

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

22 Date de dépôt : 16.12.22.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 21.06.24 Bulletin 24/25.

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 :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : VALEO VISION Société par actions
simplifiée — FR.

72 Inventeur(s) : ALVEAR CABEZON Eduardo, BED-
DAR Sid Ahmed et EL IDRISSE Hafid.

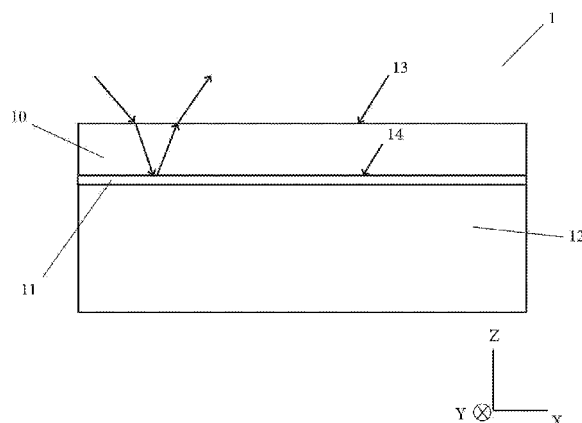
73 Titulaire(s) : VALEO VISION Société par actions sim-
plifiée.

54 Mandataire(s) extérieur avec un module d'affichage
avec une couche de matériau électrochrome.
57 L'invention concerne un équipement extérieur (20) pour

véhicule automobile, ledit équipement extérieur comprenant un module d'affichage (1). Le module d'affichage comprend au moins une couche de matériau électrochrome (10), ladite couche de matériau électrochrome étant apte à recevoir des

rayons lumineux incidents par une première surface (13) et à renvoyer des rayons lumineux parmi les rayons lumineux incidents depuis la première surface, lesdits rayons lumineux renvoyés ayant une longueur d'onde comprise dans un intervalle défini au moins par des propriétés du matériau de ladite couche et par une épaisseur de la couche de matériau électrochrome. Le module d'affichage comprend en outre un miroir métallique (11) agencé sur une deuxième surface de la couche de matériau.

FIG. 1a



Description

Titre de l'invention : Equipement extérieur avec un module d'affichage avec une couche de matériau électrochrome

- [0001] La présente invention se rapporte au domaine des équipements extérieurs pour véhicule automobile, notamment des équipements extérieurs ayant des fonctions de signalisation ou esthétiques. L'invention s'applique en particulier, mais non exclusivement, à l'affichage d'une ou plusieurs couleurs via un module d'affichage.
- [0002] Il est désormais courant de réaliser des fonctions lumineuses à l'intérieur d'un véhicule automobile, à des fins de signalisation d'informations, dans un but esthétique de personnalisation ou de création d'ambiance. Il est également désormais souhaitable de permettre des fonctions lumineuses à l'extérieur du véhicule, pour être visibles par un observateur situé à l'extérieur du véhicule, à des fins de signalisation d'informations ou dans un but esthétique.
- [0003] Il est connu d'utiliser des écrans, tels que des écrans LCD.
- [0004] Toutefois, une telle technologie est non seulement coûteuse mais également sensible aux conditions environnementales telles que la température, l'humidité ou le rayonnement UV. Elle est ainsi inappropriée pour des usages extérieurs, les équipements extérieurs d'un véhicule automobile subissant des conditions environnementales variables, avec des intempéries, et étant en outre exposés à des chocs mécaniques.
- [0005] Qui plus est, il est préférable de disposer d'un module d'affichage ou lumineux flexible et léger afin de faciliter son intégration dans toute type d'équipement. C'est notamment le cas à l'extérieur d'un véhicule automobile, dans lequel les équipements, tels que les différents éléments de la carrosserie, présentent des surfaces non planes.
- [0006] En outre, la solution précitée présente l'inconvénient d'une grande consommation d'énergie, d'autant plus importante que la surface de l'équipement dans lequel on souhaite intégrer un module d'affichage est grande.
- [0007] Enfin, le module d'affichage précité a l'inconvénient d'être difficilement lisible par temps ensoleillé, le contraste avec la lumière ambiante étant trop faible.
- [0008] Il existe donc un besoin de disposer d'un équipement extérieur pour véhicule automobile comprenant un module d'affichage léger, robuste, peu cher, consommant peu d'énergie, facile à intégrer et présentant une bonne visibilité de jour, notamment par temps ensoleillé.
- [0009] La présente invention vient améliorer la situation.
- [0010] Un premier aspect de l'invention concerne un équipement extérieur pour véhicule automobile, l'équipement comprenant un module d'affichage comprenant :

- au moins une couche de matériau électrochrome, ladite couche de matériau électrochrome étant apte à recevoir des rayons lumineux incidents par une première surface et à renvoyer des rayons lumineux parmi les rayons lumineux incidents depuis la première surface, lesdits rayons lumineux renvoyés ayant une longueur d'onde comprise dans un intervalle défini au moins par des propriétés du matériau électrochrome et par une épaisseur de la couche de matériau;
- un miroir métallique agencé sur une deuxième surface de la couche de matériau.

- [0011] L'utilisation d'un matériau électrochrome permet de former une cavité de type Fabry-Pérot, et permet ainsi d'afficher une couleur donnée sur le module d'affichage. En effet, cette cavité produit, à partir de la lumière qu'elle reçoit, des interférences de longueur d'onde déterminée. Ces interférences se traduisent par des réflexions multiples de rayons colorés se propageant à l'intérieur de la cavité. Ainsi, c'est par un phénomène d'interférences, et non d'absorption comme lorsque des pigments ou des colorants sont utilisés, que la couche de matériau produit, pour un observateur, un rendu coloré. On appelle une telle couleur "structurelle", car obtenue par interférence de rayons lumineux incidents avec le matériau électrochrome.
- [0012] Le jour, notamment lorsque la luminosité ambiante est élevée, il n'est aucunement requis de consommation énergétique pour afficher une telle couleur structurelle, la couche de matériau pouvant fonctionner de manière passive. Le module d'affichage permet donc des économies d'énergie considérables par rapport aux solutions de l'art antérieur. Qui plus est, une telle couche électrochrome est fine à une échelle sub-longueur d'onde, par exemple de l'ordre de quelques nanomètres d'épaisseur ou comprise entre 50 et 800 nm, par exemple entre 75 et 300 nm, et donc à la fois peu encombrante et légère. La fonction d'affichage étant structurellement liée à la couche de matériau électrochrome, le module d'affichage est également très robuste, notamment aux chocs mécaniques et aux variations de température. Une cavité Fabry-Pérot peut renvoyer environ entre 60% et 90 % de l'intensité lumineuse incidente, ce qui permet une bonne visibilité du module d'affichage par temps ensoleillé.
- [0013] Selon des modes de réalisation, le matériau électrochrome fait partie d'une famille des matériaux d'oxyde conducteur transparent organique (autrement appelée famille des « TCO », abrégé des termes anglo-saxons « transparent conductive oxide »), notamment un polymère conducteur transparent de type PEDOT:PSS, PEDOT:tos, PMMA, T34bT ou cellulose.
- [0014] Un tel matériau permet de réaliser une cavité Fabry-Pérot, qui est flexible et transparent.
- [0015] A titre d'exemple, le miroir métallique peut être fait à base d'aluminium (Al), de

chrome (Cr) ou d'or (Au) ou encore d'alliages d'au moins deux de ces trois métaux.

- [0016] Dans un mode de réalisation, l'équipement extérieur peut comprendre en outre un élément de contrôle apte à contrôler un stimulus électrique, telle qu'une tension électrique, appliqué au module d'affichage de manière à faire varier lesdites propriétés du matériau électrochrome (e.g. l'indice de réfraction) et/ou l'épaisseur de la couche de matériau électrochrome. A titre d'exemple, les polymères conducteurs transparents de type PEDOT:PSS, PEDOT:tos ou la cellulose sont particulièrement adaptée pour ce mode de réalisation.
- [0017] Précisément, le module d'affichage comprend une couche d'électrolyte disposée en contact avec la couche de matériau électrochrome de façon que sous une stimulation électrique, par exemple lors de l'application d'une tension électrique à la couche d'électrolyte, les ions de la couche d'électrolyte migrent dans la couche de matériau électrochrome. La quantité des ions « migrants » dépend de la valeur de la grandeur électrique appliquée. Plus les ions « migrants » sont nombreux, plus la couche de matériau électrochrome s'épaissit.
- [0018] Des réactions oxydo-réduction peuvent se produire entre la couche de matériau électrochrome et les ions « migrants » de manière à modifier l'épaisseur et/ou les propriétés de cette couche. Ainsi, la couche de matériaux électrochrome est réglable électrochimiquement.
- [0019] Il est ainsi rendu possible d'afficher une couleur avec une variation dynamique de la couleur ou de l'intensité lumineuse, en contrôlant un paramètre du stimulus électrique, notamment la tension électrique. Un tel contrôle peut être assuré en pratique par des niveaux de tension bas, inférieurs à 1V en valeur absolue pour chaque couche de matériau électrochrome, par exemple compris entre -1V et +1V, ce qui induit une faible consommation énergétique.
- [0020] En pratique, afin d'appliquer la tension électrique, la couche de matériau électrochrome peut être au moins partiellement entourée d'une solution électrolytique. Une telle solution électrolytique peut être appliquée par une méthode d'enduction par trempage, ou « dip coating » en anglais, suivie d'une réticulation par irradiation UV, ou « UV-Curing » en anglais.
- [0021] En pratique, la couche électrolyte est reliée à au moins deux électrodes, par exemple à une électrode de travail (appelée « working electrode » en anglais) et un système d'électrodes comportant une contre-électrode (appelée « counter electrode » en anglais) et une électrode de référence (appelée « reference electrode » en anglais).
- [0022] En complément, l'élément de contrôle peut être apte à recevoir des données d'un ensemble d'au moins un capteur, et l'élément de contrôle peut être apte à contrôler le stimulus électrique appliqué au module d'affichage en fonction des données de l'ensemble d'au moins un capteur.

- [0023] Ainsi, il est rendu possible d'adapter la ou les couleurs affichées à l'environnement du véhicule.
- [0024] Encore en complément, l'ensemble peut comprendre au moins un capteur de luminosité ambiante.
- [0025] Il est ainsi rendu possible de faire varier la tension appliquée au module d'affichage en fonction de la luminosité ambiante. En particulier, l'intensité lumineuse du module d'affichage peut être contrôlée en fonction de la luminosité ambiante, ce qui améliore la visibilité du module d'affichage.
- [0026] En variante ou en complément, l'ensemble peut comprendre un capteur de proximité apte à détecter un objet ou une personne dans un champ de détection.
- [0027] Il est ainsi rendu possible de faire varier la couleur sur détection d'un objet ou d'une personne à proximité du véhicule. Le module d'affichage peut ainsi signaler une information.
- [0028] Selon des modes de réalisation, le module d'affichage peut comprendre plusieurs couches de matériau électrochrome agencées les unes à côté des autres en ligne ou en matrice, et au moins deux couches de matériau électrochrome peuvent avoir des épaisseurs différentes.
- [0029] Il est ainsi rendu possible de réaliser des motifs, une gradation de couleur, voire une image entière lorsque le nombre de couches de matériau électrochrome est supérieur à quelques dizaines, voire à quelques centaines ou milliers.
- [0030] En variante ou en complément, le module d'affichage peut comprendre une couche d'électrolyte associée à chaque couche de matériau électrochrome. Dans ce cas, l'élément de contrôle peut être apte à contrôler des tensions respectivement appliquées aux couches d'électrolyte de manière à faire varier l'épaisseur et/ou les propriétés des couches de matériau électrochrome indépendamment des unes des autres, de manière à faire varier dynamiquement une image affichée par le module d'affichage.
- [0031] Il est ainsi rendu possible de faire varier un motif, une image, la couleur d'une image et/ou son intensité lumineuse. Une telle variation peut permettre de signaler une information ou de remplir une fonction esthétique.
- [0032] Selon des modes de réalisation, le module d'affichage peut avoir une épaisseur inférieure à 100 micromètres, par exemple comprise entre 40 et 60 micromètres.
- [0033] Ainsi, l'intégration du module d'affichage dans l'équipement est facilitée. L'encombrement et le poids de l'équipement sont également réduits.
- [0034] Selon des modes de réalisation, l'équipement extérieur peut être une grille de véhicule automobile, comprenant en outre une structure ajourée comprenant au moins une ouverture, ladite au moins une ouverture est agencée en regard de la première surface du module d'affichage.
- [0035] Il est ainsi rendu possible de réaliser une grille de véhicule automobile à moindre

coûts, robuste et avec une faible consommation énergétique.

[0036] En variante, l'équipement extérieur peut être un élément de carrosserie de véhicule.

[0037] Il est ainsi rendu possible de remplacer la peinture du véhicule par la couche de matériau électrochrome formant cavité Fabry-Pérot ce qui améliore sa robustesse et permet de faire varier la couleur du véhicule lorsque la tension aux bornes du module d'affichage est contrôlée.

[0038] Selon des modes de réalisation, le module d'affichage peut être compris entre une surface de l'équipement extérieur et un élément de couverture.

[0039] L'élément de couverture est transparent ou semi-transparent de manière à laisser passer les rayons lumineux renvoyés par le module d'affichage. Ainsi, le module d'affichage est protégé mécaniquement, notamment d'intempéries, ce qui améliore sa durabilité. En outre, l'élément de couverture peut protéger le module d'affichage contre les rayonnements UV.

[0040] Selon des modes de réalisation, l'équipement extérieur peut comprendre en outre un module lumineux transparent agencé en regard de la première surface du module d'affichage de manière à éclairer ladite au moins une couche de matériau électrochrome.

[0041] Il est ainsi rendu possible d'afficher la ou les couleurs structurelles du module d'affichage quelle que soit la luminosité ambiante.

[0042] En complément, l'élément de contrôle peut être apte à activer au moins une source de lumière du module lumineux lorsqu'une mesure de luminosité ambiante est inférieure à un seuil donné.

[0043] Ainsi, l'activation du module lumineux est optimisée, puisqu'il n'est allumé que lorsque la luminosité ambiante est trop faible. La consommation énergétique de l'équipement extérieur est ainsi optimisée.

[0044] En complément ou en variante, le module lumineux transparent peut comprendre:

- au moins un guide de lumière comprenant une nappe de guidage flexible transparente ou semi-transparente, la nappe de guidage flexible étant apte à recevoir des rayons lumineux par au moins une tranche d'injection de ladite nappe de guidage flexible et à renvoyer les rayons lumineux dans une direction sensiblement normale à une surface de la nappe de guidage flexible et au moins un élément d'injection de lumière apte à recevoir de la lumière et à distribuer la lumière dans la nappe de guidage flexible ;
- au moins une source de lumière apte à injecter de la lumière dans ledit au moins un élément d'injection de lumière.

[0045] Il est ainsi rendu possible d'utiliser un module lumineux flexible, robuste, léger, à faible coût, et capable d'éclairer sur une surface importante sans requérir de nombreuses sources de lumière.

- [0046] Dans l'exemple précité, la nappe de guidage peut comprendre des éléments de renvoi permettant de réfléchir des rayons lumineux vers ladite au moins une couche de matériau électrochrome afin d'éclairer celle-ci. Les éléments de renvoi peuvent être des microstructures, des prismes, ou encore des particules en suspension intégrées dans la nappe de guidage. Avantageusement, les éléments de renvoi sont disposés sur ou au plus proche de la face de la nappe de guidage qui est adjacente à ladite au moins une couche de matériau électrochrome.
- [0047] En complément, le module lumineux peut comprendre plus de deux guides de lumière placés les uns à côté des autres de manière à former une matrice de guides de lumière et la nappe de guidage flexible de chaque guide de lumière étant agencée en regard d'au moins une couche de matériau.
- [0048] Il est ainsi possible d'éclairer sélectivement plusieurs parties du module d'affichage.
- [0049] Selon des modes de réalisation, la nappe de guidage flexible de chaque guide de lumière peut avoir une épaisseur comprise entre 10 et 1000 micromètres.
- [0050] Une telle épaisseur permet une flexibilité importante de la nappe de guidage flexible, et facilite son intégration, notamment sur des supports incurvés.
- [0051] Selon des modes de réalisation, chaque guide de lumière du module lumineux peut comprendre un film en polycarbonate, PC, en polyméthacrylate de méthyle, PMMA en polyuréthane thermoplastique, TUP, ou en polytéréphtalate d'éthylène, PET.
- [0052] De tels matériaux permettent de réaliser une nappe de guidage flexible et transparente. Il est notamment rendu possible d'utiliser une procédure de fabrication rouleau à rouleau, dans lequel le film flexible est utilisé à la fois pour former le film de la nappe de guidage flexible mais également l'élément d'injection associé.
- [0053] Selon des modes de réalisation, la nappe de guidage flexible de chaque guide de lumière du module lumineux comprend un film comprenant des microstructures gravées par impression ultra-violet de manière à renvoyer la lumière injectée dans le guide de lumière selon un motif donné.
- [0054] De telles microstructures permettent de répartir la lumière émise par le module lumineux selon un motif sur chaque nappe de guidage flexible.
- [0055] En complément, pour chaque nappe de guidage flexible, une densité surfacique de microstructures peut diminuer avec la distance depuis la tranche d'injection de lumière de la nappe de guidage dans laquelle est injectée la lumière.
- [0056] Il est ainsi rendu possible de renvoyer de la lumière de manière homogène.
- [0057] Une telle épaisseur permet une flexibilité importante de la nappe de guidage flexible, et facilite son intégration, notamment sur des supports incurvés.
- [0058] Selon des modes de réalisation, chaque élément d'injection peut comprendre une pluralité de nappes d'injection, chaque nappe d'injection étant apte à recevoir de la lumière d'une extrémité du guide et à guider la lumière à une position longitudinale

donnée de l'élément d'injection, les positions longitudinales des nappes d'injection étant toutes différentes de manière à distribuer la lumière longitudinalement dans l'élément d'injection.

- [0059] Ainsi, il est permis de distribuer de manière homogène de la lumière dans la tranche d'injection de lumière de la nappe de guidage flexible, ce qui améliore la qualité de projection du motif gravé dans la nappe de guidage flexible.
- [0060] Un autre objet de l'invention concerne un véhicule automobile comprenant un équipement extérieur présenté précédemment.
- [0061] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'examen de la description détaillée ci-après, et des dessins annexés sur lesquels :
- [0062] [Fig.1a] illustre un module d'affichage d'un équipement extérieur pour véhicule selon des modes de réalisation de l'invention;
- [0063] [Fig.1b] illustre un module d'affichage d'un équipement extérieur pour véhicule selon d'autres modes de réalisation de l'invention;
- [0064] [Fig.1c] illustre un module d'affichage d'un équipement extérieur pour véhicule selon d'autres modes de réalisation de l'invention;
- [0065] [Fig.1d] illustre un module d'affichage d'un équipement extérieur pour véhicule selon d'autres modes de réalisation de l'invention;
- [0066] [Fig.1e] illustre un module d'affichage d'un équipement extérieur pour véhicule selon d'autres modes de réalisation de l'invention;
- [0067] [Fig.1f] illustre une structure d'un équipement extérieur selon des modes de réalisation de l'invention;
- [0068] [Fig.1g] illustre une structure d'un équipement extérieur selon un premier mode de réalisation de l'invention;
- [0069] [Fig.1h] illustre une structure d'un équipement extérieur selon un deuxième mode de réalisation de l'invention;
- [0070] [Fig.1i] illustre une structure d'un équipement extérieur selon un troisième mode de réalisation de l'invention;
- [0071] [Fig.1j] illustre une structure d'un équipement extérieur avec module d'affichage et module lumineux, selon des modes de réalisation de l'invention;
- [0072] [Fig.2a] illustre un guide de lumière d'un module lumineux d'un équipement extérieur pour véhicule automobile, selon un premier mode de réalisation de l'invention;
- [0073] [Fig.2b] illustre un module lumineux d'un équipement extérieur pour véhicule automobile selon un mode de réalisation de l'invention;
- [0074] [Fig.2c] illustre un guide de lumière d'un module lumineux d'un équipement extérieur pour véhicule automobile selon un mode de réalisation de l'invention;
- [0075] [Fig.2d] illustre un équipement extérieur pour véhicule automobile selon un mode de

réalisation de l'invention;

[0076] [Fig.3] illustre un module lumineux d'un équipement extérieur pour véhicule automobile, selon un deuxième mode de réalisation de l'invention;

[0077] [Fig.4] illustre un module lumineux d'un équipement extérieur pour véhicule automobile, selon un troisième mode de réalisation de l'invention;

[0078] [Fig.5] illustre un module lumineux d'un équipement extérieur pour véhicule automobile, selon un quatrième mode de réalisation de l'invention.

[0079] La description se concentre sur les caractéristiques qui démarquent l'équipement extérieur et le module lumineux de ceux connus dans l'état de l'art.

[0080] La [Fig.1a] présente une vue latérale, dans un plan X-Z, d'un module d'affichage 1 selon des modes de réalisation de l'invention.

[0081] Le module d'affichage 1 comprend une couche de matériau électrochrome 10 formant une cavité de type Fabry-Pérot. Par électrochrome, il est entendu un matériau qui change de couleur lorsqu'une tension électrique lui est appliquée pendant une durée courte. Le changement de couleur est dû au fait qu'un seul type spécifique de longueurs d'onde, par exemple les longueurs d'onde d'une valeur spécifique ou dans un spectre de couleur visible spécifique, peut sortir de la couche de matériau électrochrome en fonction de la valeur de la grandeur électrique appliquée. Ces longueurs d'onde spécifiques correspondent à une couleur dans le spectre visible et arrivent aux yeux d'un observateur. Celui-ci a donc l'impression que la couche de matériau a changé de couleur. Le matériau conserve la nouvelle couleur tant que la tension électrique lui est appliquée.

[0082] La couche de matériau électrochrome 10 comprend deux surfaces 13 et 14, sensiblement parallèles l'une à l'autre, une surface 13 étant orientée vers l'extérieur du module d'affichage 1 et une autre surface 14 étant agencée contre un miroir métallique 11. Une onde lumineuse incidente, ayant un spectre donné de longueurs d'onde, entre par la surface 13 puis interfère avec le matériau électrochrome 10. Le phénomène d'interférence conduit à ce que le matériau électrochrome 10 renvoie des rayons lumineux par la surface 13, uniquement dans une gamme de longueurs d'onde restreinte, ou plus simplement, selon une couleur donnée.

[0083] La couleur renvoyée par la couche de matériau électrochrome 10 est conditionnée à la fois par l'épaisseur de la cavité mais également par les propriétés intrinsèques du matériau électrochrome, sa permittivité notamment, ainsi que par le miroir métallique 11 utilisé. Le miroir métallique 11 peut par exemple être en chrome, aluminium ou en or.

[0084] Les couches 10 et 11 peuvent être rapportées sur un substrat 12. Aucune restriction n'est attachée au matériau du substrat. De manière préférentielle, les couches 10, 11 et 12 sont suffisamment fines pour que le module d'affichage 1 soit flexible. Le module

d'affichage 1 peut notamment avoir une épaisseur de l'ordre de 50 micromètres, par exemple comprise entre 10 et 100 micromètres. La couche de matériau électrochrome 10 peut avoir quant à elle une épaisseur variant de quelques nanomètres à une valeur comprise entre 75 et 300 nm.

[0085] Le matériau 10 est de préférence un polymère, tel qu'un polymère de type PEDOT, ou poly(3,4-éthylènedioxythiophène), ou PEDOT:Tosylate. Bien entendu, d'autres matériaux peuvent être utilisés tant qu'ils présentent les propriétés adaptées à une application automobile telles qu'une conductivité ionique élevée, un aspect physique transparent, c'est-à-dire d'une couleur donnée définie par l'épaisseur de la couche, ou incolore, c'est-à-dire noire, dans un état de repos, flexible, les propriétés électro-optiques pour former une cavité Fabry-Perot dans un état excité. En outre, le matériau peut être emballé comme une cellule solide.

[0086] Le matériau électrochrome peut être un oxyde conducteur transparent, ou TCO pour « Transparent Conductive Oxide » en anglais. En particulier, parmi les matériaux électrochrome organiques, le matériau électrochrome peut être un polymère conducteur transparent de type PEDOT:PSS, PEDOT:tos, PMMA, T34bT ou du polycarbonate.

PEDOT:PSS désigne le poly(3,4 éthylènedioxythiophène) : poly(styrène-sulfonate) de sodium ;

PEDOT:Tos désigne le poly(3,4 éthylènedioxythiophène) :Tosylate ;

PMMA désigne le PolyMéthyle MéthAcrylate ;

T34bT désigne le 2-alkylthieno[3,4-b] thiophène.

Un tel module d'affichage permet avantageusement d'afficher une couleur sur la surface 13 de manière passive, sans la nécessité d'une source lumière, seule une lumière incidente étant requise. La lumière incidente peut par exemple être une lumière ambiante, telle que la lumière du soleil ou d'une source lumineuse extérieure au module d'affichage 1. Selon la source de lumière externe, un tel module d'affichage est apte à renvoyer environ entre 60% et 90 % de l'intensité lumineuse incidente, de manière passive. Par exemple, la source lumineuse produisant la lumière incidente, lorsqu'elle est une diode électroluminescente blanche, a un flux de 400 lumen, le matériau électrochrome renvoie un flux lumineux entre 240 lumen et 360 lumen.

[0087] L'épaisseur de la couche de matériau électrochrome 10 a une influence sur la couleur perçue par un observateur. Par exemple, une couche de PEDOT d'épaisseur e_1 égale à 220 nm, lorsqu'elle reçoit une lumière de spectre lumineux $S(\lambda)$ à large bande, produit par réflexion une couleur rouge de longueur d'onde λ_1 . Une couche de PEDOT, lorsqu'elle reçoit une lumière de spectre lumineux $S(\lambda)$ à large bande, d'épaisseur e_2 égale à 170 nm, produit par réflexion une couleur verte de longueur d'onde λ_2 . Une couche de PEDOT d'épaisseur e_3 égale à 130 nm, lorsqu'elle reçoit une lumière de spectre lumineux $S(\lambda)$ à large bande, produit par réflexion une couleur bleue longue

d'onde λ_3 .

- [0088] Aucune restriction n'est par ailleurs attachée au substrat 12, qui peut être en silicium, en PolyCarbonate PC, ou en PolyMéthyle MéthAcrylate, PMMA.
- [0089] On dit que la couleur ainsi émise par la couche de matériau 10 est une couleur structurelle.
- [0090] Davantage de détails sur un tel module d'affichage 1, ainsi que sur la manière de choisir une couleur à partir du traitement UV qui est appliqué au matériau électrochrome 10, de l'intensité du traitement et de sa durée notamment, en fonction du matériau électrochrome et en fonction de la couche métallique 11, sont détaillés dans l'article "*Tunable Structural Color Images by UV-Patterned Conducting Polymer Nanofilms on Metal Surfaces*", de Shangzi Chen et Al, Advanced Materials, 2021, 33, 2102451, publié par Wiley-VCH GmbH.
- [0091] La [Fig.1b] illustre un module d'affichage 1 selon des modes de réalisation de l'invention. Le module d'affichage 1, en plus des éléments présentés en référence à la [Fig.1a], peut comprendre un élément de contrôle 15 apte à contrôler un paramètre d'un stimulus électrique appliqué au module d'affichage 1, notamment une tension électrique appliquée au module d'affichage 1. Une telle tension électrique peut notamment être appliquée via deux électrodes placées dans une couche de contre-électrode d'oxyde de nickel et dans une solution électrolytique faisant partie du module d'affichage 1, et non représentées sur la [Fig.1b]. Ainsi, une électrode inférieure est placée entre le miroir métallique 11 et le substrat 12, tandis qu'une électrode supérieure est au-dessus de la contre électrode, et la solution électrolytique est comprise entre la contre électrode et la couche de matériau 10. L'article précité détaille notamment comment une telle solution électrolytique peut être agencée relativement au matériau électrochrome 10. Elle peut être similaire à une encapsulation d'un film PDLC, pour "*Polymer Dispersed Liquid Crystals*" en anglais. En variante, l'encapsulation peut être réalisée par enduction par trempage, ou "*dip-coating*" en anglais, suivie d'une réticulation par irradiation UV. Aucune restriction n'est attachée à la composition ni au dosage de la solution électrolytique. Il peut par exemple s'agir d'une solution à 0,1M de sodium dodecylbenzeneulfonate NaDBS dans de l'eau.
- [0092] L'application d'une tension au module d'affichage 1 permet à la fois de modifier l'épaisseur de la couche de matériau électrochrome 10, mais également de l'oxyder ou de le réduire, et de changer ainsi les propriétés nano-optiques des couches de matériau 10. Le contrôle de la tension électrique appliquée permet ainsi de faire varier la couleur structurelle renvoyée par le matériau électrochrome 10 via sa surface 13, mais également de faire varier l'intensité lumineuse de la lumière renvoyée.
- [0093] Il est ainsi rendu possible d'appliquer une tension électrique en fonction de l'intensité lumineuse ambiante, afin de maintenir par exemple une intensité lumineuse du

matériau électrochrome 10 qui soit stable. A cet effet, l'élément de contrôle 15 peut être apte à recevoir des mesures d'au moins un capteur 16. Le capteur 16 peut par exemple être apte à acquérir des mesures d'intensité lumineuse ambiante. L'élément de contrôle peut alors piloter la tension électrique à appliquer en fonction de l'intensité lumineuse ambiante.

- [0094] En complément ou en variante, l'ensemble de capteurs 16 peut comprendre un capteur de proximité apte à déterminer un objet ou une personne à proximité du capteur 16, c'est-à-dire dans un périmètre donné autour du capteur 16. En fonction d'une information de détection d'un objet ou d'une personne, l'élément de contrôle 15 peut faire varier l'intensité lumineuse et/ou la couleur émise par la couche de matériau électrochrome 10, par contrôle de la tension qui lui est appliquée.
- [0095] L'élément de contrôle 15 peut faire varier la tension appliquée entre - 1V et 1V par exemple.
- [0096] La [Fig.1c] présente un module d'affichage 1 selon d'autres modes de réalisation de l'invention. Comparativement au module d'affichage 1 présenté sur la [Fig.1b], le module d'affichage 1 de la [Fig.1c] peut comprendre au moins deux couches de matériau électrochrome 10.1 et 10.2, agencés sur le même miroir métallique 11 et le même substrat 12, l'une à côté de l'autre, formant ainsi au moins deux pixels du module d'affichage 1.
- [0097] En variante, un miroir métallique dédié à chaque couche de matériau électrochrome 10.1 et 10.2 peut être prévu, avec un unique substrat 12.
- [0098] Encore en variante, un miroir métallique 11 et un substrat 12 dédiés sont prévus pour chaque couche de matériau électrochrome 10.1 et 10.2.
- [0099] Les couches de matériau 10.1 et 10.2 peuvent avoir subi le même traitement UV ou peuvent avoir subi des traitements UV différents. Ainsi, les couches de matériau électrochrome 10.1 et 10.2 peuvent être aptes à renvoyer la lumière selon une même couleur, ou selon des couleurs distinctes. En particulier, les couches de matériaux 10.1 et 10.2 peuvent avoir des épaisseurs distinctes, au repos, lorsqu'aucune tension ne leur est appliquée.
- [0100] Aucune restriction n'est attachée au nombre de couches de matériau ni à leurs agencements respectifs. Sur la [Fig.1c], deux couches de matériau électrochrome 10 sont réparties à des positions distinctes selon l'axe X. En variante, elles peuvent être réparties à des positions distinctes selon l'axe Y. Le module d'affichage 1 peut comprendre plus de trois couches placées les unes à côté des autres en ligne, selon l'axe X ou Y, ou en matrice selon les axes X et Y.
- [0101] Il est ainsi rendu possible de réaliser une image en couleur, chaque couche de matériau électrochrome 10 formant un pixel de l'image.
- [0102] En variante, un pixel est constitué de plusieurs couches de matériau électrochrome 10

agencés en matrice, chaque couche de matériau électrochrome 10 ayant une forme carrée dans le plan X-Y. Le pixel peut alors avoir une dimension de l'ordre du millimètre, par exemple compris entre 1mm^2 et 10mm^2 . Il peut s'agir d'un carré de 1mm sur 1mm, ou de 3mm sur 3mm par exemple. Un pixel peut comprendre ainsi plusieurs centaines de couches de matériau électrochrome 10 placées les unes à côté des autres. Chaque pixel comprend des couches de matériau électrochrome qui sont ainsi pilotés ensemble, c'est-à-dire que des tensions identiques leur sont appliquées, de manière à ce que l'ensemble du pixel ait la même couleur. Les tensions peuvent être pilotées par l'élément de contrôle 15.

[0103] La résolution de l'image est donc proportionnelle au nombre de pixels ainsi formés.

[0104] La couleur et l'intensité lumineuse de l'image peuvent être contrôlées par l'élément de contrôle 15, apte à piloter individuellement la tension électrique appliquée à chaque couche d'électrolyte, ou couche de solution électrolytique, associée à chaque couche de matériau électrochrome 10. Un élément de contrôle 15 peut être prévu pour chaque couche de matériau électrochrome 10, ou pour un ensemble de couches de matériau électrochrome 10 formant un pixel.

[0105] A noter que l'élément de contrôle 15 est optionnel, et que le module d'affichage 1 peut être apte à passivement renvoyer de la lumière selon un motif défini par les couleurs respectives des au moins deux couches de matériau électrochrome 10.1 et 10.2.

[0106] L'élément de contrôle 15 peut ainsi:

- faire varier l'intensité lumineuse et/ou la couleur d'une image prédéfinie par les couleurs respectives et l'agencement respectif des couches de matériau électrochrome 10; et/ou
- contrôler différemment les couches de matériau électrochrome de manière à faire varier dynamiquement le motif affiché ou l'image affichée.

[0107] La [Fig.1d] illustre un module d'affichage 1 selon d'autres modes de réalisation de l'invention.

[0108] Dans ces modes de réalisation, trois couches de matériau électrochrome 10.11, 10.12 et 10.13 sont placées les unes à côté des autres dans le dispositif d'affichage 1, formant un triplet de couches de matériau électrochrome.

[0109] L'une des couches de matériau électrochrome 10 peut avoir des propriétés intrinsèques et une épaisseur telle qu'elle est apte à renvoyer de la lumière bleue lorsqu'une première tension lui est appliquée par l'élément de contrôle 15. Par exemple, il s'agit de la première couche de matériau électrochrome 10.11. La première tension peut être égale à 0,3V.

[0110] Une autre couche de matériau électrochrome 10 peut avoir des propriétés intrinsèques et une épaisseur telle qu'elle est apte à renvoyer de la lumière verte

lorsqu'une deuxième tension lui est appliquée par l'élément de contrôle 15. Par exemple, il s'agit de la deuxième couche de matériau électrochrome 10.12. La deuxième tension peut être égale à 0,6V.

- [0111] Une autre couche de matériau électrochrome 10 peut avoir des propriétés intrinsèques et une épaisseur telle qu'elle est apte à renvoyer de la lumière rouge lorsqu'une troisième tension lui est appliquée par l'élément de contrôle 15. Par exemple, il s'agit de la troisième couche de matériau électrochrome 10.13. La troisième tension peut être égale à 0,9V.
- [0112] De manière avantageuse, les trois couches de matériau électrochrome 10.21, 10.22 et 10.23 peuvent être telles qu'elles ne renvoient aucune longueur d'onde dans le spectre visible lorsqu'aucune tension ne leur est appliquée.
- [0113] La largeur, ou dimension selon l'axe X, de chacune des couches de matériau électrochrome 10.11, 10.12 et 10.13, est suffisamment petite pour être en deçà de la résolution de l'œil humain. Ainsi, un observateur ne peut séparer la lumière qui en est issue et les rayons issus des trois couches de matériau électrochrome 10.11, 10.12 et 10.13 se combinent pour former un faisceau lumineux blanc. Par exemple, la dimension d'une couche selon l'axe X peut être inférieure à 20 micromètres, par exemple inférieure à 10 micromètres.
- [0114] Le module d'affichage 1 apparaît ainsi blanc.
- [0115] Il est ainsi rendu possible d'afficher alternativement une surface blanche ou une surface noire par contrôle de la tension appliquée par l'élément de contrôle 15. Le pilotage de l'affichage d'une surface blanche ou noire peut dépendre de données de capteur reçues de l'ensemble d'au moins un capteur 16, comme précédemment expliqué pour les autres modes de réalisation.
- [0116] La [Fig.1e] illustre un module d'affichage 1 selon d'autres modes de réalisation de l'invention.
- [0117] Dans ces modes de réalisation, le module d'affichage 1 comprend plusieurs triplets de couches de matériau électrochrome 10 présentés en référence à la [Fig.1d]. Chaque triplet de couches de matériau électrochrome peut être similaire au triplet de couches de matériau électrochrome 10.11 à 10.13 de la [Fig.1d].
- [0118] Le module d'affichage 1 comprend ainsi au moins deux triplets couches de matériau électrochrome 10 placés l'un à côté de l'autre. Dans l'exemple de la [Fig.1e], le module d'affichage 1 comprend trois triplets de couches de matériau électrochrome 10 placés en ligne à des positions distinctes selon l'axe X, à savoir:
 - un premier triplet de couches de matériau électrochrome 10.11, 10.12 et 10.13;
 - un deuxième triplet de couches de matériau électrochrome 10.21, 10.22 et 10.23; et

- un troisième triplet de couches de matériau électrochrome 10.31, 10.32 et 10.33.
- [0119] Les triplets de couches de matériau électrochrome peuvent être agencés sur un même miroir métallique 11 ou sur des miroirs métalliques respectifs 11. De même, les triplets de couches de matériau électrochrome 10 sur des miroirs métalliques respectifs 11 peuvent être agencés sur un même substrat 12 ou sur des substrats respectifs 12.
- [0120] Il est ainsi rendu avantageusement possible d'afficher de la lumière blanche à plusieurs positions en X du module d'affichage 1. En variante, les triplets de couches de matériau électrochrome sont répartis à plusieurs positions en Y. Encore en variante, les triplets de couches de matériau électrochrome sont répartis en matrice de manière à former une image pixélisée, chaque triplet de couches de matériau électrochrome correspondant à un pixel de l'image pixélisée. En variante, un pixel est constitué de plusieurs triplets de couches de matériau électrochrome agencés en matrice, chaque triplet ayant une forme carrée dans le plan X-Y. Le pixel peut alors avoir une dimension de l'ordre du millimètre, par exemple compris entre 1mm² et 10mm². Il peut s'agir d'un carré de 1mm sur 1mm, ou de 3mm sur 3mm par exemple. Un pixel peut comprendre ainsi plusieurs centaines de triplets de couches de matériau électrochrome 10. Chaque pixel comprend des triplets de couches de matériau électrochrome qui sont ainsi pilotés ensemble, c'est à dire que des tensions électriques identiques sont appliquées à toutes les premières couches de matériau électrochrome 10.11, 10.12 et 10.13, des tensions électriques identiques sont appliquées à toutes les deuxièmes couches de matériau électrochrome 10.21, 10.22 et 10.23 et des tensions électriques identiques sont appliquées à toutes les troisièmes couches de matériau électrochrome 10.31, 10.32 et 10.33, de manière à ce que l'ensemble d'un pixel soit noir ou blanc. Les tensions peuvent être pilotées par l'élément de contrôle 15, comme pour les modes de réalisation de la [Fig.1d]. Ici, par l'application de la tension électrique à la couche de matériau électrochrome, on entend l'application de la tension électrique à la couche de solution d'électrolyte associée à ladite couche de matériau électrochrome.
- [0121] Avantageusement, lorsque les triplets de couches de matériau électrochrome forment une matrice, le contrôle des tensions appliquées aux couches de matériau électrochrome 10 permet d'afficher un pixel blanc ou noir au niveau de chaque pixel. Lorsque les première, deuxième et troisièmes tensions sont appliquées aux couches de matériau électrochrome des triplets formant un pixel, le pixel est blanc. Lorsqu'aucune tension n'est appliquée, le pixel est noir.
- [0122] Il est ainsi rendu avantageusement possible de réaliser un écran noir et blanc à partir du module d'affichage 1, avec une variation dynamique du motif affiché. Par exemple, le motif affiché peut varier dynamiquement en fonction de données de capteurs issues de l'ensemble d'au moins un capteur 16. Par exemple, un premier motif donné peut

être affiché lorsqu'un objet ou une personne est détectée dans les environs du capteur 16, et un deuxième motif donné peut être affiché lorsqu'aucun objet n'est détecté dans les environs du capteur 16.

- [0123] La dimension du module d'affichage selon la direction X ou selon la direction Y peut être de quelques centimètres. Par exemple, au moins l'une des dimensions peut être comprise entre 5 et 25 centimètres. Le module d'affichage peut par exemple être de forme carrée ou rectangulaire. Le module d'affichage peut avoir des dimensions de 15cm sur 15 cm par exemple.
- [0124] Il en va de même pour le module d'affichage selon les figures 1a, 1b et 1c qui peuvent avoir les dimensions décrites ci-avant.
- [0125] La [Fig.1f] présente un équipement extérieur 20 d'un véhicule automobile selon des modes de réalisation de l'invention.
- [0126] L'équipement extérieur 20 comprend au moins un module d'affichage 1, selon l'un des modes de réalisation précédemment présentés. On comprendra ainsi que le module d'affichage 1 peut être celui décrit en référence à la [Fig.1a], 1b, 1c, 1d ou 1e. Ainsi, l'équipement extérieur 20 comprend optionnellement un élément de contrôle 15 tel que précédemment décrit et un ensemble d'au moins un capteur 16 tel que précédemment décrit. En variante, l'ensemble d'au moins un capteur 16 peut être externe à l'équipement extérieur 20.
- [0127] L'équipement extérieur 20 peut comprendre une surface 22 sur laquelle est montée le module d'affichage 1. La surface 22 n'est pas nécessairement plane et droite. Elle peut être courbée. En variante, l'équipement extérieur 20 ne comprend pas de surface 22, mais une structure autre qu'une surface sur laquelle est monté le module d'affichage 1.
- [0128] Aucune restriction n'est attachée à la manière dont le module d'affichage 1 est monté ou fixé sur la surface 22 ou sur la structure de l'équipement extérieur 20.
- [0129] L'équipement extérieur 20 peut en outre comprendre un élément de couverture 21 disposé sur le module d'affichage 1, qui est ainsi compris entre l'élément de couverture 21 et la surface 22. L'élément de couverture 21 peut par exemple être un film de protection ayant les mêmes dimensions que le module d'affichage 1. En variante, l'élément de couverture 21 peut avoir au moins une dimension supérieure à celle du module d'affichage 1, de manière à le recouvrir et à le maintenir contre la surface 22.
- [0130] L'élément de couverture 21 peut assurer une protection mécanique du module d'affichage 1. Il peut en outre assurer une fonction de protection UV.
- [0131] Aucune restriction n'est attachée à l'équipement extérieur 20 de véhicule automobile, qui peut être un élément de carrosserie, par exemple un élément de carrosserie latéral, une grille avant ou arrière du véhicule, un élément de portière ou tout autre équipement ayant une surface orientée vers l'extérieur du véhicule.
- [0132] Une telle grille 20 peut être placée à l'arrière ou à l'avant d'un véhicule notamment.

- [0133] La [Fig.1g] présente un équipement extérieur 20 d'un véhicule automobile selon un premier mode de réalisation.
- [0134] Dans le premier mode de réalisation, l'équipement extérieur 20 est une grille extérieure de véhicule automobile et l'élément de couverture 21 est une structure ajourée comportant des ouvertures 25.
- [0135] L'élément d'affichage 1 peut être selon les modes de réalisation des figures 1a ou 1b avec une unique couche de matériau électrochrome sur l'ensemble de la surface de la grille 21. Les ouvertures 25 ne laissent passer la lumière qu'à des endroits prédéfinis. En variante, l'élément d'affichage 1 comprend plusieurs couches de matériau électrochrome réparties dans le plan de la surface 22 au niveau des ouvertures 25.
- [0136] La [Fig.1h] présente un équipement extérieur 20 d'un véhicule automobile 30 selon un deuxième mode de réalisation de l'invention.
- [0137] Dans le deuxième mode de réalisation, l'équipement extérieur 20 peut être un élément de carrosserie, tel qu'un élément de carrosserie latéral du véhicule 30. Dans ce cas, l'élément de carrosserie 20 peut avoir la couleur définie par la couche de matériau électrochrome 10, et par la tension appliquée lorsque le module d'affichage 1 comprend l'élément de contrôle 15, selon les modes de réalisation des figures 1a et 1b. En variante, l'élément de carrosserie 20 peut avoir plusieurs couleurs, voire un motif coloré ou noir et blanc, lorsqu'il comprend le module d'affichage 1 selon les modes de réalisation des figures 1c et 1e.
- [0138] La [Fig.1i] illustre un équipement extérieur 20 d'un véhicule automobile selon un troisième mode de réalisation.
- [0139] Selon ce troisième mode de réalisation, l'équipement extérieur 20 comprend un module d'affichage 1 selon les modes de réalisation des figures 1c ou 1e, aptes à afficher un motif 26 par répartition spatiale de plusieurs couches de matériau électrochrome 10, ou de plusieurs triplets de couches de matériau 10, ou par contrôle des couches de matériau électrochrome d'une matrice s'étendant en deux dimensions.
- [0140] Il est ainsi rendu possible d'afficher un motif 26 ayant une fonction esthétique ou une fonction de signalisation. Le motif peut être fixe, ou peut être contrôlable de manière dynamique lorsque l'équipement comprend l'élément de contrôle 15.
- [0141] L'équipement extérieur selon le troisième mode de réalisation peut être agencé à l'avant ou à l'arrière d'un véhicule, par exemple en position centrale.
- [0142] La [Fig.1j] présente la structure un équipement extérieur 20 pour véhicule selon plusieurs modes de réalisation de l'invention.
- [0143] Comparativement à la structure de l'équipement extérieur 20 présenté en référence à la [Fig.1f], l'équipement extérieur 20 comprend en outre un module lumineux 100, 300, 400, 500 apte à éclairer la surface 13 extérieure du module d'affichage 1. Le module lumineux 100, 300, 400, 500 est avantageusement transparent de manière à

permettre aux rayons lumineux émis par la couche de matériau 10 du module d'affichage 1 d'être émis vers l'extérieur de l'équipement extérieur 20.

- [0144] Il est ainsi rendu possible d'éclairer le module d'affichage 1, notamment lorsque la lumière ambiante, du soleil ou artificielle, est trop faible. Le module d'affichage 1 peut ainsi afficher une ou des couleurs de nuit ou lorsqu'une source artificielle externe est trop faible ou non homogène.
- [0145] A cet effet, le module lumineux transparent 100 peut être contrôlé par l'élément de contrôle 15. En variante, un élément de contrôle autre que l'élément 15 peut être prévu et dédié au contrôle de l'allumage du module lumineux 100.
- [0146] L'élément de contrôle 15 peut notamment activer le module lumineux 100 sur réception d'un signal de commande externe, par exemple d'un module de contrôle centralisé du véhicule, de type ECU, pour Electronic Control Unit par exemple, non représenté sur la [Fig.1j]. En variante, l'élément de contrôle 15 est apte à recevoir des mesures de luminosité ambiante de l'ensemble d'au moins un capteur 16. L'élément de contrôle 15 compare chaque mesure de luminosité ambiante avec un seuil donné. Si la luminosité ambiante est inférieure au seuil donné ou prédéterminé, l'élément de contrôle 15 active le module lumineux 100.
- [0147] Le module lumineux 100 peut éclairer l'intégralité de la surface 13, ou une partie donnée de la surface 13, selon un motif homogène ou présentant des variations spatiales d'intensité lumineuse.
- [0148] Aucune restriction n'est attachée au module lumineux 100, qui est tout module lumineux transparent.
- [0149] De manière préférentielle, le module lumineux 100 comprend un guide de lumière comprenant une nappe de guidage flexible et un élément d'injection de lumière dans la nappe, comme décrit dans ce qui suit.
- [0150] La [Fig.2a] présente un guide de lumière 105 d'un module lumineux d'un équipement extérieur pour véhicule automobile, selon des modes de réalisation de l'invention.
- [0151] Le guide de lumière 105 peut ainsi être utilisé dans le module lumineux 100, 300, 400, 500 placé en regard du module d'affichage 1, dans l'équipement 20 selon les modes de réalisation de la [Fig.1j] décrite précédemment.
- [0152] Le guide de lumière 105 comprend une nappe de guidage flexible 110 apte à recevoir des rayons lumineux par une tranche d'injection de lumière 114 et à renvoyer les rayons lumineux dans une direction Z sensiblement normale à une surface de la nappe de guidage flexible qui s'étend ainsi dans un plan X-Y sur la [Fig.2a].
- [0153] On entend par nappe de guidage un élément de guidage optique dont l'une des dimensions est très inférieure aux deux autres dimensions dans l'espace, par exemple inférieure d'un ou plusieurs ordres de grandeur. Comme illustré sur la [Fig.2a], on

considère ici une nappe de guidage flexible dont l'épaisseur selon l'axe Z est inférieure d'au moins deux ordres de grandeur à ses dimensions selon le plan X-Y dans lequel la nappe de guidage flexible 110 s'étend.

- [0154] La nappe de guidage flexible 110 peut comprendre un film flexible 111 en son coeur comprenant la tranche d'injection de lumière 114, étant apte à guider les rayons lumineux selon une direction globale X, et comprenant un ensemble de microstructures 113 aptes à renvoyer les rayons lumineux guidés dans le film flexible 111 en dehors de la nappe de guidage flexible 110, notamment dans une ou plusieurs directions sensiblement selon l'axe Z.
- [0155] Le film flexible 111 peut être un film de substrat en polycarbonate, PC, en polyméthacrylate de méthyle, PMMA, en polyuréthane thermoplastique, TUP, ou en polytétraphthalate d'éthylène, PET. Le film flexible 111 peut avoir une épaisseur, soit une dimension selon l'axe Z, comprise entre 12 et 1000 micromètres. Plus précisément, l'épaisseur du film flexible 111 peut être comprise entre 50 et 1000 micromètres, par exemple entre 200 et 500 micromètres. En variante, c'est la nappe de guidage flexible 110 qui a une épaisseur comprise entre 200 et 1000 micromètres.
- [0156] Les matériaux précités, associés à une épaisseur faible comme décrite ci-dessus, permettent l'obtention d'un film flexible et transparent 111. D'autres matériaux peuvent être prévus pour la composition du film flexible 111. Il est toutefois préférable selon l'invention de prévoir des matériaux déformables et transparents.
- [0157] Un revêtement fin de microstructures 113 peut être rapporté sur l'une des faces du film flexible 111, ou être intégré dans le film flexible 111. Le revêtement de microstructures 113 peut notamment avoir une épaisseur selon l'axe Z inférieure à 20 micromètres.
- [0158] De telles microstructures 113 peuvent avoir une forme générale de bosse, sur laquelle les rayons lumineux se réfléchissent dans une direction sensiblement selon l'axe Z. De telles microstructures 113 peuvent être aptes à ce que les rayons lumineux sortant du film flexible 111 forment un motif. A cet effet, les microstructures 113 peuvent être gravées par impression ultraviolet, de manière à renvoyer les rayons lumineux au travers de la surface du film flexible selon le motif souhaité. Par exemple, les microstructures 113 sont réparties de manière à projeter une lumière homogène sur l'ensemble de la surface du film flexible 111. On parle alors de motif homogène dans ce qui suit.
- [0159] On entend par microstructures 113 des structures, ou irrégularités du film flexible, dont les dimensions sont inférieures à quelques micromètres. Les microstructures couvrent ainsi également des structures nanométriques. De telles tailles de microstructures 113 permettent d'assurer une transparence élevée du film flexible 111. En particulier, une transparence de l'ordre de 97% peut être obtenue en pratique par

l'utilisation de microstructures 113. En variante, la nappe de guidage flexible peut être semi-transparente. On comprendra toutefois, du fait de la disposition du module lumineux 100 devant le module d'affichage 1, qu'un degré de transparence élevé du module lumineux est préféré selon l'invention, notamment supérieur à 80%.

- [0160] Avantageusement, les microstructures 113 peuvent être réparties selon l'axe X de manière à ce qu'une densité linéique de microstructures 113 soit proportionnelle à la distance par rapport à la tranche d'injection de lumière 114 par laquelle sont reçus les rayons lumineux injectés par un élément d'injection 120. Autrement dit, plus les microstructures 113 sont éloignées de la tranche d'injection de lumière 114, plus elles sont densément regroupées. Une telle répartition permet avantageusement d'assurer une répartition homogène selon l'axe X de l'intensité lumineuse du motif émis par la nappe de guidage flexible 110.
- [0161] La nappe de guidage flexible 110 peut comprendre en outre une ou deux couches de protection 112.1 et 112.2 optionnelles, qui permettent de protéger mécaniquement le film flexible 111. En outre, l'une des couches de protection 112.1 et 112.2 au moins peut comprendre un traitement anti-UV, permettant de protéger le film flexible contre les rayons UV, une fois que les microstructures 113 ont été gravées. Sans une telle protection UV, le motif projeté par la nappe de guidage flexible 110 est susceptible de se dégrader avec le temps, notamment lorsqu'il est exposé aux rayons du soleil.
- [0162] Le film flexible 111 et les couches de protection 112.1 et 112.2 sont représentés de manière espacée sur la [Fig.1a], à titre illustratif uniquement. On comprendra toutefois que les couches de protection 112.1 et 112.2 peuvent être accolées au film flexible, par laminage notamment.
- [0163] La propagation des rayons lumineux dans le film flexible 111 est faite par la réflexion totale interne grâce à la différence entre l'indice de réfraction du film flexible 111 et celui d'une couche de colle ou d'adhésif appliquée sur au moins une face du film flexible.
- [0164] L'assemblage du film flexible 111 avec les couches de protection 112.1 et 112.2 peut être fait par collage. Précisément, une couche de colle se trouve entre le film flexible 111 et chaque couche de protection 112.1 et 112.2, et ce sur les deux côtés du film flexible pour faire adhérer les couches de protection au film flexible.
- [0165] La colle choisie est transparente et présente un indice de réfraction différent de celui du film flexible de façon à permettre une réflexion totale interne dans le film flexible 111. Autrement dit, par la différence d'indice de réfraction, les rayons lumineux se propageant dans le film flexible subissent une réflexion totale lors de leur rencontre avec l'interface entre le film flexible et la couche de colle avec un angle d'incidence inférieur à l'incidence normale. Ainsi, la nappe de guidage est apte à guider de la lumière par réflexion interne totale de cette lumière, par exemple d'une zone d'entrée,

ici de la tranche d'injection 114, à une zone de sortie.

- [0166] La nappe de guidage 110 étant flexible, elle n'est pas nécessairement comprise dans un plan mais peut être incurvée, selon la position dans laquelle elle est placée et les contraintes mécaniques qui lui sont appliquées.
- [0167] Le guide de lumière 105 illustré sur la [Fig.2a] comprend également un élément d'injection de lumière 120, comprenant un ensemble de nappes d'injection décrites en référence aux figures 2b et 2c, l'élément d'injection de lumière étant apte à distribuer la lumière dans la nappe de guidage flexible 110 à différentes positions selon l'axe Y, le long de la tranche d'injection de lumière 114. La lumière est injectée, à chaque position selon l'axe Y, dans une direction sensiblement parallèle à l'axe X.
- [0168] L'élément d'injection de lumière 120 comprend une surface d'entrée 121 de section rectangulaire ou carrée sur la [Fig.2a]. Toutefois, l'élément d'injection de lumière 120 peut avoir une surface d'entrée ayant une section de forme différente.
- [0169] Sur la [Fig.2a], l'élément d'injection de lumière 120 est représenté avec une surface de sortie 122 s'étendant selon la direction Y et placée en regard de la tranche d'injection de lumière 114. On comprendra à la lecture de la description des figures 2b et 2c que la surface de sortie 122 et la tranche d'injection de lumière 114 sont confondues, le film flexible 111 et l'ensemble de nappes d'injection formant une seule et même pièce.
- [0170] L'élément d'injection de lumière 120 comprend en outre la surface d'entrée 121, à une extrémité de l'élément d'injection de lumière 120, apte à recevoir des rayons lumineux depuis une source de lumière extérieure au guide de lumière 105 et non représentée sur la [Fig.2a], et l'élément d'injection de lumière 120 est apte à guider la lumière longitudinalement selon l'axe Y en la distribuant sur la surface de sortie 122. La distribution de lumière par la surface de sortie 122 sera mieux comprise à la lumière de la description des figures 2b et 2c.
- [0171] La [Fig.2b] présente un module lumineux 100 selon des modes de réalisation de l'invention comprenant un guide de lumière 105 avec un élément d'injection 120 et une nappe de guidage flexible 110, et une source de lumière 130.
- [0172] En référence à la [Fig.2c], l'élément d'injection 120 peut comprendre une pluralité de nappes d'injection 123.1, 123.2 et 123.3 aptes à recevoir de la lumière de la source 130 par la surface d'entrée 121 et à guider la lumière jusqu'à des ensembles de positions selon l'axe Y distincts 124.1, 124.2 et 124.3. Comme représenté sur les figures 2b et 2c, les nappes d'injection 123.1, 123.2 et 123.3 peuvent être dans le même matériau et avoir la même épaisseur que le film flexible 111 de la nappe de guidage 110. Ainsi, le guide de lumière 105 peut être obtenu par une procédure de fabrication rouleau à rouleau, ou R2R pour « Roll To Roll en anglais », pendant laquelle le film flexible 111 et les nappes d'injection 123.1, 123.2 et 123.3 sont obtenus à partir d'un même rouleau

de film flexible, les nappes d'injection 123.1, 123.2 et 123.3 étant découpées à différentes positions en Y, selon une direction de coupe sensiblement parallèle à la direction X. Les nappes d'injection ainsi obtenues sont flexibles et peuvent être pliées comme représenté sur la [Fig.2c]. La longueur de chaque nappe d'injection 123.1, 123.2 et 123.3 est choisie de manière à ce qu'une fois pliées, leurs extrémités forment ensemble la surface d'injection 121, comme illustré sur la [Fig.2c].

- [0173] Un élément d'injection 120 à trois nappes d'injection a été représenté sur les figures 2b et 2c, à titre illustratif uniquement. L'élément d'injection 120 peut toutefois comprendre tout ensemble de nappes d'injection comprenant au moins deux nappes d'injection.
- [0174] Aucune restriction n'est attachée à la source de lumière 130. La source de lumière 130 peut être apte à générer de la lumière dans un intervalle de longueurs d'onde. Un tel intervalle peut être centré autour d'une couleur visible, afin de générer une lumière colorée, par exemple du bleu, du rouge ou du vert. En variante, et de manière préférentielle selon l'invention, la source de lumière 130 peut émettre des rayons lumineux sur l'ensemble de l'intervalle des longueurs d'onde visibles par l'œil humain, de manière à générer de la lumière blanche. Il est ainsi permis de projeter une lumière à large spectre sur le module d'affichage 1 décrit précédemment.
- [0175] La source de lumière 130 peut être pilotée par un élément de contrôle non représenté, pouvant être l'élément de contrôle 15 précédemment décrit.
- [0176] En variante, la source lumineuse 130 n'est pas agencée directement en regard de la surface d'entrée 121 de l'élément d'injection 120, mais le module lumineux 100 comprend en outre une fibre optique placée entre la source 130 et l'élément d'injection 120, ce qui permet de déporter la source 130 par rapport au guide de lumière 105.
- [0177] Il est ainsi rendu possible d'injecter de la lumière à des positions longitudinales différentes selon l'axe Y de la tranche d'injection 114. Chaque position longitudinale de la tranche d'injection 114 peut correspondre à une ligne de guidage du film flexible 111, apte à guider la lumière selon l'axe X le long d'une telle ligne de guidage.
- [0178] Une telle association d'un guide de lumière 105 comprenant une nappe de guidage flexible 110 et un élément d'injection 120, et d'une source 130 permet ainsi de projeter de la lumière selon la direction Z par une surface flexible, transparente ou semi-transparente, avec une bonne homogénéité surfacique et selon un motif donné.
- [0179] En pratique, un tel module lumineux peut permettre d'émettre de la lumière avec une luminosité comprise entre 100 et 1000 Candelas par mètre carré, avec une efficacité d'extraction de lumière comprise pouvant varier entre 25% et 80%.
- [0180] Des détails sur la structure et l'agencement de ces éléments 110, 120 et 130 sont davantage décrits dans la demande de brevet internationale publiée sous le numéro WO2011130715A2.

- [0181] On entend par “motif” toute répartition ou distribution spatiale prédéfinie de l’intensité lumineuse émise par le module lumineux. En particulier, on fait ici référence à un motif bidimensionnel ou unidimensionnel. Un motif peut ainsi comprendre une répartition homogène de la lumière sur l’ensemble de la nappe de guidage flexible. Le motif peut également être une forme ou un symbole bidimensionnel obtenu par contraste entre les intensités lumineuses de différentes positions dans le plan X-Y de la nappe de guidage flexible 110. Le motif peut également comprendre plusieurs formes ou symboles. Alternativement, un motif recouvre une répartition spatiale prédéfinie de l’intensité lumineuse ne faisant pas apparaître de forme générale, telle qu’une répartition induisant un nuage de points lumineux.
- [0182] Dans le mode de réalisation de la [Fig.2b], le module lumineux 100 comprend une unique source, un unique élément d’injection et une unique nappe de guidage flexible.
- [0183] La [Fig.2d] illustre une vue tridimensionnelle d’un équipement 20 comprenant un module lumineux 100 placé en regard d’un module d’affichage 1 selon les modes de réalisation des figures 1c et 1e, comprenant une matrice de couches de matériau électrochrome 10.
- [0184] Le module lumineux 100 est apte à projeter des rayons lumineux, de manière préférentielle de lumière blanche à large spectre et de manière homogène dans le plan X-Y du module lumineux, dans le sens des valeurs Z positives vers le module d’affichage 1.
- [0185] Les couches de matériau électrochrome 10 du module d’affichage 1 sont aptes à renvoyer chacune des rayons lumineux en direction des Z négatifs, la longueur d’onde des rayons lumineux dépendant de l’épaisseur et des propriétés de chaque couche de matériau électrochrome 10, et de la tension électrique qui lui est appliquée, lors les couches de matériaux électrochrome 10 sont contrôlées par l’élément de contrôle 15.
- [0186] Selon d’autres modes de réalisation du module lumineux, décrits dans ce qui suit, le module lumineux peut comprendre au moins deux éléments d’injection similaires à l’élément d’injection 120 précédemment décrit. Les modes de réalisation peuvent varier par le nombre d’éléments que comprend le module lumineux, et par leurs agencements respectifs. Toutefois, les descriptions et définitions données précédemment de la source de lumière, de l’élément d’injection et de la nappe de guidage flexible s’appliquent à l’ensemble des modes de réalisation. De plus, la description de la [Fig.2d] s’applique également à une association entre un module d’affichage 1 et un module lumineux selon les figures 3 à 5.
- [0187] La [Fig.3] illustre un module lumineux 300 selon d’autres modes de réalisation de l’invention.
- [0188] Plusieurs éléments d’injection sont agencés de manière à injecter de la lumière dans une même nappe de guidage flexible, comprenant plusieurs motifs, formant un guide de lumière 305 avec plusieurs éléments d’injection.

- [0189] En particulier, dans l'exemple de la [Fig.3], un premier élément d'injection 320.1 et un deuxième élément d'injection 320.2 sont agencés de manière à injecter de la lumière dans une tranche d'injection de lumière 314 d'une nappe de guidage flexible 310.
- [0190] Les premier et deuxième éléments d'injection 320.1 et 320.2 peuvent être similaires à l'élément d'injection 120 décrit en référence aux figures 2b et 2c. De même, la nappe de guidage flexible 310 peut correspondre à la nappe de guidage flexible 110 précédemment décrite. Ainsi, de manière préférentielle, les éléments d'injection 320.1 et 320.2 peuvent faire partie du film flexible de la nappe 110, et peuvent être obtenus par découpage et pliage du film flexible, de manière à former le guide de lumière 305.
- [0191] Comme représenté sur la [Fig.3], le premier élément d'injection 320.1 et le deuxième élément d'injection 320.2 sont aptes à injecter de la lumière dans la tranche d'injection de lumière 314, à des positions longitudinales distinctes, selon l'axe Y.
- [0192] A noter que, du fait de sa flexibilité, la nappe de guidage 310 peut ne pas être plane mais peut être courbée. La [Fig.3] présente ainsi le module lumineux 300 lorsque la nappe de guidage est plane, par exemple posée sur un support rigide plan.
- [0193] Le premier élément d'injection 320.1 est ainsi apte à injecter de la lumière dans la tranche d'injection de lumière 314, qui est ensuite guidée par la nappe de guidage flexible 310 dans une première partie 315.1 de la nappe de guidage flexible 310. Le deuxième élément d'injection 320.2 est apte à injecter de la lumière dans la tranche d'injection de lumière 314, qui est ensuite guidée dans une deuxième partie 315.2 de la nappe de guidage flexible 310.
- [0194] A cet effet, une première source 330.1 est agencée en regard d'une surface d'entrée du premier élément d'injection 320.1 de manière à propager des rayons lumineux à l'intérieur du premier élément d'injection 320.1 et donc vers la première partie 315.1 de la nappe de guidage flexible 310. Une deuxième source 330.2 est agencée en regard d'une surface d'entrée du deuxième élément d'injection 320.2 de manière à propager des rayons lumineux à l'intérieur du deuxième élément d'injection 320.2 et donc vers la deuxième partie 315.2 de la nappe de guidage flexible 310.
- [0195] En variante, une unique source peut être prévue et le module lumineux 300 comprend une première fibre optique apte à acheminer la lumière de l'unique source vers la surface d'entrée du premier élément d'injection 320.1 et une deuxième fibre optique est apte à acheminer la lumière de l'unique source vers la surface d'entrée du deuxième élément d'injection 320.2.
- [0196] Les première et deuxième sources 330.1 et 330.2, ou l'unique source, peuvent injecter sélectivement dans le premier élément d'injection 320.1 et/ou dans le deuxième élément d'injection 320.2. Une telle injection sélective peut être contrôlée par un élément de contrôle 340 relié aux deux sources 330.1 et 330.2, ou contrôlant

l'alimentation des deux sources 330.1 et 330.2. L'élément de contrôle 340 peut correspondre à l'élément de contrôle 15 précédemment décrit.

- [0197] Dans l'exemple de la [Fig.3], un premier motif comprenant un premier symbole 316.1 est gravé dans la première partie 315.1 tandis qu'un deuxième motif comprenant un deuxième symbole 316.2 est gravé dans la deuxième partie 315.2. Toutefois, la première partie et la deuxième partie peuvent être alternativement aptes à émettre de la lumière selon des motifs homogènes, avec une luminosité constante sur l'ensemble de la première partie 315.1 et de la deuxième partie 315.2. La projection de symboles 316.1 et 316.2 est ainsi optionnelle.
- [0198] Le module lumineux peut être intégré dans les équipements extérieurs 20 précédemment décrits de manière à émettre de la lumière sur un module d'affichage 1 selon l'invention.
- [0199] Par exemple, lorsque le module lumineux 300 est combiné avec le module d'affichage de la [Fig.1c] dans un équipement extérieur 20, la couche de matériau 10.1 peut être en regard de la première partie 315.1 et la couche de matériau 10.2 peut être en regard de la deuxième partie 315.2. Il est ainsi rendu possible d'afficher des couleurs différentes, notamment de nuit ou lorsque la lumière ambiante est faible, en activant sélectivement les sources du module lumineux 300. En outre, lorsque des motifs sont gravés dans les première et deuxième parties 315.1 et 315.2, il est rendu possible d'afficher des motifs de couleurs différentes sur l'équipement extérieur 20.
- [0200] L'injection sélective de lumière dans le premier élément d'injection 320.1 et/ou dans le deuxième élément d'injection 320.2 permet ainsi de projeter de la lumière sur une partie du module d'éclairage 1 située en regard de la première partie 315.1, de la deuxième partie 315.2, ou des deux parties 315.1 et 315.2. Il est ainsi rendu possible de réaliser une animation sur l'équipement extérieur 20, d'afficher différents motifs de signalisation, d'afficher des couleurs différentes dans des parties différentes du module d'affichage 1, ou de contrôler des zones d'affichages distinctes, par exemple en fonction de données acquises par l'ensemble d'au moins un capteur.
- [0201] Sur l'exemple de la [Fig.3], les premier et deuxième motifs 316.1 et 316.2 correspondent chacun à un symbole, les symboles étant distincts. Toutefois, conformément à la définition de "motif" précédemment donnée, les motifs peuvent être toute distribution spatiale prédéterminée d'intensité lumineuse, comprenant notamment une répartition homogène de l'intensité lumineuse. En outre, lorsque les motifs sont des formes ou symboles, les premier et deuxième motifs peuvent avoir des formes ou symboles 316.1 et 316.2 identiques. Un exemple avec deux éléments d'injection a été représenté sur la [Fig.3]. Toutefois, les modes de réalisation de la [Fig.3] couvrent également un guide de lumière 305 avec une nappe de guidage flexible avec trois parties ou plus et avec au moins trois éléments d'injection, chaque élément d'injection

étant placé en regard de l'une des parties.

- [0202] Des sources dédiées à chaque élément d'injection peuvent être prévues à cet effet, ou une unique source avec plusieurs fibres optiques peuvent être prévues à cet effet.
- [0203] La [Fig.4] illustre un module lumineux 400 selon d'autres modes de réalisation de l'invention.
- [0204] Dans les modes de réalisation de la [Fig.4], le module lumineux 400 comprend au moins un premier guide de lumière 405.1 avec une première nappe de guidage flexible 410.1 et un deuxième guide de lumière 405.2 avec une deuxième nappe de guidage flexible 410.2, les deux nappes de guidage flexibles des guides de lumière 405.1 et 405.2 étant superposées, ce qui implique qu'au moins une partie de la première nappe de guidage flexible 410.1, dans le plan X-Y, est superposée avec au moins une partie de la deuxième nappe de guidage flexible 410.2, dans une zone commune, qui correspond à un ensemble de positions dans le plan X-Y.
- [0205] De manière préférentielle, les première et deuxième nappes de guidage flexibles 410.1 et 410.2 ont les mêmes dimensions dans le plan X-Y, et se superposent intégralement.
- [0206] A noter que du fait de leur flexibilité, les nappes de guidage peuvent ne pas être planes mais peuvent être courbées. La [Fig.4] présente ainsi le module lumineux 400 lorsque les nappes de guidage sont planes, par exemple empilées sur un support plan.
- [0207] Une telle superposition est notamment avantageuse du fait que les nappes de guidage flexibles sont transparentes ou semi-transparentes comme détaillé précédemment.
- [0208] Ainsi, les première et deuxième nappes de guidage flexibles 410.1 et 410.2 sont aptes à projeter alternativement des premier et deuxième motifs lumineux dans une zone commune. Les motifs projetés peuvent différer:
 - par l'intensité lumineuse projetée vers le module d'affichage 1 lorsque les motifs projetés sont des motifs homogènes, comme décrits ci-après en référence aux sources de lumière; et/ou
 - par les symboles que comprennent les motifs projetés vers le module d'affichage 1, entre un premier symbole 416.1 et un deuxième symbole 416.2.
- [0209] Un premier élément d'injection 420.1 du premier guide de lumière 405.1 est apte à injecter de la lumière dans une tranche d'injection de lumière de la première nappe de guidage flexible 410.1 et un deuxième élément d'injection 420.2 du deuxième guide de lumière 405.2 est apte à injecter de la lumière dans une tranche d'injection de lumière de la deuxième nappe de guidage 410.2.
- [0210] A cet effet, une première source 430.1 du module lumineux 400 est agencée en regard d'une surface d'entrée du premier élément d'injection 420.1 de manière à propager des rayons lumineux à l'intérieur du premier guide de lumière 405.1 et donc vers la première nappe de guidage flexible 410.1. Une deuxième source 430.2 du

module lumineux 400 est agencée en regard d'une surface d'entrée du deuxième élément d'injection 420.2 de manière à propager des rayons lumineux à l'intérieur du deuxième guide de lumière 405.2 et donc vers la deuxième nappe de guidage flexible 410.2.

- [0211] Les première et deuxième sources 430.1 et 430.2 peuvent avantageusement être aptes à projeter de la lumière à des intensités lumineuses différentes. Il est ainsi rendu possible de contrôler l'intensité lumineuse projetée sur le module d'affichage 1.
- [0212] Les première et deuxième sources 430.1 et 430.2, peuvent injecter sélectivement dans le premier élément d'injection 420.1 et/ou dans le deuxième élément d'injection 420.2. Une telle injection sélective peut être contrôlée par un élément de contrôle 440 relié aux deux sources 430.1 et 430.2, ou contrôlant l'alimentation des deux sources 430.1 et 430.2, l'élément de contrôle 440 pouvant être l'élément de contrôle 15 précédemment décrit.
- [0213] Lorsque les nappes de guidage flexibles comprennent des motifs comprenant des symboles respectifs, le premier symbole 416.1 est gravé dans la première nappe de guidage flexible 410.1 tandis que le deuxième symbole 416.2 est gravé dans la deuxième nappe de guidage flexible 410.2. L'injection sélective de lumière dans le premier élément d'injection 420.1 et/ou dans le deuxième élément d'injection 420.2 permet ainsi de projeter le premier symbole, le deuxième symbole, aucun des symboles ou les deux symboles à la fois, rendant ainsi possible, par un contrôle dynamique, la projection de symboles distincts sur le module d'affichage 1.
- [0214] Lorsque les nappes de guidage flexibles comprennent des motifs homogènes avec des niveaux de luminosité différents, le premier motif peut correspondre à un premier niveau de luminosité et le deuxième motif peut correspondre à un deuxième niveau de luminosité, différent du premier niveau de luminosité. L'injection sélective permet alors d'éclairer le module d'affichage 1 selon le premier niveau de luminosité, selon le deuxième niveau de luminosité, ou selon une somme des premier et deuxième niveaux de luminosité.
- [0215] Un exemple avec deux guides de lumière a été représenté sur la [Fig.4]. Toutefois, le deuxième mode de réalisation couvre également un module lumineux avec au moins trois guides de lumière. Des sources dédiées à chaque guide de lumière peuvent être prévues à cet effet, avec au moins trois niveaux d'intensité lumineuse.
- [0216] Les nappes de guidage flexibles sont transparentes ou semi-transparentes, comme pour les nappes de guidage flexibles précédemment décrites.
- [0217] La [Fig.5] illustre un module lumineux 500 selon d'autres modes de réalisation de l'invention.
- [0218] Dans les modes de réalisation de la [Fig.5], le module lumineux 500 comprend au moins un premier guide de lumière 505.1 et un deuxième guide de lumière 505.2, les

deux guides de lumière étant placés l'un à côté de l'autre, et les deux guides de lumière sont ainsi aptes à projeter des rayons lumineux depuis des positions distinctes dans le plan X-Y dans lequel des nappes de guidage flexibles 510.1 et 510.2 respectives des guides de lumière 505.1 et 505.2 s'étendent principalement.

[0219] A noter que du fait de leur flexibilité, les nappes de guidage flexibles peuvent ne pas être planes mais peuvent être courbées. La [Fig.5] présente ainsi le module lumineux 500 lorsque les nappes de guidage flexibles sont planes, par exemple posées sur un support rigide plan.

[0220] Le module lumineux 500 peut être intégré dans les équipements extérieurs 20 précédemment décrits de manière à projeter de la lumière sur un module d'affichage 1 selon l'invention.

[0221] Ainsi, la première nappe de guidage flexible 510.1 est apte à éclairer selon un premier motif, tel qu'un motif homogène, une première partie du module d'affichage 1 qui lui fait face, et la deuxième nappe de guidage flexible 510.2 est apte à éclairer selon un deuxième motif, tel qu'un motif homogène, une partie du module d'affichage 1 qui lui fait face. Il en va de même pour chaque nappe de guidage flexible qui projette de la lumière sur une partie donnée du module d'affichage 1.

[0222] Dans les modes de réalisation 1c et 1e, chaque partie d'un module d'affichage 1 peut être l'une des couches de matériau électrochrome 10 dans la [Fig.1c] ou un triplet de couches de matériau électrochrome dans la [Fig.1e]. Il est ainsi rendu possible de sélectionner les couches de matériau électrochrome 10, ou triplets, qui affichent une couleur, et ceux qui ne sont pas éclairés et qui restent donc noirs en l'absence de source de lumière externe. Ainsi, le module lumineux 500 peut comprendre autant de guides de lumière à nappe de guidage flexible que le module d'affichage 1 comprend de couches de matériau électrochrome 10 dans la [Fig.1c], ou comprend de triplets de couches de matériau électrochrome 10 dans la [Fig.1e]. En variante, de manière préférentielle, chaque nappe de guidage flexible éclaire plusieurs couches de matériau électrochrome 10 ou triplets de couches de matériau électrochrome 10 du module d'affichage 1. En particulier, chaque nappe de guidage flexible peut éclairer un pixel entier, tel que décrit précédemment, le pixel comprenant plusieurs dizaines ou centaines de couches de matériau électrochrome 10 ou de triplets de couches de matériau électrochrome 10. Encore selon une variante préférentielle, chaque nappe de guidage flexible éclaire plusieurs pixels.

[0223] Un premier élément d'injection 520.1 du premier guide de lumière 505.1 est agencé pour injecter de la lumière dans une tranche d'injection de lumière de la première nappe de guidage flexible 510.1 et un deuxième élément d'injection 520.2 du deuxième guide de lumière 505.1 est agencé pour injecter de la lumière dans une tranche d'injection de lumière de la deuxième nappe de guidage 510.2.

- [0224] La fabrication de chaque guide de lumière comprenant un élément d'injection et une nappe de guidage flexible est conforme aux explications précédemment données, et n'est pas détaillée à nouveau pour les modes de réalisation de la [Fig.5].
- [0225] Une première source 530.1 est agencée en regard d'une surface d'entrée du premier élément d'injection 520.1 de manière à propager des rayons lumineux à l'intérieur du premier guide de lumière 505.1 et donc vers la première nappe de guidage flexible 510.1. Une deuxième source 530.2 est agencée en regard d'une surface d'entrée du deuxième élément d'injection 520.2 de manière à propager des rayons lumineux à l'intérieur du deuxième guide de lumière 505.2 et donc vers la deuxième nappe de guidage flexible 510.2.
- [0226] En variante, une unique source peut être prévue et le module lumineux 500 comprend une première fibre optique apte à acheminer la lumière de l'unique source vers la surface d'entrée du premier élément d'injection 520.1 et une deuxième fibre optique est apte à acheminer la lumière de l'unique source vers la surface d'entrée du deuxième élément d'injection 520.2.
- [0227] Les première et deuxième sources 530.1 et 530.2, ou l'unique source, peuvent injecter sélectivement de la lumière dans le premier élément d'injection 520.1 et/ou dans le deuxième élément d'injection 520.2. Une telle injection sélective peut être contrôlée par un élément de contrôle 540 relié aux deux sources 530.1 et 530.2, ou contrôlant l'alimentation des deux sources 530.1 et 530.2.
- [0228] L'injection sélective de lumière dans le premier élément d'injection 520.1 et/ou dans le deuxième élément d'injection 520.2 permet ainsi de projeter de la lumière selon un motif, par l'une ou l'autre, ou les deux, nappes de guidage flexibles 510.1 et 510.2. Il en va de même des autres nappes de guidage flexibles des autres guides de lumière qui ne sont pas numérotés sur la [Fig.5].
- [0229] Dans l'exemple de la [Fig.5], un module lumineux 500 comprenant douze guides de lumière à nappe de guidage flexible et douze sources de lumière, arrangés en matrice à trois lignes et quatre colonnes, a été représenté, à titre illustratif uniquement.
- [0230] Aucune restriction n'est attachée au nombre de guides de lumière dans ces modes de réalisation. Les modes de réalisation de la [Fig.5] s'appliquent ainsi à N guides de lumière et N sources lumineuses, ou une source unique reliée par N fibres optiques aux N éléments d'injection des N guides de lumière, N étant n'importe quel entier supérieur ou égal à 2.
- [0231] Aucune restriction n'est par ailleurs attachée à l'agencement des nappes de guidage flexibles les unes par rapport aux autres. Lorsqu'elles sont positionnées en matrices, aucune restriction n'est attachée au nombre de lignes ou au nombre de colonnes.
- [0232] Les premier et deuxième motifs peuvent être des symboles distincts, et peuvent par exemple être identiques aux symboles 316.1 et 316.2 de la [Fig.3]. Toutefois, de

manière préférentielle, les motifs peuvent être des répartitions homogènes de la lumière sur chaque nappe de guidage flexible.

- [0233] En outre, comme expliqué précédemment, les motifs peuvent comprendre des parties de symboles complémentaires les uns des autres, de manière à former un ou plusieurs symboles sur plusieurs nappes de guidage flexibles de la matrice.
- [0234] Les guides de lumière peuvent être liés les uns aux autres par une structure matricielle support, qui peut elle-même être flexible. En variante, chaque guide de lumière peut être relié aux guides de lumière qui l'entourent par des moyens de fixation, par collage, enserrage, clipsage, ou toute autre méthode.
- [0235] L'ensemble des sources de lumière peut être contrôlé par l'élément de contrôle 540, via un ensemble de fils, chaque fil reliant l'élément de contrôle 540 à une source de lumière. L'élément de contrôle 540 peut être l'élément de contrôle 15 précédemment décrit. Les fils peuvent être portés par une structure 550 permettant de centraliser les fils et de les acheminer vers l'élément de contrôle, ce qui réduit l'encombrement, et permettant également de cacher les fils.
- [0236] Aucune restriction n'est attachée aux dimensions dans le plan X-Y des nappes de guidage flexibles. Par exemple, chaque nappe de guidage flexible peut être de forme rectangulaire ou carrée, avec au moins une dimension comprise entre 2 et 10 cm. Par exemple, les nappes de guidage flexibles sont des carrés ou rectangles, avec:
 - une dimension comprise entre 2cm et 10cm, par exemple entre 2cm et 5cm, par exemple égale à 5cm; et
 - une autre dimension comprise entre 2cm et 10cm, par exemple entre 2cm et 5cm, par exemple égale à 5cm.
- [0237] Par exemple, chaque nappe de guidage flexible est un carré de 3cm sur 3cm.
- [0238] Dans ce cas, chaque nappe de guidage flexible est apte à éclairer plusieurs pixels du module d'affichage 1 selon la [Fig.1c] ou selon la [Fig.1e]. En variante, chaque nappe de guidage flexible a la même taille qu'un seul pixel, soit par exemple un carré de 1mm sur 1mm ou de 3mm sur 3mm.
- [0239] Les éléments de contrôle 15, 340, 440 et 540 peuvent comprendre un processeur configuré pour communiquer de manière unidirectionnelle ou bidirectionnelle, via un ou des bus ou via une connexion filaire, avec une mémoire telle qu'une mémoire de type « Random Access Memory », RAM, ou une mémoire de type « Read Only Memory », ROM, ou tout autre type de mémoire (Flash, EEPROM, etc). En variante, la mémoire comprend plusieurs mémoires des types précités. De manière préférentielle, la mémoire est une mémoire non volatile. Le processeur est apte à exécuter des instructions, stockées dans la mémoire, pour la mise en œuvre d'une ou plusieurs animations en fonction de la réception de commandes d'animation. De manière alternative, le processeur peut être remplacé par un microcontrôleur conçu et configuré

pour la mise en œuvre de d'une ou plusieurs animations en fonction de la réception de commandes d'animation.

[0240] La présente invention ne se limite pas aux formes de réalisation décrites ci-avant à titre d'exemples ; elle s'étend à d'autres variantes.

Revendications

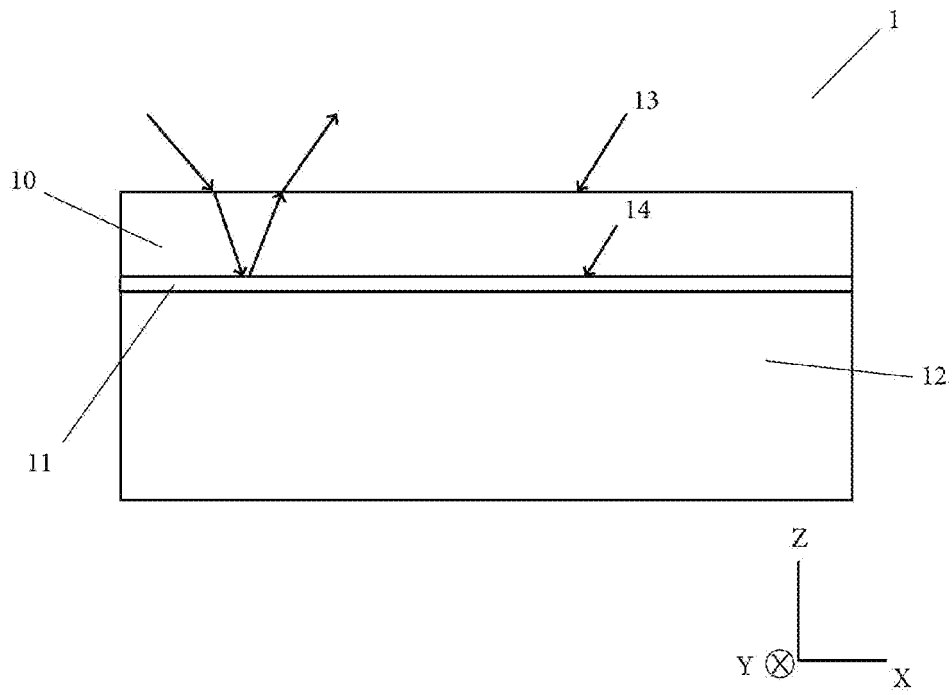
- [Revendication 1] Equipement extérieur (20) pour véhicule automobile (30), ledit équipement extérieur comprenant un module d'affichage (1), ledit module d'affichage comprenant :
- au moins une couche de matériau électrochrome (10) , ladite couche de matériau électrochrome étant apte à recevoir des rayons lumineux incidents par une première surface (13) et à renvoyer des rayons lumineux parmi les rayons lumineux incidents depuis la première surface, lesdits rayons lumineux renvoyés ayant une longueur d'onde comprise dans un intervalle défini au moins par des propriétés du matériau électrochrome de ladite couche et par une épaisseur de la couche de matériau électrochrome;
 - un miroir métallique (11) agencé sur une deuxième surface de la couche de matériau électrochrome.
- [Revendication 2] Equipement extérieur selon la revendication 1, dans lequel le matériau électrochrome (10) appartient à la famille des matériaux d'oxyde conducteur transparent organique, notamment un polymère conducteur transparent de type PEDOT:PSS, PEDOT:tos, PMMA, T34bT ou cellulose.
- [Revendication 3] Equipement extérieur selon la revendication 1, comprenant en outre un élément de contrôle (15) apte à contrôler une tension électrique appliquée au module d'affichage (1) de manière à faire varier lesdites propriétés du matériau électrochrome de la couche et/ou l'épaisseur de la couche de matériau électrochrome.
- [Revendication 4] Equipement extérieur selon la revendication 3, comprenant un ensemble d'au moins un capteur (16), dans lequel l'élément de contrôle (15) est apte à recevoir des données de l'ensemble d'au moins un capteur (16), et dans lequel l'élément de contrôle est apte à contrôler la tension électrique appliquée au module d'affichage (1) en fonction des données de l'ensemble d'au moins un capteur.
- [Revendication 5] Equipement extérieur selon la revendication 4, dans lequel l'ensemble comprend au moins un capteur (16) de luminosité ambiante.
- [Revendication 6] Equipement extérieur selon la revendication 4 ou 5, dans lequel l'ensemble comprend au moins un capteur (16) de proximité apte à

- détecter un objet ou une personne dans un champ de détection.
- [Revendication 7] Equipement extérieur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le module d'affichage (1) comprend plusieurs couches de matériau électrochrome (10.1 ; 10.2 ; 10.11; 10.12; 10.13; 10.21; 10.22; 10.23; 10.31; 10.32; 10.33) agencés les uns à côté des autres en ligne ou en matrice, dans lequel au moins deux couches de matériau électrochrome ont des épaisseurs différentes.
- [Revendication 8] Equipement extérieur selon la revendication 4, 5 ou 6 et selon la revendication 7, dans lequel le module d'affichage (1) comprend une couche d'électrolyte associée à chaque couche de matériau électrochrome, et dans lequel l'élément de contrôle (15) est apte à contrôler des tensions respectivement appliquées aux couches d'électrolyte de manière à faire varier l'épaisseur et/ou les propriétés des couches de matériau électrochrome (10.11; 10.12; 10.13; 10.21; 10.22; 10.23; 10.31; 10.32; 10.33) indépendamment des unes des autres, de manière à faire varier dynamiquement une image affichée par le module d'affichage (1).
- [Revendication 9] Equipement extérieur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le module d'affichage (1) a une épaisseur inférieure à 100 micromètres, par exemple comprise entre 40 et 60 micromètres.
- [Revendication 10] Equipement extérieur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'équipement extérieur (20) est une grille de véhicule automobile, comprenant en outre une structure ajourée (21) comprenant au moins une ouverture (25), ladite au moins une ouverture est agencée en regard de la première surface du module d'affichage (1).
- [Revendication 11] Equipement extérieur selon l'une des revendications 1 à 9, dans lequel l'équipement extérieur (20) est un élément de carrosserie de véhicule (30).
- [Revendication 12] Equipement extérieur selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le module d'affichage (1) est compris entre une surface (22) de l'équipement extérieur (20) et un élément de couverture (21).
- [Revendication 13] Equipement extérieur selon l'une des revendications précédentes, comprenant en outre un module lumineux transparent (100; 300; 400; 500) agencé en regard de la première surface (13) du module d'affichage (1) de manière à éclairer ladite au moins une couche de matériau électrochrome (10).
- [Revendication 14] Equipement extérieur selon la revendication 5 et la revendication 13, dans lequel l'élément de contrôle (15; 340; 440; 540) est apte à activer au moins une source de lumière (130; 330.1; 330.2; 430.1; 430.2; 530;

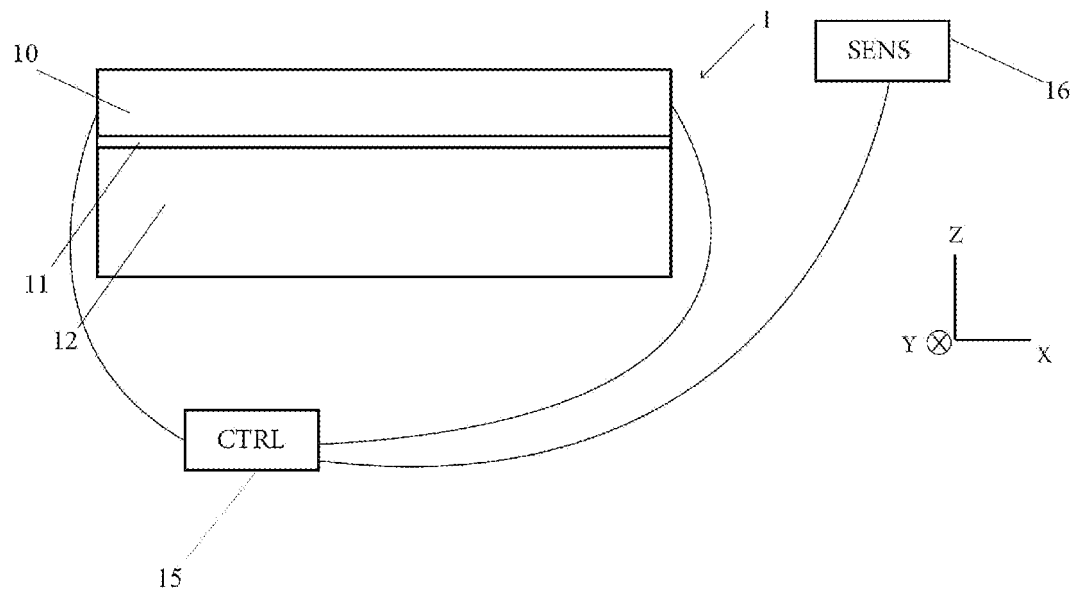
- 530.2) du module lumineux (100; 300; 400; 500) lorsqu'une mesure de luminosité ambiante est inférieure à un seuil donné.
- [Revendication 15] Equipement extérieur selon la revendication 13 ou 14, dans lequel le module lumineux transparent (100; 300; 400; 500) comprend:
au moins un guide de lumière (105 ; 305 ; 405.1 ; 405.2 ; 505.1 ; 505.2), chaque guide de lumière comprenant une nappe de guidage flexible (110; 310; 410.1; 410.2; 510.1; 510.2) transparente ou semi-transparente, la nappe de guidage flexible étant apte à recevoir des rayons lumineux par au moins une tranche d'injection de lumière (114; 314) de ladite nappe de guidage flexible et à renvoyer les rayons lumineux dans une direction sensiblement normale à une surface de la nappe de guidage flexible et au moins un élément d'injection de lumière (120; 320.1; 320.2; 420.1; 420.2; 520.1; 520.2) apte à recevoir de la lumière et à distribuer la lumière dans la nappe de guidage flexible ;
au moins une source de lumière (130; 330.1; 330.2; 430.1; 430.2; 530; 530.2) apte à injecter de la lumière dans ledit au moins un élément d'injection de lumière de chaque guide de lumière.
- [Revendication 16] Equipement extérieur selon la revendication 15, dans lequel le module lumineux (100; 300; 400; 500) comprend deux guides de lumière (505.1 ; 505.2) placés les uns à côté des autres de manière à former une matrice de guides de lumière, et chaque nappe de guidage flexible de chaque guide de lumière (510.1 ; 510.2) étant agencée en regard d'au moins une couche de matériau électrochrome du module d'affichage (1).
- [Revendication 17] Equipement extérieur selon la revendication 15 ou 16, dans lequel la nappe de guidage flexible (110; 310; 410.1; 410.2; 510.1; 510.2) de chaque guide de lumière (105 ; 305 ; 405.1; 405.2 ; 505.1; 505.2) a une épaisseur comprise entre 10 micromètres et 1000 micromètres.
- [Revendication 18] Equipement extérieur selon l'une des revendications 15 à 17, dans lequel chaque guide de lumière (105 ; 305 ; 405.1; 405.2; 505.1; 505.2) comprend un film en polycarbonate, PC, en polyméthacrylate de méthyle, PMMA en polyuréthane thermoplastique, TUP, ou en polyté-
réphtalate d'éthylène, PET.
- [Revendication 19] Equipement extérieur selon l'une des revendications 15 à 18, dans lequel la nappe de guidage flexible (110; 310; 410.1; 410.2; 510.1; 510.2) de chaque guide de lumière comprend un film (111) comprenant des microstructures (113) gravées par impression ultra-violet de manière à renvoyer la lumière injectée dans le guide de lumière selon un motif donné.

- [Revendication 20] Equipement extérieur selon la revendication 19, dans lequel, pour chaque nappe de guidage flexible (110; 310; 410.1; 410.2; 510.1; 510.2), une densité surfacique de microstructures (113) diminue avec la distance depuis la tranche d'injection de la nappe de guidage dans laquelle est injectée la lumière.
- [Revendication 21] Véhicule automobile (30) comprenant un équipement extérieur selon l'une des revendications précédentes.

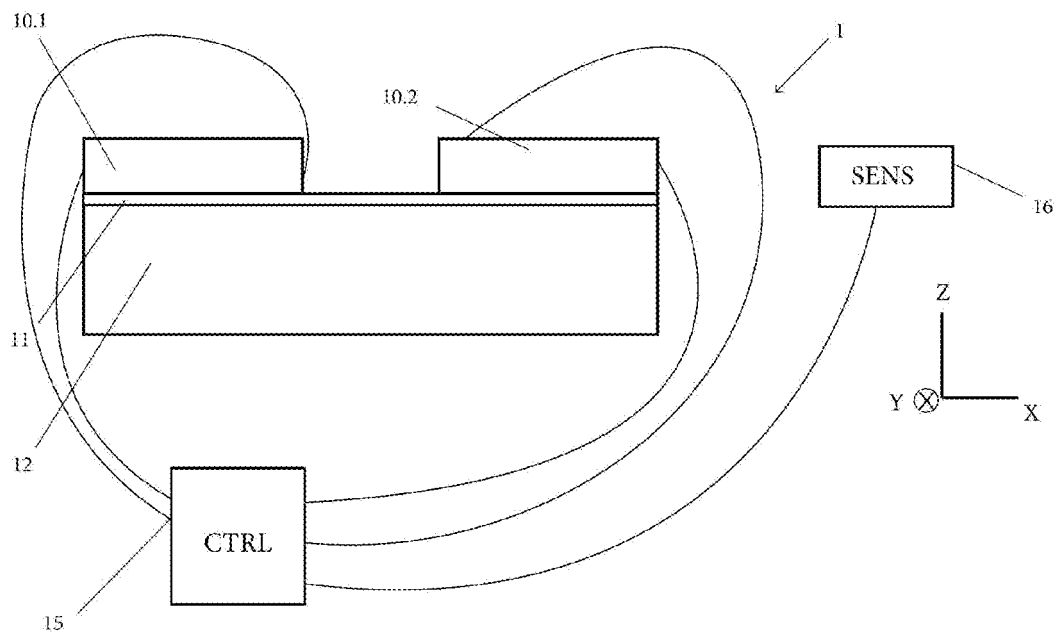
[Fig. 1a]



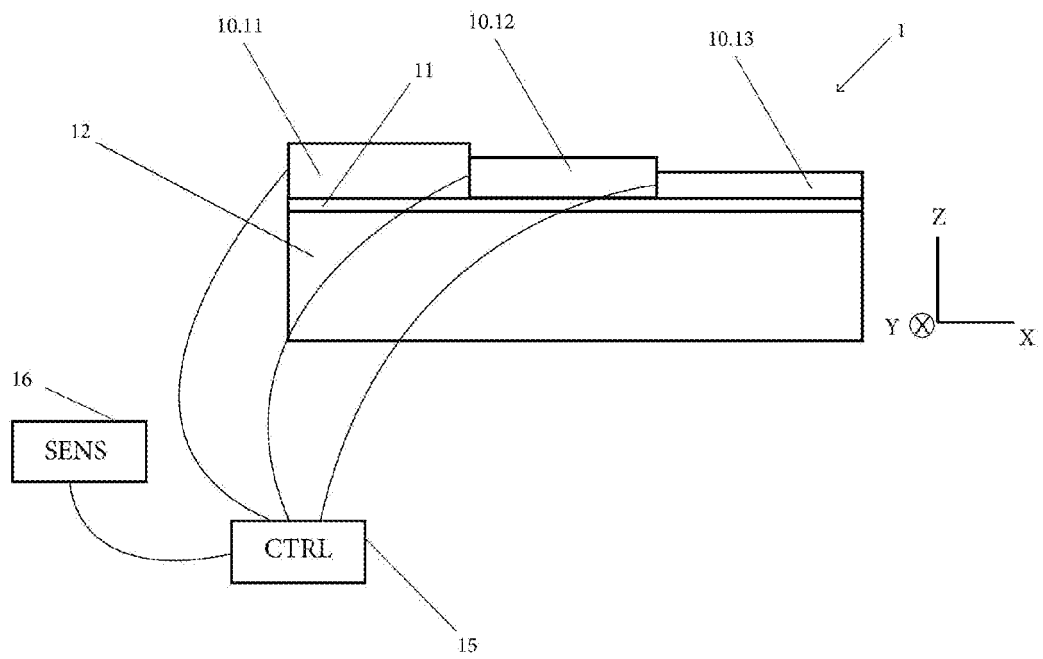
[Fig. 1b]



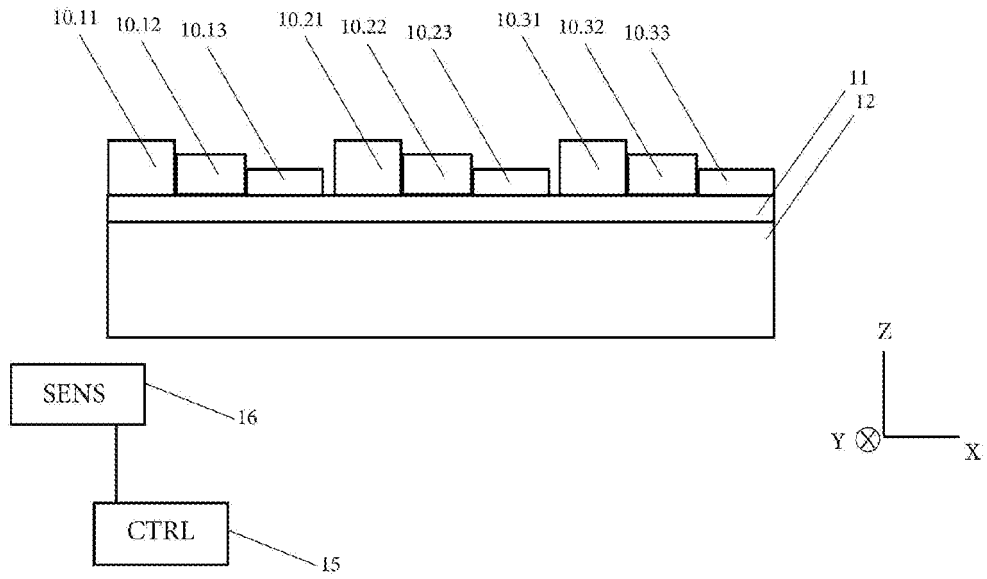
[Fig. 1c]



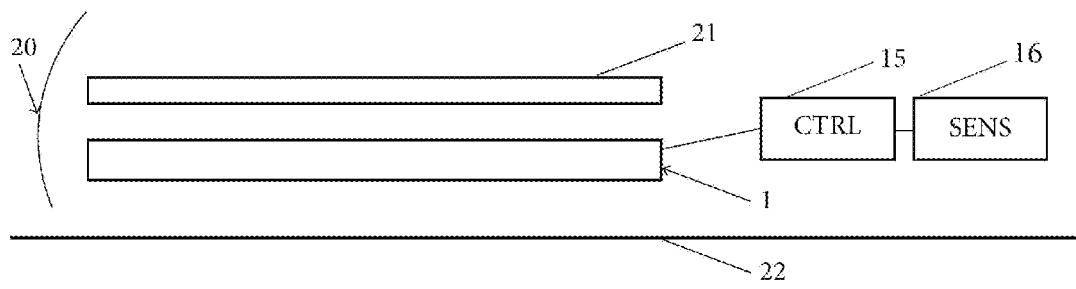
[Fig. 1d]



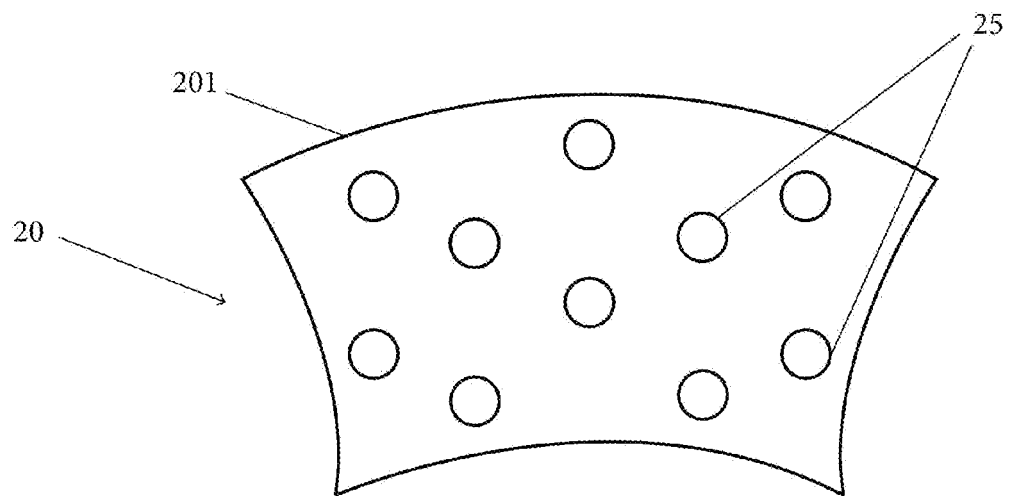
[Fig. 1e]



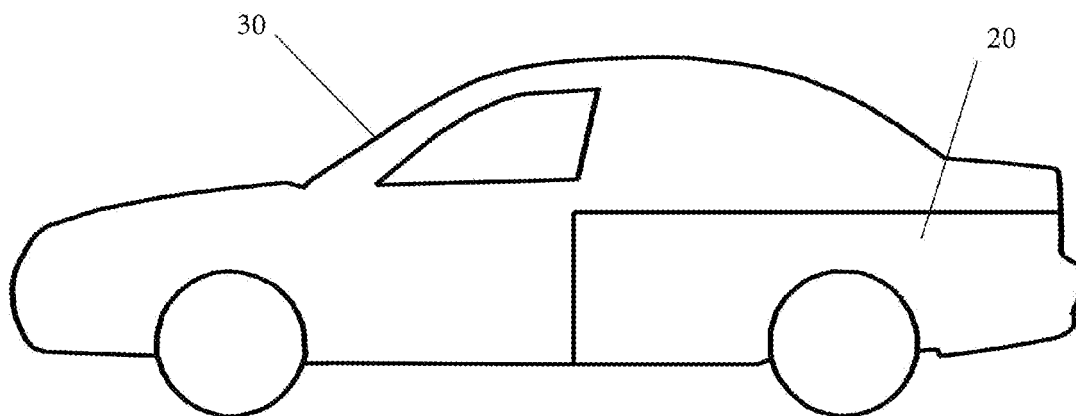
[Fig. 1f]



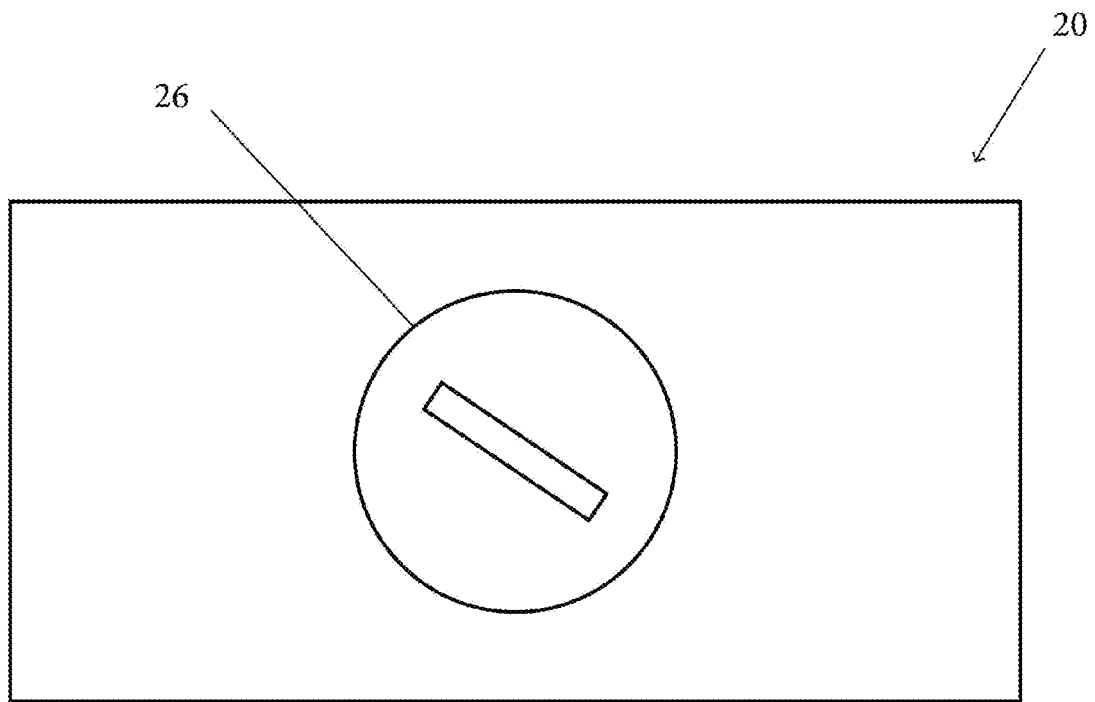
[Fig. 1g]



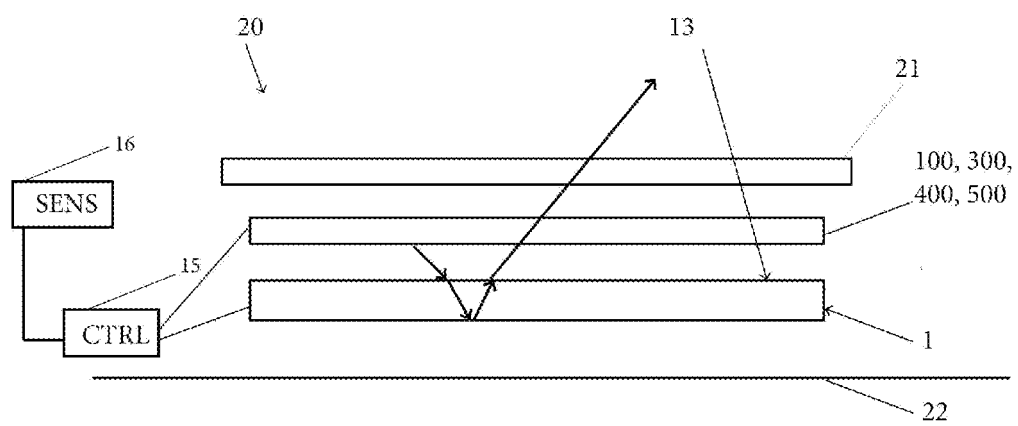
[Fig. 1h]



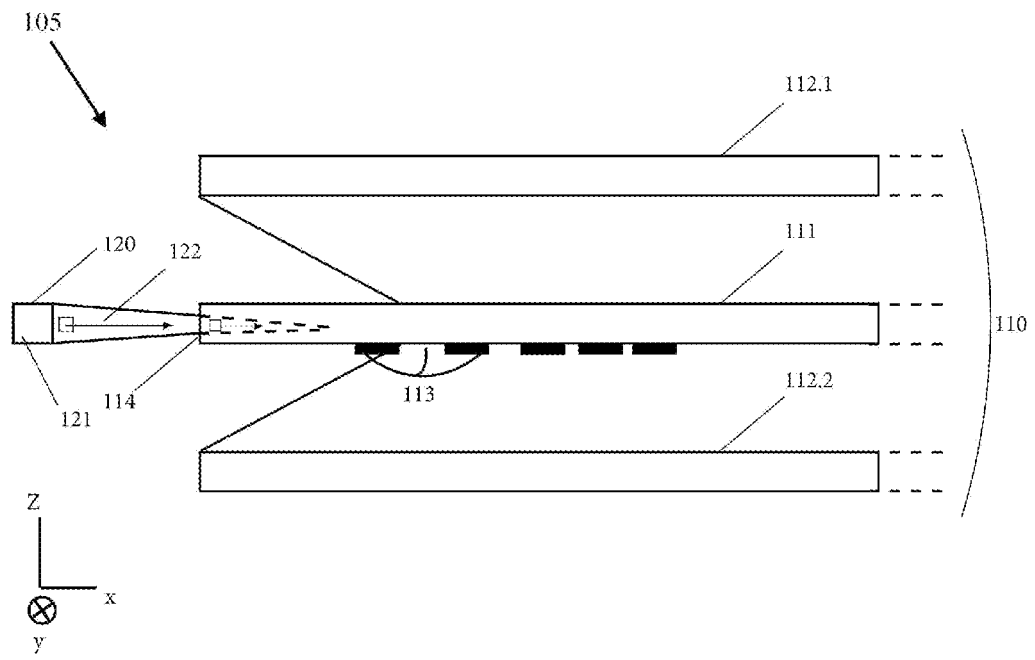
[Fig. 1i]



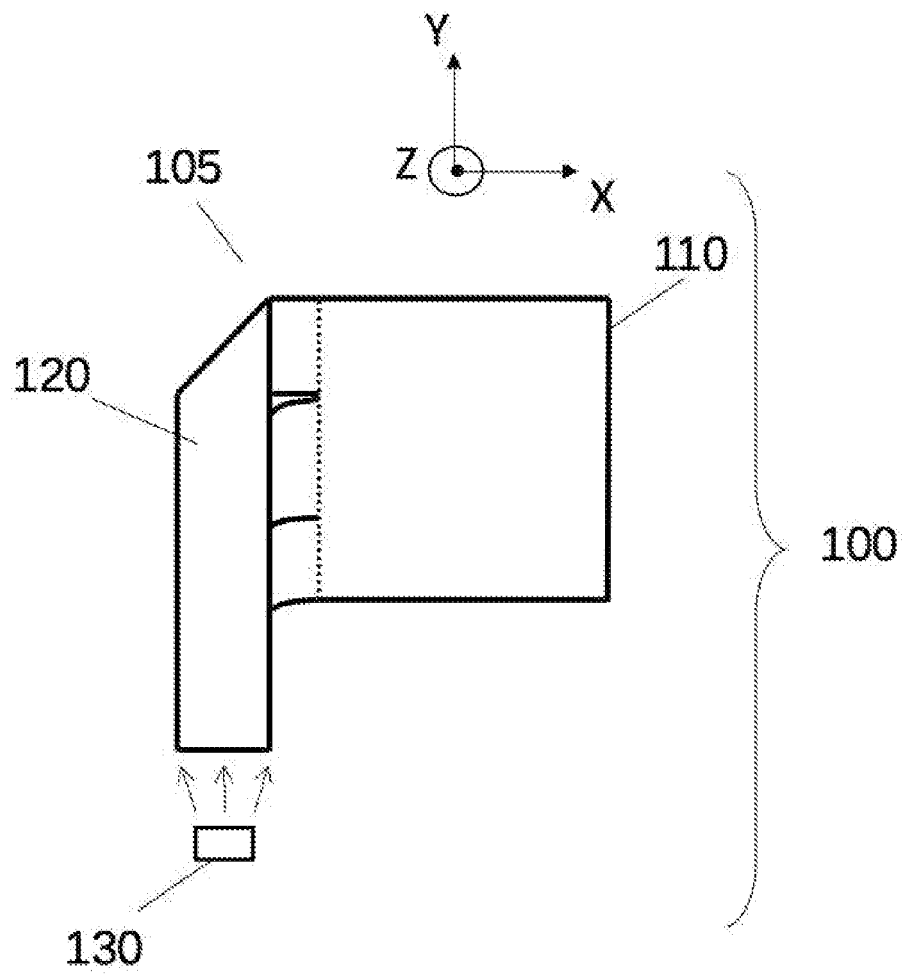
[Fig. 1j]



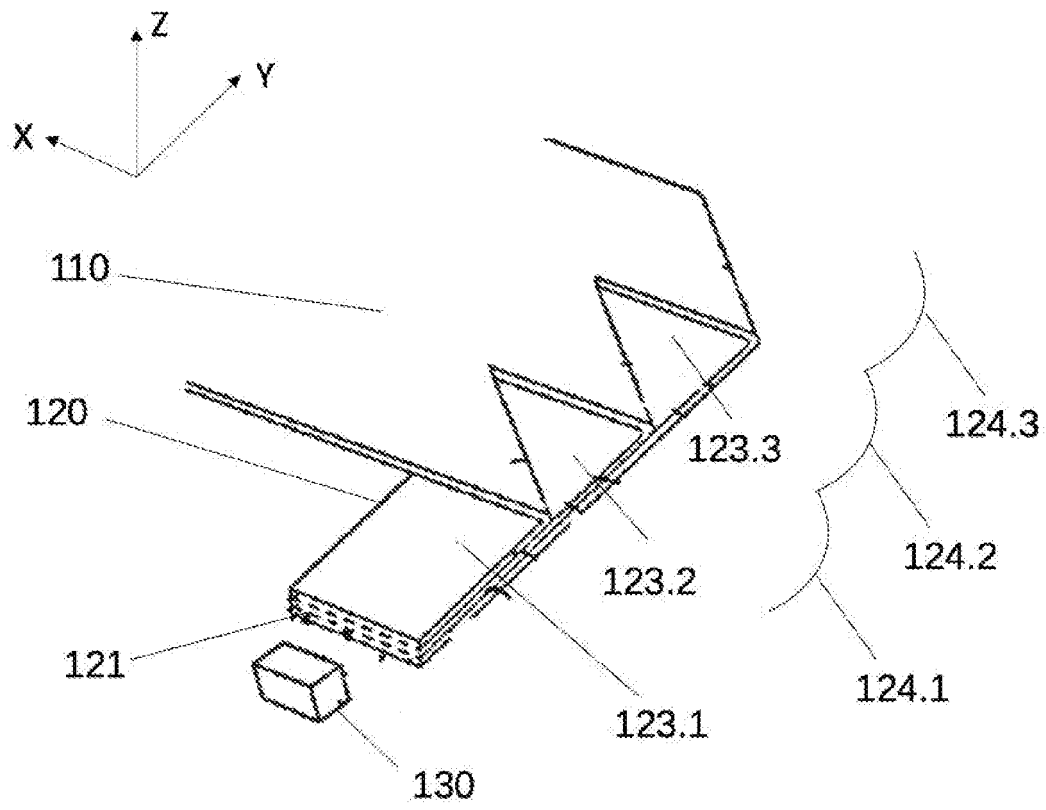
[Fig. 2a]



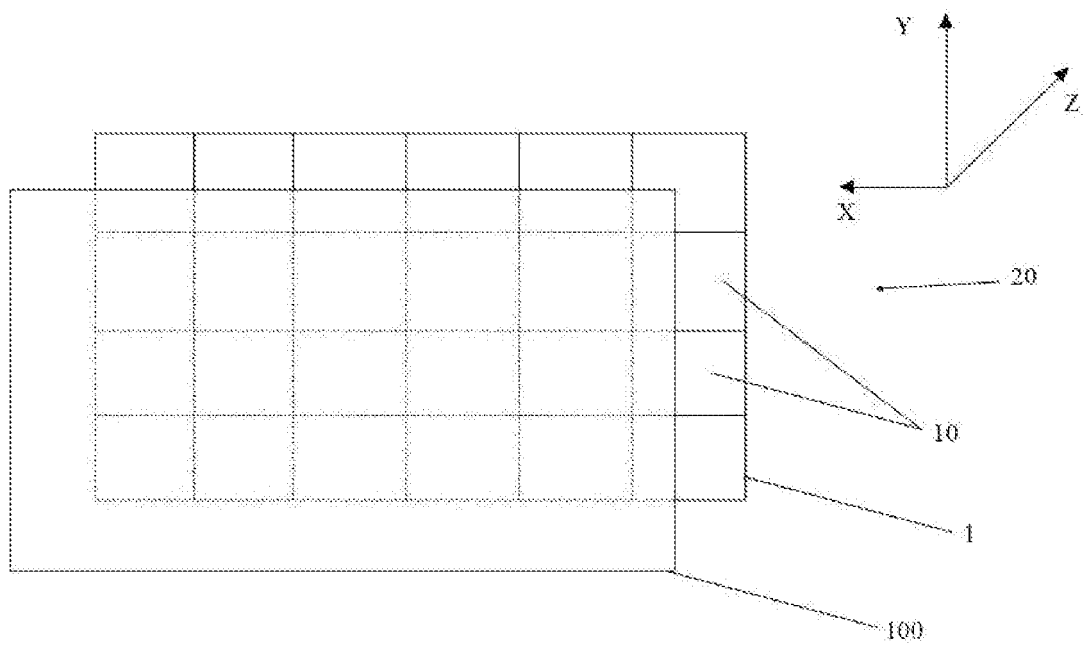
[Fig. 2b]



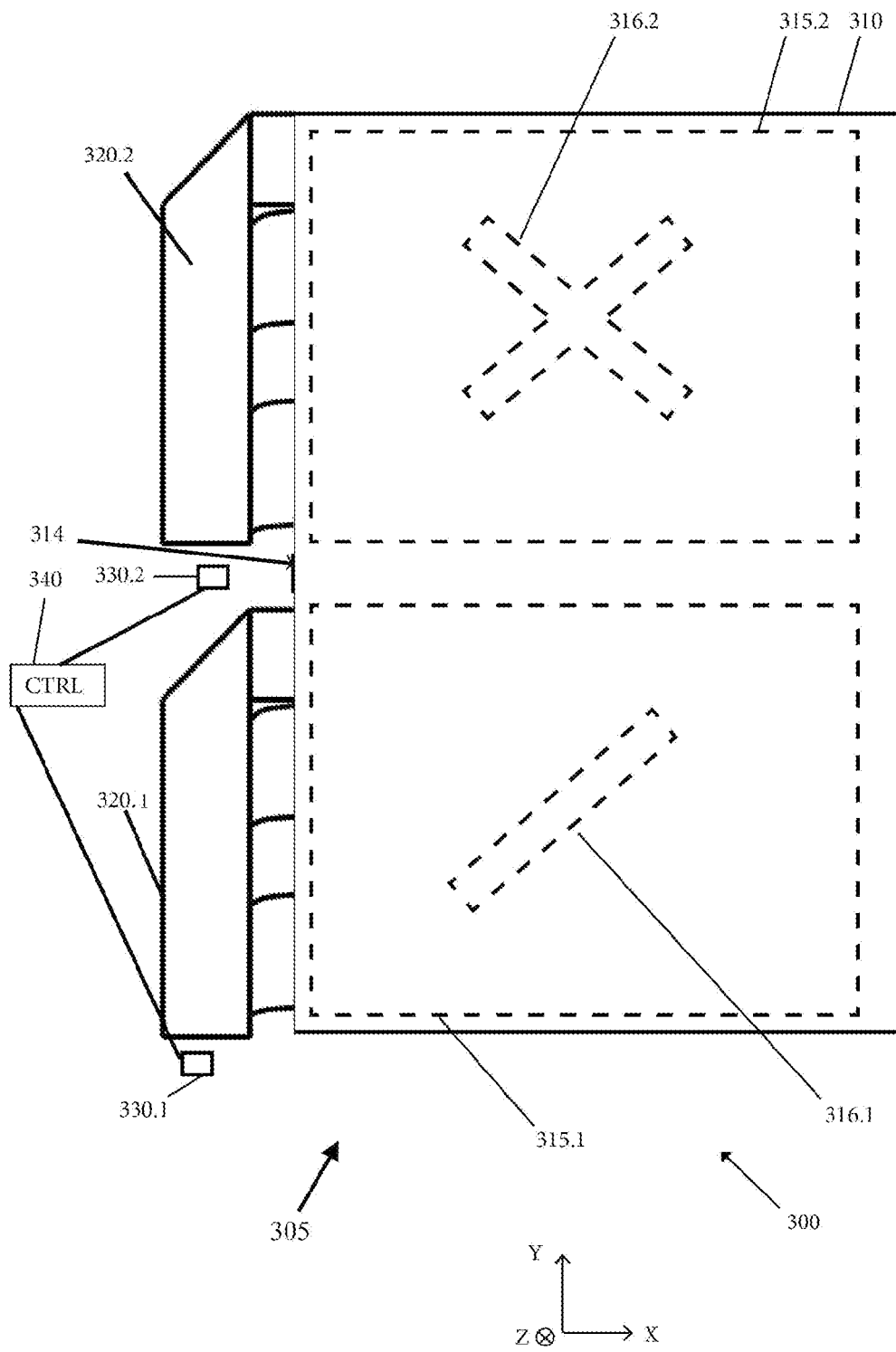
[Fig. 2c]



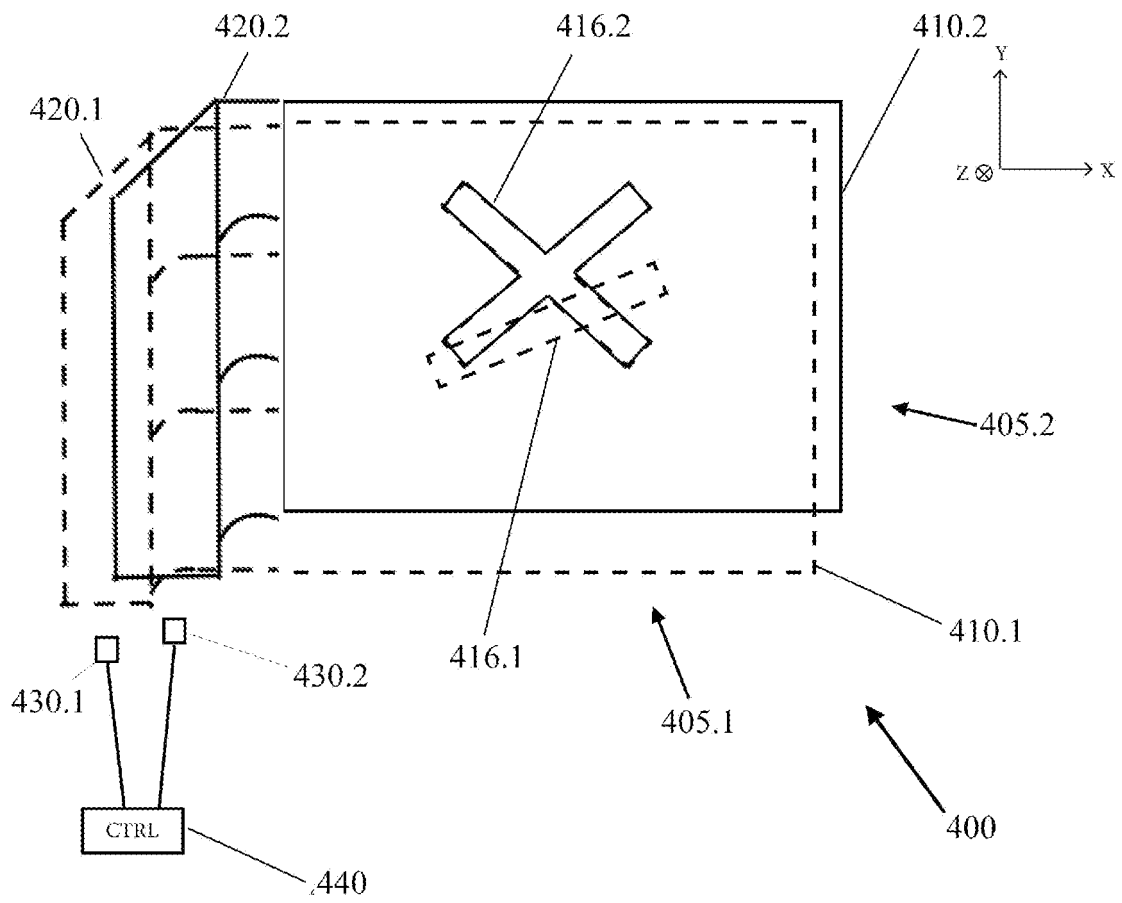
[Fig. 2d]



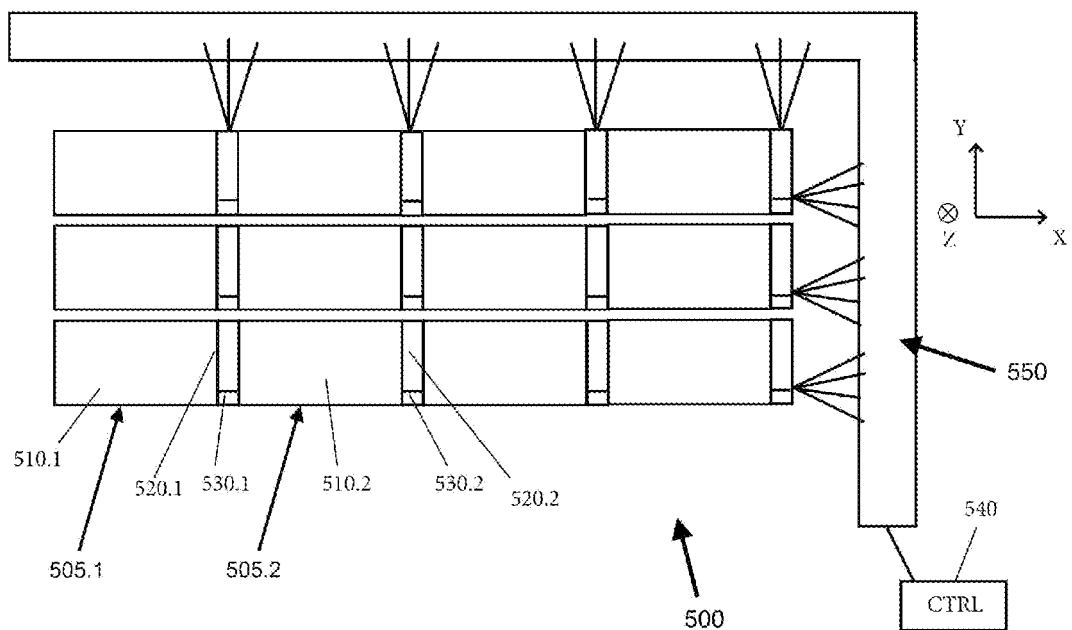
[Fig. 3]



[Fig. 4]



[Fig. 5]



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 916675
FR 2213700

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	US 2004/160657 A1 (TONAR WILLIAM L [US] ET AL) 19 août 2004 (2004-08-19) * alinéas [0025], [0026], [0107], [0110], [0222], [0229], [0268]; figures 7A, 12 *	1, 3-6, 8, 21	F21S 41/64 F21V 7/04 G02B 27/01 G02F 1/1514
X, D	CHEN SHANGZHI ET AL: "Tunable Structural Color Images by UV-Patterned Conducting Polymer Nanofilms on Metal Surfaces", ADVANCED MATERIALS, [Online] vol. 33, no. 33, 5 juillet 2021 (2021-07-05), page 2102451, XP055899532, DE ISSN: 0935-9648, DOI: 10.1002/adma.202102451	1-12, 21	
Y	* pages 1, 2, 3; figures 1a, 3a, 4a-4c, 5a *	13-20	
A	FR 3 001 421 A1 (VALEO VISION [FR]) 1 août 2014 (2014-08-01) * page 2 *	1-21	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
A	US 2022/317537 A1 (MURAI YUKI [JP] ET AL) 6 octobre 2022 (2022-10-06) * alinéa [0027] *	1-21	G02F B60R
Y	US 2011/273906 A1 (NICHOL ANTHONY JOHN [US] ET AL) 10 novembre 2011 (2011-11-10) * alinéas [0255], [0553], [0554], [0646]; figures 10, 12, 14 *	13-20	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
14 juillet 2023		Queneuille, Julien	
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 2213700 FA 916675**

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 **14-07-2023**
 Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2004160657 A1	19-08-2004	AU	2003230779 A1	20-10-2003
		CA	2478626 A1	16-10-2003
		CN	1643444 A	20-07-2005
		CN	102062983 A	18-05-2011
		CN	103543568 A	29-01-2014
		CN	105487319 A	13-04-2016
		EP	1495359 A2	12-01-2005
		JP	4351914 B2	28-10-2009
		JP	2005521914 A	21-07-2005
		KR	20040098051 A	18-11-2004
		MX	PA04009589 A	11-01-2005
		US	2002154379 A1	24-10-2002
		US	2004160657 A1	19-08-2004
		US	2006203323 A1	14-09-2006
		US	2008297879 A1	04-12-2008
		WO	03084780 A2	16-10-2003

FR 3001421 A1	01-08-2014	FR	3001421 A1	01-08-2014
		US	2014214272 A1	31-07-2014

US 2022317537 A1	06-10-2022	CN	115202124 A	18-10-2022
		DE	102022105651 A1	06-10-2022
		JP	2022158691 A	17-10-2022
		US	2022317537 A1	06-10-2022

US 2011273906 A1	10-11-2011	US	2011273906 A1	10-11-2011
		US	2015219834 A1	06-08-2015
