue du système d'illumination des pixels avec les données vidéo provenant desdits moyens de gestion des données vidéo ou inversement, pour synchroniser des données vidéo commandant les pixels de l'imageur 12 modulant la lumière incidente, en fonction
25 de la couleur d'illumination reçue.

Après transmission, ou réflexion, au niveau de l'imageur 12, la lumière ainsi modulée est projetée sur un écran 5 via un dispositif optique 4. Les dispositifs 3 et 4, ainsi que la source de lumière 2 sont connus en
30 eux-mêmes et ne seront pas plus décrits par la suite.

Le système d'illumination 10 selon l'invention comprend un dispositif permettant de faire défiler séquentiellement un nombre défini d'éléments transmissifs colorés, par exemple une roue colorée 6 appelée aussi
5 « Color Wheel » en langue anglaise. On entend par roue colorée un disque monté en son axe sur des moyens de rotation. Un tel disque comporte, comme représenté par exemple en figure 2a, des segments ou secteurs colorés 61 transmissifs ou non, généralement des filtres de couleurs
10 rouge R, verte V et bleue B, dichroïques ou non, lesquels, lors de la rotation de la roue 6, coupent successivement le faisceau de lumière polychromatique généralement de teinte blanche émis par la source lumineuse 2. Dans ce cas, le faisceau de lumière émis par
15 la source lumineuse 2 donne lieu, après transmission ou réflexion sur la roue 6, selon que les segments colorés (.6) sont transmissifs ou réfléchitifs, successivement à au moins, un faisceau de lumière de couleur rouge R, un faisceau de lumière de couleur verte V, et un faisceau de
20 lumière de couleur bleue B. La figure 2b représente une roue colorée à quatre segments ; un segment coloré rouge, un vert et un bleu (RVB) et un segment de teinte blanche W, connu de l'art antérieur.

La figure 2c présente une roue colorée à six
25 segments colorés RVBRVB également connue de l'art antérieur.

La figure 2d présente une roue colorée, à six segments BRVCMJ également connue de l'art antérieur.

Dans l'exemple de réalisation de la figure 1a, le
30 système d'illumination est placé en coupure sur le trajet du faisceau lumineux émis par la source de lumière 2. La

roue colorée fonctionne donc en transmission et les filtres de couleurs fonctionnent en transmission, le filtre de couleur rouge laissant passer la lumière appartenant au domaine des longueurs d'ondes du rouge, le
5 filtre de couleur verte laissant passer la lumière appartenant au domaine des longueurs d'ondes du vert et le filtre de couleur bleu laissant passer la lumière appartenant au domaine des longueurs d'ondes du bleu.

Cependant les filtres de la roue colorée pourraient
10 fonctionner en réflexion. Dans ce cas on aurait un agencement du système optique tel que représenté en figure 1b. La source de lumière 2 éclaire le système d'illumination 10 qui comporte principalement une roue colorée dont les segments réfléchissent sélectivement la
15 lumière rouge, la lumière verte ou la lumière bleue. Lorsque la roue colorée tourne, elle renvoie vers l'imageur 12 successivement un faisceau de lumière rouge, un faisceau de lumière verte, un faisceau de lumière bleue.

20

Dans la description qui va suivre, on va décrire un système dans lequel les segments de la roue colorée fonctionnent en transmission, mais le fonctionnement serait similaire si les segments fonctionnaient en
25 réflexion.

On considère donc tout d'abord un système d'illumination comportant une roue colorée constituée avantageusement de plusieurs segments colorés de teintes
30 différentes, lesquels, lorsque la roue est mise en rotation, coupent séquentiellement le faisceau de lumière

polychromatique émis par une source lumineuse de telle sorte que l'imageur soit séquentiellement illuminé selon une fréquence déterminée par le nombre de segments composant ladite roue colorée et sa vitesse de rotation.

5 Selon un premier exemple de réalisation représenté en figure 3a, le nombre de segments de couleurs différentes de la roue colorée peut être de six unités; soit par exemple les couleurs primaires Rouge, Vert, bleu réparties dans deux sous ensembles RVB1 et
10 RVB2 de chacun trois segments RVB.

La taille angulaire de chaque segment est déterminée par la température de couleur à atteindre pour le système ; ladite température de couleur devant être la plus similaire possible entre les sous ensembles
15 coplanaires coexistants si plusieurs sous ensembles coplanaires de segments constituent la roue colorée de manière à éviter le phénomène de papillotement. Par exemple, sur la figure 3a, les deux sous ensembles doivent posséder des segments angulaires de telle sorte
20 que la température de couleur du système RVB1 soit sensiblement égale à la température de couleur du système RVB2 et égale à la température de couleur du système total. Ceci en tenant compte des limites des courbes d'isotemperature.

25 Chaque filtre composant un segment de couleur est caractérisé par sa bande passante, sa transmission et son temps d'affichage, le temps d'affichage étant fonction de la taille angulaire sur les roues colorées et de la vitesse de rotation de la roue colorée. Ainsi, la
30 contribution à la transmission de l'énergie lumineuse de chaque filtre de couleur est spécifique. Chacune des

couleurs entrant en jeu dans la construction d'une image possède donc un niveau d'énergie transmise spécifique à chaque filtre de couleur employé, et génère une excitation du système visuel différente selon lesdites
 5 bandes passantes respectives de ces filtres, ainsi que selon la sensibilité spectrale de l'observateur standard.

Pour une roue colorée comportant deux sous-ensembles coplanaires avec des segments de couleurs rouge, verte et bleue, chaque sous-ensemble ayant la
 10 même dimension tel que la roue colorée de la figure 3a, le tableau ci-après donne pour chaque filtre des exemples de valeurs d'énergies émises par chacun d'eux et des exemples de valeurs d'énergies correspondantes perçues par le système visuel d'un observateur standard appelées
 15 également "stimuli visuel".

Couleurs	Energie Emise en Watts	Stimuli visuels S.I.	Taille des Segments en degrés
Rouge	1,5	0,3	60
Vert	2,2	1,8	60
Bleu	1,5	0,14	60
Rouge	1,5	0,3	60
Vert	2,2	1,8	60
Bleu	1,5	0,14	60

La transmissivité de chaque segment ou filtre coloré utilisé, combinée à la courbe de sensibilité $V(\lambda)$ du
 20 système visuel de l'observateur standard et au flux lumineux issu de la source, conduit à de très grandes différences dans l'énergie perçue par ledit système

visuel selon la teinte rouge, verte ou bleue qui est transmise. Comme l'illustre la figure 3c, le système visuel de l'observateur est alors soumis à un stimuli faisant état d'une impression perceptive d'une très grande discontinuité ; ce qui contribue à la perception des artéfacts colorés appelés "color break up" en langue anglaise.

Lorsqu'on observe le tableau ci-dessus, on s'aperçoit que les différences de stimuli visuels ΔS lorsqu'on passe d'un éclaircissement rouge à un éclaircissement vert est $\Delta S(R/V) = 1,5$, puis lorsqu'on passe d'un éclaircissement vert à un éclaircissement bleu $\Delta S(V/B) = 1,66$, et lorsqu'on passe d'un éclaircissement bleu à un éclaircissement rouge $\Delta S(B/R) = 0,16$. Ce tableau met donc en évidence cette discontinuité de différences d'énergie de stimuli visuels lorsqu'on passe d'un segment coloré à un autre.

Les graphiques des figures 3b et 3c illustrent aussi ces variations d'énergies. La figure 3b représente les quantités d'énergies transmises par les différents secteurs colorés de la roue colorée de la figure 3a; Le graphique de la figure 3c illustre les énergies correspondantes perçues par un œil normal (stimuli visuel). On voit sur ce graphique que les variations d'énergies perçues par l'œil sont importantes. Ces différences d'énergies sont une des causes entraînant la perception du "break-up" décrit précédemment

Pour réduire ce "color break-up", l'invention prévoit des roues colorées présentant des différences d'énergie ΔE atténuées autant que possible de façon que l'excitation de l'œil soit la plus continue possible.

Selon l'invention les segments d'une roue colorée sont répartis sur cette roue de telle façon que la somme des différences d'énergies perçues par un observateur au cours d'un tour de la roue colorée soit minimale.

5 La méthode de séparation par évaluation progressive (SEP) permet de trouver le meilleur arrangement à partir de la table générale des écarts d'énergie perçus pour l'ensemble des transitions possibles entre filtres.

10 Un exemple d'une roue colorée comportant 6 segments RVBCMJ pour une température de couleur de 7590°K est fourni par les figures 4a à 4c. Le tableau ci-dessous donne pour chaque segment de cette roue colorée, les valeurs des énergies émises, les valeurs de l'énergie
15 perçues ou « stimuli visuels » et les dimensions des segments.

Couleurs	Energie Emise en Watts	Stimuli visuels S.I.	Taille des Segments en degrés
Rouge	1,8	0,35	70
Bleu	1,5	0,14	60
Magenta	3,7	0,6	70
Jaune	2,0	1,7	40
Cyan	4,0	2,2	70
Vert	1,8	1,5	50

Les différences d'énergie inter-segments (ΔE)
20 permettent de définir l'arrangement optimal assurant une meilleure continuité du stimuli intra (« sub-frame » en langue anglaise) et inter images (« frame » en langue

anglaise). L'arrangement optimal permet de minimiser les différences d'énergie perçues (ΔS) de 20% pour une roue colorée standard RVBRVB, et jusqu'à 50% pour une roue colorée RVBCMY ; ce qui assure une réduction
5 significative de la perception du "color break-up" vérifiée expérimentalement.

Le tableau ci-dessus permet de calculer les différences de stimuli visuels lorsqu'on passe d'un segment au suivant. Pour n segments utilisés, il y a $n!$
10 transitions possibles. La constitution d'une roue demande alors n transitions, chaque couleur ne pouvant être représentée que dans deux transitions différentes.

L'emploi de couleurs composées ; le cyan, le jaune, le magenta, permet d'atténuer les différences
15 d'énergies par rapport au système des figures 3a à 3c comportant uniquement des couleurs primaires rouges, vertes et bleues. De plus, l'arrangement optimisé avec la méthode de séparation par évaluation progressive des transitions possibles, permet également de minimiser les
20 écarts inter stimuli visuels, donc de minimiser le "color break up" en langue anglaise.

Dans l'exemple de réalisation 4a à 4c, après avoir choisi les types de segments colorés utilisés, et après avoir déterminé les dimensions des segments pour
25 obtenir une température de couleur déterminée, la mesure des stimuli visuels induite par chaque segment a permis le calcul de l'arrangement des segments qui fournit une somme des transitions minimale.

30 De plus, pour diminuer les différences d'énergies entre segments ou pour les répartir, on prévoit également

de diviser un segment en deux parties ou plus compte tenu du fait que la dimension des segments doit être compatible avec la fréquence de commande de l'imageur .

5 De plus, dans le cas où la roue colorée comporte plusieurs sous ensembles de segments comme c'est le cas en figure 3a, on choisit les sous ensembles pour que leurs températures de couleurs soient sensiblement équivalentes afin d'éviter tout phénomène de
10 papillotement ou « flicker » en langue anglaise.

Les figures 5a à 5c fournissent un exemple de réalisation de l'invention comportant quatre segments colorés rouge, vert, bleu et cyan permettant d'obtenir
15 une température de couleur de 10500°K. Ces segments sont arrangés comme indiqué sur la figure 5a dans l'ordre bleu/rouge/vert/cyan.

La figure 6 fournit un exemple de réalisation de l'invention comportant cinq segments colorés rouge, vert, bleu, cyan et magenta permettant d'obtenir une
20 température de couleur de 13000°K. Ces segments sont arrangés comme indiqué sur la figure 6 dans l'ordre bleu/magenta/cyan/vert/rouge.

La figure 7 fournit un exemple de réalisation de l'invention comportant six segments colorés rouge, vert, bleu, deux segments cyan, et magenta permettant d'obtenir
25 une température de couleur de 11500°K. Ces segments sont arrangés comme indiqué sur la figure 7 dans l'ordre bleu/cyan1/ cyan2/ vert/ rouge/ magenta.

Pour réduire les phénomènes de "color break up", l'invention prévoit donc de construire des roues colorées avec des segments de couleur dont les tailles respectent:

- le blanc de référence que l'on veut atteindre
5 (La température de couleur du système d'affichage)

- le nombre maximal de segments que peut supporter l'imageur utilisé ; soit le temps minimal nécessaire pour adresser ledit imageur.

- Et de telle sorte que l'énergie perçue soit
10 moyennée ; c'est à dire qu'il y ait un écart d'énergie transmise moyen entre 2 segments successifs le plus faible possible.

Par exemple, avec une roue à 3 segments : R,G,B pour une température de couleur de 8000°K:

- 15 - l'énergie perçue pour le segment bleu (125°)
 est 0.293 SI.
- l'énergie perçue pour le segment vert (80°)
 est 2.368 SI.
- 20 - L'énergie perçue pour le segment rouge (155°)
 est 0.769 SI.

Ces énergies sont très différentes (Ecart moyen à la moyenne = 0.817 SI). C'est pourquoi, il est dans ce cas préférable d'augmenter le nombre de segments de la roue en séparant en plusieurs segments celui ou ceux qui
25 sont très supérieurs à la moyenne : c'est à dire dans le cas présent, séparer le segment vert en 2 parties de 40° et 1.18 SI chacune (voir figure 8)

On obtient alors une roue à 4 segments RVBV avec des écarts d'énergie perçue minimisés (Ecart moyen à la
30 moyenne = 0.335 SI soit un rapport supérieur à 2 par rapport à la roue RVB initiale).

Pour les roues comprenant initialement un nombre de segments supérieur à 3, il est possible de procéder de la même manière, à la différence près que l'ordre de présentation des segments (leur arrangement) n'est pas
5 déterminé au hasard mais selon la méthode décrite précédemment.

Dans ce cas, l'arrangement doit minimiser les écarts d'excitation visuelle introduite par les transitions inter-segments selon la méthode mathématique
10 de Séparation par Evaluation Progressive.

Par exemple: une roue à 6 segments : R, V, B, C, M, Y pour une température de couleur de 7590°K, utilisée avec un imageur LCOS (Frame rate de 360Hz maximum soit 6 segments de couleurs différents au maximum puisque le
15 temps d'adressage dudit imageur autorise des segments d'une taille minimale de 40° à la vitesse de rotation utilisée et que la condition de température de couleur doit être nécessairement remplie):

- L'énergie perçue pour le segment bleu (60°)
20 est 0.141 SI.
- L'énergie perçue pour le segment vert (40°)
est 1.184 SI.
- L'énergie perçue pour le segment rouge (70°)
est 0.347 SI.
- 25 - L'énergie perçue pour le segment Cyan (70°)
est 2.225 SI.
- L'énergie perçue pour le segment Magenta (70°)
est 0.6 SI.
- L'énergie perçue pour le segment Jaune (40°)
30 est 1.677 SI.

Pour une telle roue colorée, la température de couleur choisie impose une taille angulaire pour chaque segment, donc l'énergie transmise. Plus ces énergies sont différentes entre elles, plus il existe des différences de niveaux importantes entre les transitions d'une couleur à une autre ; ce qui est un facteur de la perception du "color break-up". Comme cela a été décrit précédemment, les segments vont être arrangés dans un ordre tel que la somme totale des transitions d'énergies entre segments soit minimisée. Le tableau ci-dessous présente deux roues colorées composées des mêmes segments, mais la partie droite du tableau donne un arrangement qui minimise les transitions d'énergies et donc qui réduit le "color break up" alors que la partie gauche décrit un arrangement quelconque.

Roue colorée RVBCMJ			Roue colorée RBMJCV optimisée		
Couleurs	NRJ perçues	Transitions	Couleurs	NRJperçues	Transitions
Rouge	0.347	1.1327	Rouge	0.347	0.2068
Vert	1.48	1.3395	Bleu	0.1405	0.4597
Bleu	0.1405	2.0849	Magenta	0.6002	1.00771
Cyan	2.2254	1.6252	Jaune	1.6772	0.5482
Magenta	0.6002	1.0771	Cyan	2.2254	0.7454
Jaune	1.6772	1.3299	Vert	1.48	1.1327
Total		8.5892	Total		4.1699
Moyenne		1.43154	Moyenne		0.69498

25

Dans la description qui précède, le dispositif permettant de fournir un faisceau coloré est une roue colorée. L'invention serait applicable à tout autre dispositif permettant de faire défiler des éléments colorés pour fournir des faisceaux de différentes couleurs. Par

30

exemple, un tel dispositif pourrait également être un cylindre dont la surface périphérique comporterait des éléments colorés juxtaposés.

De plus, il a été validé expérimentalement que
5 l'arrangement spécifique des filtres ou segment colorés de la roue originale RVBCMJ selon la méthode « SEP » décrite précédemment conduisait à une roue optimisée RBMJCV diminuant la perception du « Color Break up ».

REVENDICATIONS

5 1. Système d'illumination séquentielle d'un
imageur comprenant:

 - une source émettant en direction de
l'imageur un faisceau de lumière polychromatique dans le
domaine des longueurs d'ondes comprenant au moins trois
10 couleurs primaires,

 - Un dispositif de défilement de segments
colorés comprenant au moins trois segments transmissifs
ou réfléchifs, ledit dispositif de défilement permettant
de faire défiler lesdits segments sur le chemin optique
15 dudit faisceau de lumière polychromatique pour qu'ils
coupent successivement la direction de propagation dudit
faisceau dans le cas où les segments sont transmissifs,
ou pour qu'ils réfléchissent successivement ledit
faisceau dans le cas où les segments sont réfléchifs,
20 lesdits segments étant de couleurs différentes et ayant
chacun une teinte, une saturation, une transmissivité ou
une réflectivité, et une taille adaptées pour obtenir un
faisceau présentant une teinte de référence lorsqu'ils
défilent séquentiellement dans ladite zone de
25 transmission du faisceau,

caractérisé en ce que les segments colorés sont répartis
dans ledit dispositif de défilement dans un ordre tel que
les différences d'énergies perçues par le système visuel
d'un observateur standard (stimuli visuel), lors des

transitions inter segments, lorsque les segments défilent sur le chemin optique dudit faisceau, soient les moins variables possible.

5 2. Système d'illumination selon la revendication
1, caractérisé en ce que les segments colorés sont
répartis dans un ordre tel que la somme desdites
différences d'énergies perçues par le système visuel d'un
observateur lors des différentes transitions entre
10 segments successifs, est minimalisée.

3. Système d'illumination selon la revendication
2, caractérisé en ce que le dispositif de défilement
comporte plusieurs segments de même couleur de façon à
réduire les différences moyennes d'énergies d'excitation
15 en les répartissant sur plusieurs transitions inter
segments.

4. Système d'illumination selon la revendication
3, caractérisé en ce que le dispositif de défilement
comporte un nombre différent de segments de couleurs de
20 primaires ou recomposées de façon à réduire les
différences moyennes d'énergies d'excitation en les
répartissant sur plusieurs transitions inter segments.

5. Système d'illumination selon l'une quelconque
des revendications précédentes caractérisé en ce que
25 ledit dispositif de défilement de segments colorés
comporte une roue colorée comprenant au moins trois
segments transmissifs ou réfléchifs, ladite roue étant
montée sur des moyens de rotation de manière à faire
défiler lesdits segments sur ledit chemin optique dudit
30 faisceau de lumière.

6. Procédé de réalisation d'une roue colorée pour système d'illumination séquentielle couleur d'un imageur ladite roue comprenant au moins trois segments transmissifs et/ou réfléchifs, lesdits segments étant de 5 couleurs différentes ou identiques et ayant chacun une teinte, une saturation, une transmissivité ou une réflectivité, et une taille adaptées pour obtenir un faisceau présentant une teinte de référence lorsqu'ils défilent séquentiellement dans une zone de transmission 10 d'un faisceau d'éclairement, caractérisé en ce qu'il comporte une étape de mesure des énergies d'excitations induites par les différents segments dans le système visuel d'un observateur et une étape de répartition des segments colorés sur ladite roue colorée dans un ordre 15 tel que les différences d'énergies d'excitations successives du système visuel d'un observateur standard(stimuli visuel), lors des transitions inter segments, lorsque les segments défilent dans ladite zone de transmission soit la moins variable possible.
- 20 7. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que pour une roue colorées munies d'un nombre déterminé de segments ayant chacun une dimension déterminée et permettant d'obtenir une température de couleur globale déterminée, la répartition des segments 25 sur ladite roue est réalisée de telle façon que la somme desdites différences d'énergies perçues par le système visuel d'un observateur, lorsque les segments défilent dans ladite zone de transmission, est la plus faible possible.
- 30 8. Dispositif de segments colorés comportant une pluralité de zones juxtaposées de couleurs différentes

permettant de fournir, par éclairage des différentes zones, des faisceaux de couleurs différentes, caractérisé en ce que lesdites zones de couleurs différentes sont
5 arrangées dans un ordre tel que lorsqu'on les éclaire successivement selon ledit ordre, les différences d'énergies perçues par le système visuel d'un observateur standard (stimuli visuel), lors des transitions inter zones, lorsque l'éclairage passe d'une zone à la zone suivante, soient les moins variables possible.

10 9. Dispositif de segments colorés selon la revendication 8, caractérisé en ce que lesdites zones de couleurs différentes sont arrangées dans un ordre tel que la somme desdites différences d'énergies perçues par le système visuel d'un observateur lors des différentes
15 transitions entre zones successives, est la plus faible possible.

10. Dispositif de segments colorés selon l'une des revendications 8 ou 9, caractérisé en ce qu'il comporte une roue colorée.

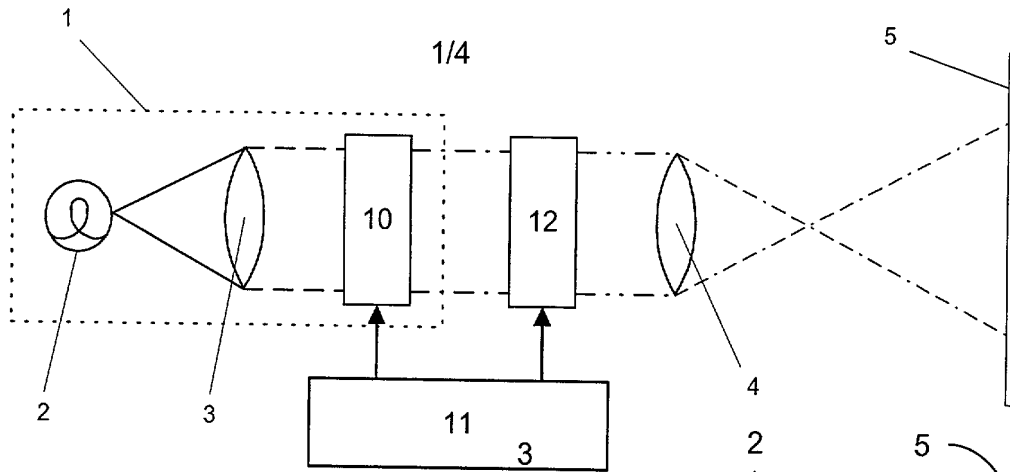


Fig. 1a

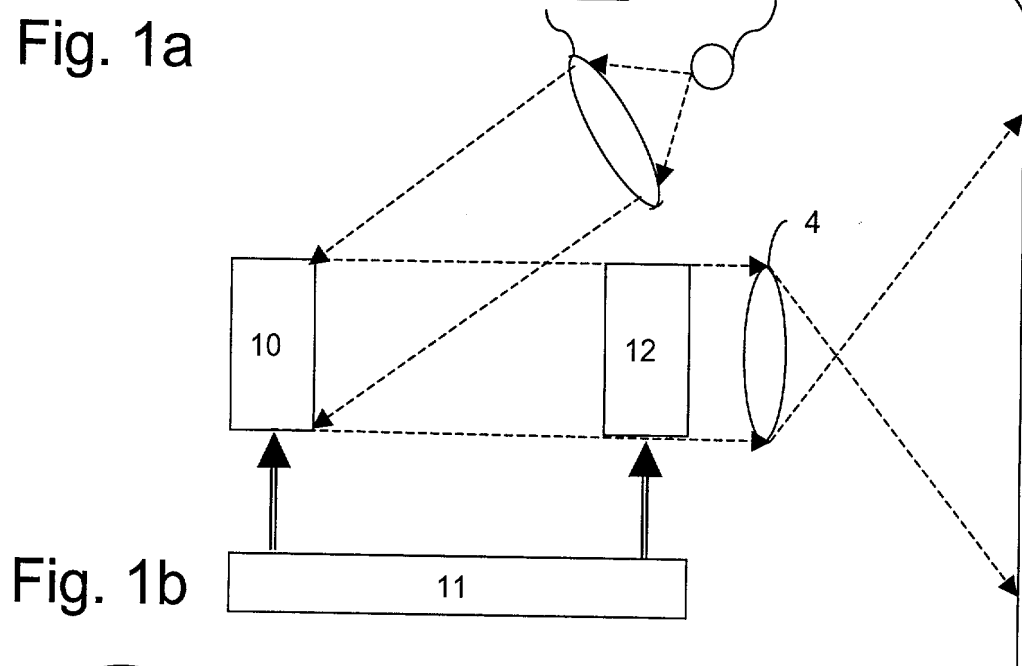


Fig. 1b

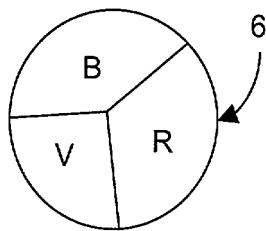


Fig. 2a

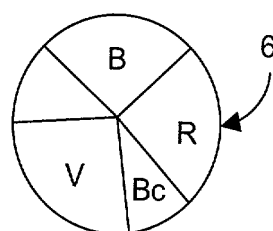


Fig. 2b

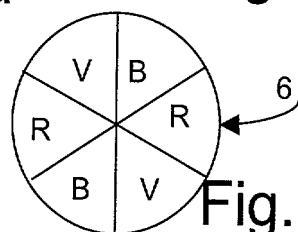


Fig. 2c

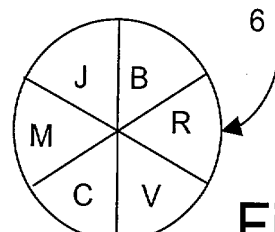


Fig. 2d

2/4

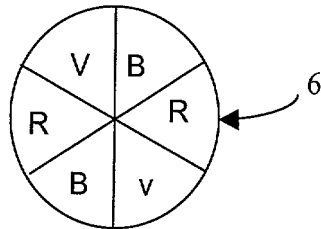


Fig. 3a

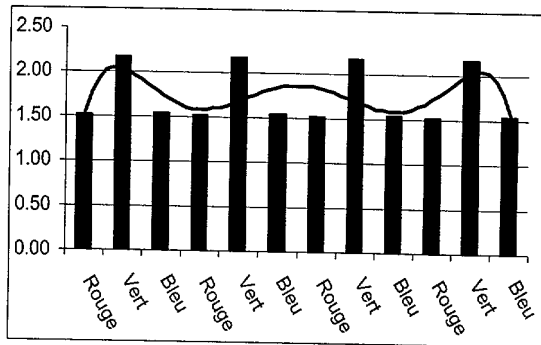


Fig. 3b

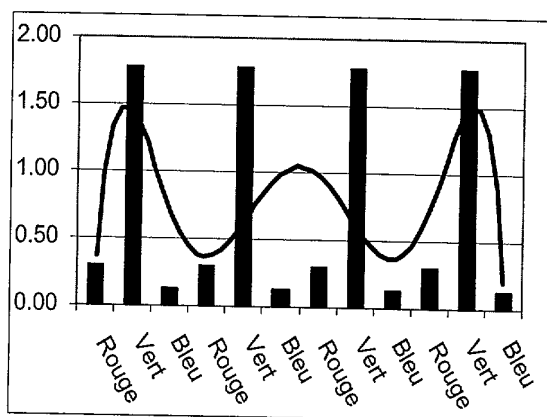


Fig. 3c

3/4

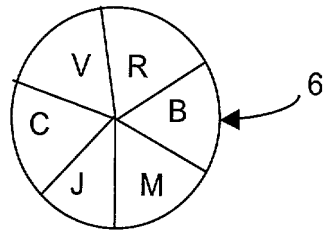


Fig. 4a

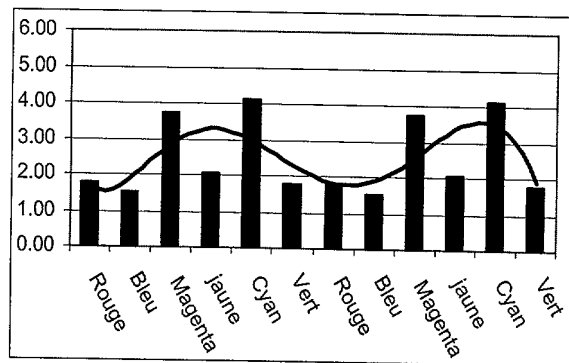


Fig. 4b

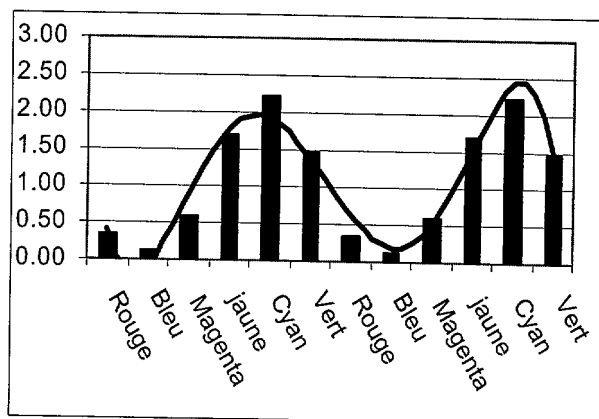


Fig. 4c

4/4

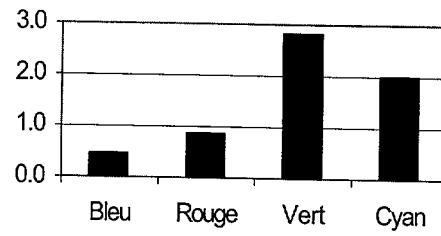
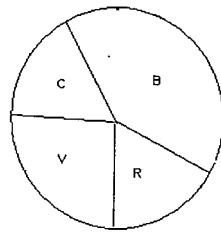
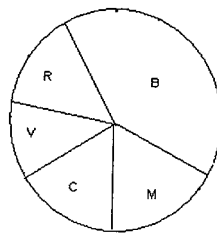


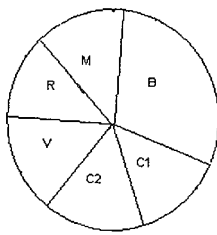
Fig. 5a

Fig. 5b



Arrangement optimum : BMCVR

Fig. 6



Arrangement optimum : BC₁C₂VRM

Fig. 7

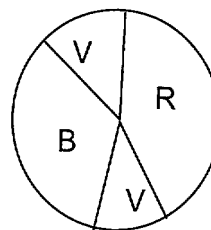


Fig. 8



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 644150
FR 0450254

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		
X	WO 02/085009 A (FUSION LIGHTING INC ; KIRKPATRICK DOUGLAS A (US); SHANKS BRUCE (US); S) 24 octobre 2002 (2002-10-24)	1,6	G02F1/133 G02B27/18
A	* alinéas [0087], [0088] * -----	2-5,7-10	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2003, no. 12, 5 décembre 2003 (2003-12-05) -& JP 2003 248462 A (FUJITSU LTD), 5 septembre 2003 (2003-09-05) * abrégé; figures 9,11 * * alinéas [0015], [0018], [0019], [0079] - [0082] * -----	1-10	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2003, no. 02, 5 février 2003 (2003-02-05) & JP 2002 318564 A (FUJITSU LTD), 31 octobre 2002 (2002-10-31) * abrégé *	1-10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
A	US 6 392 656 B1 (SOMEYA JUN ET AL) 21 mai 2002 (2002-05-21) -----		H04N
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
14 septembre 2004		Montanari, M	
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 0450254 FA 644150**

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 **14-09-2004**

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
WO 02085009 A	24-10-2002	TW 522280 B	01-03-2003
		WO 02085009 A2	24-10-2002
		US 2002149852 A1	17-10-2002
JP 2003248462 A	05-09-2003	AUCUN	
JP 2002318564 A	31-10-2002	AUCUN	
US 6392656 B1	21-05-2002	JP 11327492 A	26-11-1999