

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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
27 novembre 2003 (27.11.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 03/098339 A2**

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : **G02F 1/15**,  
C09K 9/02

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR03/01557

(22) Date de dépôt international : 22 mai 2003 (22.05.2003)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
02/06548 22 mai 2002 (22.05.2002) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **SAINT-  
GOBAIN GLASS FRANCE** [FR/FR]; 18, avenue d'Al-  
sace, F-92400 Courbevoie (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :  
**BETEILLE, Fabien** [FR/FR]; 25, rue Victor Hugo,  
F-31250 Revel (FR). **MATHEY, Grégoire** [FR/FR]; 117,  
avenue Général Leclerc, F-92340 Bourg la Reine (FR).

(74) Mandataire : **SAINT-GOBAIN RECHERCHE**; 39,  
quai Lucien Lefranc, F-93300 Aubervilliers (FR).

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

(84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE,  
LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet  
eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet  
européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,  
FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK,  
TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,  
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— sans rapport de recherche internationale, sera republiée  
dès réception de ce rapport

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

(54) Title: ELECTRICALLY-OPERATED DEVICE WITH VARIABLE OPTICAL AND/OR ENERGETIC PROPERTIES

(54) Titre : DISPOSITIF ELECTROCOMMANDABLE A PROPRIETES OPTIQUES ET/OU ENERGETIQUES VARIABLES

(57) Abstract: The invention concerns an electrically-operated device with variable transmission or reflection optical/energetic properties, comprising at least one support substrate provided with a stack of layers with electrochromic function comprising at least two active electrochromic layers, separated by an electrolyte, said stack being arranged between two electrical leads, respectively lower and upper (lower corresponding to the electrical lead closest to the support substrate, as opposed to the upper electrical lead furthest from said substrate). The invention is characterized in that the electrochromic material constituting the two active layers is identical, and said electrochromic material is selected among those whereof the colouring is not a linear function of the loads introduced.

(57) Abrégé : Dispositif électrocommandable à propriétés optiques/énergétiques de transmission ou de réflexion variable, comportant au moins un substrat porteur muni d'un empilement de couches à fonction électrochrome comprenant au moins deux couches actives électrochromes, séparées par un électrolyte, ledit empilement étant disposé entre deux amenées de courant, respectivement inférieure et supérieure (<<inférieure>> correspondant à l'amenée de courant la plus proche du substrat porteur, par opposition à l'amenée de courant <<supérieure>> qui est la plus éloignée dudit substrat), caractérisé en ce que le matériau électrochrome constituant les deux couches actives est identique, et ce matériau électrochrome est choisi parmi ceux dont la coloration n'est pas une fonction linéaire de l'insertion de charges.



WO 03/098339 A2

## **DISPOSITIF ELECTROCOMMANDABLE**

### **A PROPRIETES OPTIQUES ET/OU ENERGETIQUES VARIABLES**

5 L'invention concerne les dispositifs électrocommandables à propriétés optiques et/ou énergétiques variables. Elle s'intéresse plus particulièrement aux dispositifs utilisant des systèmes électrochromes, fonctionnant en transmission ou en réflexion.

Des exemples de systèmes électrochromes sont décrits dans les brevets  
10 US-5 239 406 et EP-612 826.

Les systèmes électrochromes ont été très étudiés. Ils comportent de façon connue généralement deux couches de matériaux électrochromes séparées par un électrolyte et encadrées par deux électrodes. Chacune des couches électrochromes, sous l'effet d'une alimentation électrique, peut insérer  
15 réversiblement des charges, la modification de leur degré d'oxydation suite à ces insertions/désinsertions conduisant à une modification dans leurs propriétés optiques et/ou thermiques (par exemple, pour l'oxyde de tungstène, un passage d'une coloration bleue à un aspect incolore).

Il est d'usage de ranger les systèmes électrochromes en trois  
20 catégories :

➤ celle où l'électrolyte est sous forme d'un polymère ou d'un gel ; par exemple un polymère à conduction protonique comme ceux décrits dans les brevets EP-253 713 ou EP-670 346, ou un polymère à conduction d'ions lithium comme ceux décrits dans les brevets EP-382 623, EP-518 754 et EP-532 408 ; les  
25 autres couches du système étant généralement de nature minérale,

- celle où l'électrolyte est une couche essentiellement minérale. On désigne souvent cette catégorie sous le terme de système « tout-solide », on pourra en trouver des exemples dans le brevet EP-867 752, EP-831 360, la demande de brevet français FR-2 791 147, la demande de brevet français FR-2 781 084,
- 5 ➤ celle où l'ensemble des couches est à base de polymères, catégorie que l'on désigne souvent sous le terme de système « tout-polymère ».

L'invention s'intéresse notamment aux systèmes électrochromes dits « tout-polymère ».

Beaucoup d'applications ont déjà été envisagées pour ces systèmes. Il

10 s'est agit, le plus généralement, de les employer comme vitrages pour le bâtiment ou comme vitrages pour véhicule, notamment en tant que toits auto, ou encore, fonctionnant alors en réflexion et non plus en transmission, en tant que rétroviseurs anti-éblouissement.

Quelle que soit la catégorie du système électrochrome, celui-ci comporte

15 généralement deux couches de matériau électrochrome séparées par une couche d'électrolyte et encadrées par deux couches conductrices, et il apparaît que les matériaux constituant les couches électrochromes sont dans tous les cas, qu'ils soient minéraux ou organiques, complémentaires et donc différents.

La présente invention vise donc à pallier ces inconvénients en proposant

20 un système électrochrome à structure simplifiée, de par le choix des matériaux (un seul matériau électrochrome) et le mode de dépôt.

L'invention a alors pour objet un dispositif électrocommandable à propriétés optiques/énergétiques de transmission ou de réflexion variables, comportant au moins un substrat porteur muni d'un empilement de couches

25 fonctionnelles comprenant au moins deux couches actives au sens

électrochrome, séparées par un électrolyte, ledit empilement étant disposé entre deux amenées de courant, respectivement inférieure et supérieure (« inférieure » correspondant à l'amenée de courant la plus proche du substrat porteur, par opposition à l'amenée « supérieure » qui est la plus éloignée dudit substrat), caractérisé en ce que le matériau électrochrome constituant les deux couches actives est identique, et ce matériau électrochrome est choisi parmi ceux dont la coloration n'est pas une fonction linéaire de l'insertion de charges.

Grâce à l'utilisation de ce matériau, il est possible d'élaborer des systèmes électrochromes symétriques. En effet les couches actives sont d'une part, réalisées dans un matériau identique et d'autre part, ces couches sont positionnées de part et d'autre de l'électrolyte. Les épaisseurs et les taux d'insertion initiaux des deux couches actives électrochromes sont calculés pour un contraste maximum.

Dans des modes de réalisation préférés de l'invention, on peut éventuellement avoir recours en outre à l'une et/ou à l'autre des dispositions suivantes :

- le matériau constituant l'électrolyte est choisi parmi les polyoxyalkylènes
- l'électrolyte contient du polyoxyéthylène,
- l'électrolyte est un film auto-supporté,
- le matériau constituant la couche active électrochrome contient un polymère conducteur,
- le matériau constituant la couche active électrochrome contient du poly (3, 4 – éthylène – dioxythiophène) ou l'un de ses dérivés,

- le matériau constituant l'électrolyte et le matériau constituant la couche active électrochrome sont polymérisés au sein d'un réseau interpénétré,
- le matériau constituant l'électrolyte et le matériau constituant la couche active électrochrome sont polymérisés au sein d'un réseau semi-interpénétré
- le réseau interpénétré ou semi-interpénétré présente un gradient de composition,
- le dispositif forme un système électrochrome ou à base de viologène,
- le dispositif constitue un toit auto pour véhicule, activables de façon autonome, ou d'une vitre latérale ou d'une lunette arrière pour véhicule,
- le dispositif constitue un pare-brise ou d'une portion de pare-brise,
- le dispositif est situé en partie haute du pare-brise, notamment sous forme d'une ou plusieurs bandes suivant le contour du pare-brise,
- le dispositif est situé en partie médiane du pare-brise, notamment pour éviter l'éblouissement du conducteur la nuit, à l'aide d'une régulation automatisée de son alimentation électrique utilisant au moins une caméra et/ou au moins un capteur de lumière,
- le dispositif constitue un panneau d'affichage d'informations graphiques et/ou alphanumériques, d'un vitrage pour le bâtiment, d'un rétroviseur, d'un hublot ou d'un pare-brise d'avion, ou d'une fenêtre de toit,
- le dispositif constitue un vitrage intérieur ou extérieur pour le bâtiment, ou est utilisé en tant que présentoir, comptoir de magasin

pouvant être bombé, ou encore est utilisé en tant que vitrage de protection d'objet du type tableau, en tant qu'écran anti-éblouissement d'ordinateur, en tant que mobilier verrier,

- le dispositif fonctionne en transmission ou en réflexion,
- 5       - le dispositif comprend au moins un substrat transparent, plan ou bombé, clair ou teinté dans la masse, de forme polygonale ou au moins partiellement courbe,
- le dispositif comporte un substrat opaque ou opacifié,
- la conductivité électronique de l'une au moins des couches actives
- 10       est suffisante pour remplacer les couches conductrices par un réseau de fils,
- les fils conducteurs viennent renforcer la conductivité des couches actives pour garantir l'homogénéité des colorations,
- le dispositif incorpore une autre fonctionnalité.

15       L'invention sera décrite plus en détail au regard des dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique d'un dispositif électrocommandable selon l'invention, réalisé selon un premier mode de réalisation,
- 20       - la figure 2 est une vue schématique d'un dispositif électrocommandable selon l'invention, réalisé selon un deuxième mode de réalisation

25       Sur les dessins annexés, certains éléments peuvent être représentés à des dimensions plus grandes ou plus petites que dans la réalité, et ce afin de faciliter la compréhension des figures.

La figure 1 représente un verre 1 muni d'une couche conductrice inférieure 2, d'un empilement actif 3, surmonté d'une couche conductrice supérieure 4, d'un premier réseau de fils conducteurs 5 ou d'un dispositif

équivalent permettant d'amener du courant électrique au-dessus de la couche conductrice supérieure, d'un second réseau de fils conducteurs 6 ou d'un dispositif équivalent permettant d'amener du courant électrique en dessous de la couche conductrice inférieure 2. Les amenées de courant sont soit des fils conducteurs si la couche active électrochrome est suffisamment conductrice, soit un réseau de fils cheminant sur ou au sein d'une couche formant électrode, cette électrode étant métallique ou du type TCO (Transparent Conductive Oxide) en ITO,  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{ZnO}:\text{Al}$ , soit une couche conductrice seule.

Les fils conducteurs 5, 6 sont des fils métalliques par exemple en tungstène (ou en cuivre), éventuellement recouvert de carbone, d'un diamètre compris entre 10 et 100  $\mu\text{m}$  et préférentiellement compris entre 20 et 50  $\mu\text{m}$ , rectilignes ou ondulés, déposés sur une feuille de PU par une technique connue dans le domaine de pare-brise chauffants à fils, par exemple décrite dans les brevets EP-785 700, EP-553 025, EP-506 521, EP-496 669.

Une de ces techniques connues consiste dans l'utilisation d'un galet de pression chauffé qui vient presser le fil à la surface de la feuille de polymère, ce galet de pression étant alimenté en fil à partir d'une bobine d'alimentation grâce à un dispositif guide-fil.

La couche conductrice inférieure 2 est un bicouche constitué d'une première couche  $\text{SiOC}$  de 50 nm surmontée d'une seconde couche en  $\text{SnO}_2:\text{F}$  de 400 nm (deux couches de préférence déposées successivement par CVD sur le verre float avant découpe).

Alternativement, il peut s'agir d'un bicouche constitué d'une première couche à base de  $\text{SiO}_2$  dopée ou non (notamment dopé avec de l'aluminium ou du bore) d'environ 20 nm surmontée d'une seconde couche d'ITO d'environ 100

à 350 nm (deux couches de préférence déposées successivement, sous vide, par pulvérisation cathodique assistée par champ magnétique et réactive en présence d'oxygène éventuellement à chaud).

La couche conductrice supérieure est une couche d'ITO de 100 à 300 nm, également déposée par pulvérisation cathodique réactive assistée par champ magnétique sur l'empilement actif ou est réalisée de manière analogue à la couche conductrice inférieure 2.

L'empilement actif 3 représenté en figure 1 se décompose de la façon suivante :

Une première partie formée d'une couche de matériau électrochrome ou autrement appelée couche active, en poly(3, 4-éthylène-dioxythiophène) de 10 à 10000 nm, de préférence de 50 à 500 nm; en variante il peut s'agir de l'un des dérivés de ce polymère, est déposée par des techniques connues de dépôt par voie liquide (pulvérisation ou « spray coating », trempage ou « dip coating », pulvérisation rotative ou « spin coating » ou par coulée), ou encore par électrodéposition, sur un substrat revêtu de sa couche conductrice inférieure ou supérieure formant l'électrode (l'anode ou la cathode) ou plus généralement l'amenée de courant. Quel que soit le polymère constituant cette couche active, ce polymère est particulièrement stable, notamment au UV, et fonctionne par insertion-désinsertion d'ions lithium ( $\text{Li}^+$ ) ou alternativement d'ions  $\text{H}^+$ .

Une seconde partie jouant le rôle d'électrolyte, et formée d'une couche d'épaisseur comprise entre 50 nm à 2000  $\mu\text{m}$ , et de préférence comprise entre 50 nm à 1000  $\mu\text{m}$ , est déposée par une technique connue de dépôt par voie liquide (pulvérisation ou « spray coating », trempage ou « dip coating », pulvérisation rotative ou « spin coating » ou par coulée), entre les première et



troisième parties sur la première partie ou encore par injection. Cette seconde partie est à base de polyoxyalkylène, notamment du polyoxyéthylène (POE) ou l'un de des dérivés.

En variante, la seconde partie jouant le rôle d'électrolyte à base de polyoxyalkylène se présente sous la forme d'un réseau de polymère, conformé en un film auto-supporté.

Au sens de la présente invention, un film est dit « auto-supporté » lorsque de par ses propriétés mécaniques, il acquiert une cohésion qui le rend manipulable et conserve sa forme et ses dimensions, ce qui le rend aisément manipulable, transportable, assemblable. Ces propriétés sont obtenues sans la présence de substrat de renfort.

En variante, il peut s'agir d'un électrolyte de type minéral, à base par exemple d'oxyde hydraté de tantale, de zirconium, ou de silicium.

Cette seconde partie d'électrolyte déposée sur la couche de matériau électrochrome active, elle-même supportée par le substrat en verre ou analogue, est alors revêtue par une troisième partie dont la constitution est analogue à la première partie, à savoir cette troisième partie se décompose en un substrat, revêtu d'une amenée de courant (fils conducteurs, fils conducteurs + couche conductrice, couche conductrice uniquement), cette amenée de courant étant elle-même recouverte par une couche active.

L'ensemble des trois parties réalise un dispositif électrocommandable à propriétés optiques et/ou énergétiques variables selon un premier mode de réalisation.

Ce dispositif électrocommandable se distingue de ceux connus de l'art antérieur notamment par le fait que les couches de matériau électrochrome ou actif sont identiques, elles sont réalisées dans un matériau identique (il peut subsister simplement des différences dans le choix des épaisseurs de ces deux

couches) et permettent d'obtenir un empilement globalement électrochrome, générant des contrastes significatifs (entre 2 et 20) .

On note cependant que les meilleurs résultats et/ou performances en termes de durabilité, de niveau de contraste sont obtenus avec des épaisseurs de couches électrochromes sensiblement égales, contrairement aux solutions connues de l'art antérieur pour lesquelles des résultats sont obtenus avec des épaisseurs de couche électrochrome très différentes (l'une des couches possède une épaisseur comprise dans un rapport d'au moins 5 par rapport à l'autre).

On donne ci-après pour deux configurations différentes d'empilement (l'épaisseur totale des couches électrochromes A et B sont différentes (A se colore)), les valeurs de contraste obtenues par rapport à une configuration avantageuse de l'invention ( $A=B$ )

Ratio (épaisseur couche A/ épaisseur couche B)	Contraste ( $T_L$ haute / $T_L$ basse)
0,18	1,5
0,4	2,1
1	2,6
2,5	2,5
5,7	1,8

Ratio (épaisseur couche A/ épaisseur couche B)	Contraste ( $T_L$ haute / $T_L$ basse)
0,33	2,2
0,57	2,8
1	3,1
1,75	2,9
3,3	2,4

L'analyse du tableau montre que pour des valeurs d'épaisseur de couches de matériau électrochrome sensiblement égales, les performances du système sont optimales (niveau de contraste atteint), et le système est meilleur

au niveau de sa réversibilité (passage d'un état coloré à un état décoloré et réciproquement non limité par la couche d'épaisseur la plus petite).

Selon un deuxième mode de réalisation de l'invention, le dispositif électrocommandable n'est plus réalisé à la suite d'un assemblage successif de  
5 couches obtenues séparément mais à partir d'un film unique auto-supporté.

Ce film auto-supporté est défini de la manière suivante : il s'agit d'un film en polymère qui incorpore à la fois les deux couches de matériau électrochrome et l'électrolyte, et présentant ses propres propriétés mécaniques (tenue, rigidité...)

10 Selon une première variante de ce film auto-supporté, il est obtenu à partir d'un système plus complexe appelé réseau interpénétré de molécules de 3, 4-éthylène-dioxythiophène (PEDT) ou de ses dérivés et de polyoxyalkylène.

Une définition d'un réseau interpénétré (ou RIPS) est la suivante : c'est une matrice d'au moins deux polymères réticulés l'un dans l'autre. C'est un  
15 alliage de polymère qui combine les propriétés des polymères qui le constituent. Ce sont des matériaux dans lesquels les tailles des domaines délimités par l'enchevêtrement des polymères réticulés est généralement de l'ordre de quelques dizaines de nanomètres.

Selon une deuxième variante de ce film auto-supporté, il est obtenu à  
20 partir d'un système simple appelé réseau semi-interpénétré ou (semi-RIPS), les molécules de 3, 4-éthylène-dioxythiophène sont polymérisées dans un réseau de polyoxyalkylène (l'électrolyte). Par exemple, le réseau de polyoxyalkylène résulte de la copolymérisation radicalaire d'un polyoxyéthylène (POE) mono fonctionnel et d'un polyoxyéthylène (POE) bifonctionnel en proportions et  
25 longueurs variables. On appelle réseau semi-interpénétré toute matrice

constituée d'au moins un réseau polymère et d'au moins un second polymère enchevêtré dans le premier réseau et ne formant pas un second réseau.

Quel que soit la variante de ce film auto-supporté et suivant ses conditions d'obtention, il est possible d'obtenir une pluralité de configurations de films allant d'un système à trois couches (hors couches électroconductrices formant les électrodes) bien distinctes (deux couches électrochrome séparées par une couche d'électrolyte) analogue dans sa constitution à celle obtenue avec le premier mode de réalisation à un système dont les interfaces sont plus ou moins diffuses, voire plus qu'une seule couche présentant des gradients de composition. Néanmoins, la conductivité électronique de l'une au moins des couches actives est suffisante pour remplacer les couches conductrices par un réseau de fils.

Ainsi, on réalise des RIPS ou des semi-RIPS dont la composition est par exemple la suivante.

POE	PC (poly carbonate)	PEDT
50 %	50 %	10 %
80 %	20 %	5 %
100 %	0 %	2 %

15

Le ratio POE/PC est exprimé en pourcentage du monomère initial. Le pourcentage de PEDT est exprimé par rapport au pourcentage de monomère de POE. La composition du réseau POE/PC est conforme à celle du mélange initial en monomère. Par contre le pourcentage de PEDT dans le réseau final est fonction du temps de polymérisation du monomère EDT. L'épaisseur du

20

RIPS ou du semi-RIPS ainsi obtenu est comprise entre 50 à 2000  $\mu\text{m}$  et de préférence comprise entre 250 à 500  $\mu\text{m}$ .

Ces deux types de réseaux présentent un certain nombre d'avantages par rapport à une technique d'assemblage traditionnel (dispositif  
5 électrocommandable selon le premier mode de réalisation) :

- un seul film est utilisable industriellement pour insérer les fonctions électrochromes dans les applications envisagées (décrites ci-après)
- la copolymérisation des deux espèces de polymères (le polymère électrochrome et le polymère de l'électrolyte) génère des couches  
10 extérieures conductrices créant de facto des électrodes (anode et cathode) sans en présenter les inconvénients (le délaminage)
- le matériau électrochrome est protégé vis-à-vis de l'extérieur augmentant de ce fait la durée de vie du dispositif électrocommandable

15 Par ailleurs, les deux verres formant les substrats du dispositif électrocommandable décrits précédemment sont en verre clair plan, standard, silico-sodo-calcique d'environ 2 mm d'épaisseur chacun.

L'invention s'applique de la même manière à des verres bombés et/ou trempés.

20 De même, au moins un des verres peut être teinté dans la masse, notamment teinté en bleu ou en vert, en gris, bronze ou brun.

Les substrats utilisés dans l'invention peuvent aussi être à base de polymère (PMMA, PC...). On note aussi que les substrats peuvent avoir des formes géométriques très variées : il peut s'agir de carrés ou de rectangles,  
25 mais aussi de tout polygone ou profil au moins partiellement courbe, défini par

des contours arrondis ou ondulés (rond, ovale, « vagues », etc...).

Par ailleurs, au moins un des deux verres (sur la face qui n'est pas munie du système électrochrome ou équivalent) peut être recouvert d'un revêtement comportant une autre fonctionnalité (cette autre fonctionnalité  
5 pouvant être par exemple un empilement anti-solaire, un empilement anti salissure ou autre). En tant qu'empilement anti-solaire, il peut s'agir d'un empilement de couches minces déposées par pulvérisation cathodique et comprenant au moins une couche d'argent. On peut ainsi avoir des combinaisons du type

- 10 -verre/système électrochrome/couches anti-solaire/verre.
- verre/système électrochrome/verre/thermoplastique/verre.
- verre/système électrochrome/thermoplastique/verre
- verre/thermoplastique/système électrochrome/thermoplastique/verre.

Le thermoplastique peut être choisi parmi le PVB, PU, EVA

15 On peut aussi déposer le revêtement anti-solaire non pas sur un des verres, mais sur une feuille de polymère souple du type PET (polyéthylènetéréphthalate).

Pour des exemples de revêtements anti-solaires, on peut se reporter aux brevets EP 826 641, EP844 219, EP 847 965, WO99/45415, EP 1 010 677.

20 Le dispositif objet de l'invention précédemment décrit peut être aussi intégré au sein d'un « substrat » tri-verre, ce dernier étant avantageusement utiliser lors de l'élaboration de vitrages conformes aux exigences de sécurité.

## REVENDICATIONS

1. Dispositif électrocommandable à propriétés optiques/énergétiques de transmission ou de réflexion variables, comportant au moins un substrat porteur muni d'un empilement de couches à fonction électrochrome comprenant au moins deux couches actives électrochromes, séparées par un électrolyte, ledit empilement étant disposé entre deux amenées de courant, respectivement inférieure et supérieure (« inférieure » correspondant à l'amenée de courant la plus proche du substrat porteur, par opposition à l'amenée de courant « supérieure » qui est la plus éloignée dudit substrat), **caractérisé en ce que** le matériau électrochrome constituant les deux couches actives est identique, et ce matériau électrochrome est choisi parmi ceux dont la coloration n'est pas une fonction linéaire de l'insertion de charges.
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le matériau constituant l'électrolyte contient du polyoxyalkylène.
3. Dispositif selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** l'électrolyte contient du polyoxyéthylène.
4. Dispositif selon l'une des revendications 2 ou 3, **caractérisé en ce que** l'électrolyte est un film auto-supporté.
5. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le matériau constituant la couche active électrochrome contient un polymère conducteur.
6. Dispositif selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le matériau constituant la couche active électrochrome contient du poly (3, 4 – éthylène – dioxithiophène) ou l'un de ses dérivés.
7. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le matériau constituant l'électrolyte et le matériau constituant la couche active électrochrome sont polymérisés au sein d'un réseau interpénétré.
8. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le matériau constituant l'électrolyte et le matériau constituant la couche active électrochrome sont polymérisés au sein d'un réseau semi-interpénétré.

9. Dispositif selon l'une des revendications 7 ou 8, **caractérisé en ce que** le réseau interpénétré ou semi-interpénétré présente un gradient de composition.

10. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** s'agit d'un système électrochrome ou à base de viologène.

11. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** s'agit d'un toit auto pour véhicule, activables de façon autonome, ou d'une vitre latérale ou d'une lunette arrière pour véhicule.

12. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce qu'il** s'agit d'un pare-brise ou d'une portion de pare-brise.

13. Dispositif selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** le dispositif est situé en partie haute du pare-brise, notamment sous forme d'une ou plusieurs bandes suivant le contour du pare-brise.

14. Dispositif selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** le dispositif est situé en partie médiane du pare-brise, notamment pour éviter l'éblouissement du conducteur la nuit, à l'aide d'une régulation automatisée de son alimentation électrique utilisant au moins une caméra et/ou au moins un capteur de lumière.

15. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 14, **caractérisé en ce qu'il** s'agit d'un panneau d'affichage d'informations graphiques et/ou alphanumériques, d'un vitrage pour le bâtiment, d'un rétroviseur, d'un hublot ou d'un pare-brise d'avion, ou d'une fenêtre de toit.

16. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce qu'il** s'agit :

- d'un vitrage intérieur ou extérieur pour le bâtiment,
- d'un présentoir, comptoir de magasin pouvant être bombé,
- d'un vitrage de protection d'objet du type tableau,
- d'un écran anti-éblouissement d'ordinateur,
- d'un mobilier verrier.

17. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** fonctionne en transmission ou en réflexion.

18. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comprend au moins un substrat transparent, plan ou bombé, clair ou



teinté dans la masse, de forme polygonale ou au moins partiellement courbe.

19. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comporte un substrat opaque ou opacifié.

20. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la conductivité électronique de l'une au moins des couches actives est suffisante pour remplacer les couches conductrices par un réseau de fils.

21. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les fils conducteurs viennent renforcer la conductivité des couches actives pour garantir l'homogénéité des colorations.

22. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** incorpore une autre fonctionnalité, cette fonctionnalité pouvant être par exemple un empilement anti-solaire, un empilement anti-salissures ou autre.

Fig 1

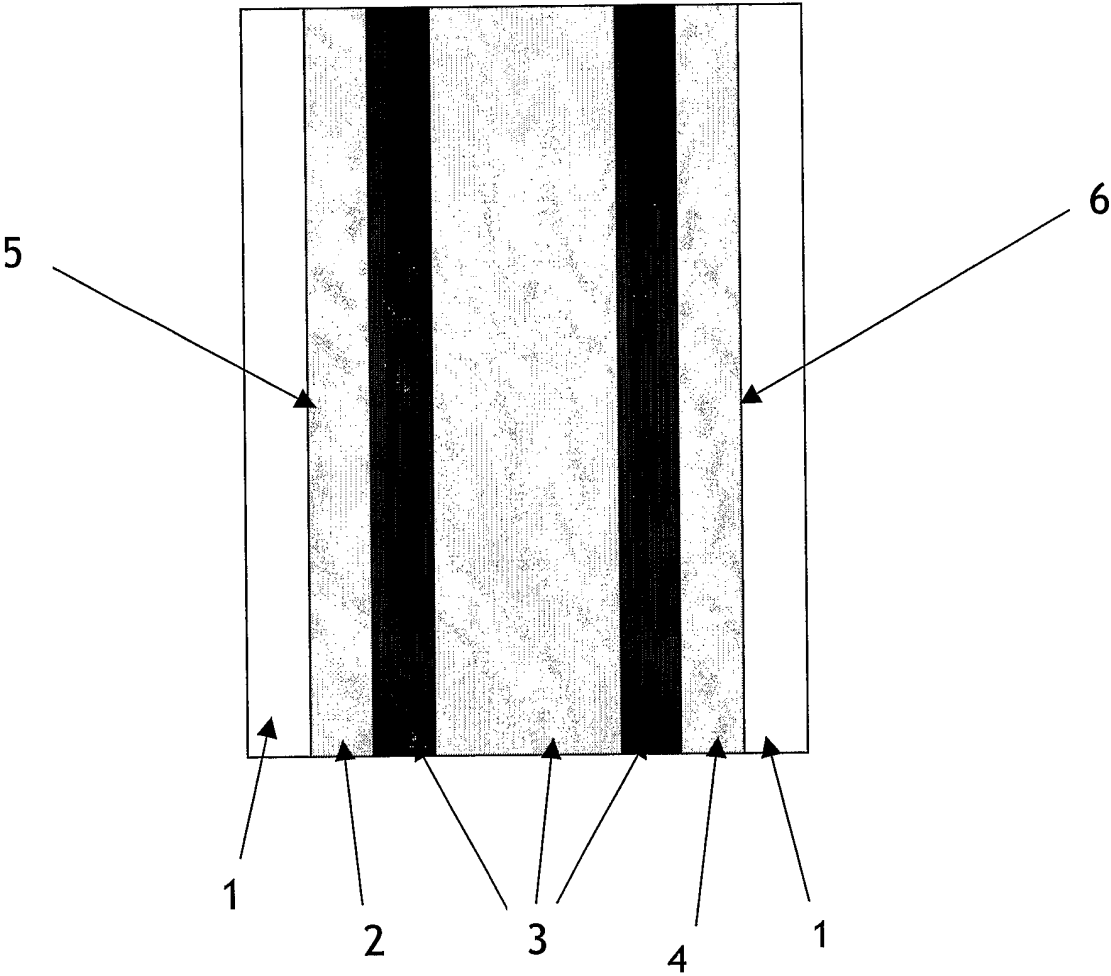


Fig 2

