

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
01 octobre 2020 (01.10.2020)



(10) Numéro de publication internationale
WO 2020/193320 A1

(51) Classification internationale des brevets :
H04N 5/33 (2006.01) H04N 9/04 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2020/057488

(22) Date de dépôt international :
18 mars 2020 (18.03.2020)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
FR1903014 22 mars 2019 (22.03.2019) FR

(71) Déposant : VALEO COMFORT AND DRIVING ASSISTANCE [FR/FR] ; 76 rue Auguste Perret - ZI Euro-
parc, 94046 Créteil CEDEX (FR).

(72) Inventeurs : BLAIN, Frederic ; C/o Valeo Comfort and
Driving Assistance 76 rue Auguste Perret - ZI Euro-
parc, 94046 Créteil CEDEX (FR). STROTHMANN, Dirk ; C/o

Valeo Comfort and Driving Assistance 76 rue Auguste Perret - ZI Euro-
parc, 94046 Créteil CEDEX (FR).

(74) Mandataire : DELPLANQUE, Arnaud ; Valeo Comfort
and Driving Assistance - Service PI 76 rue Auguste Perret -
ZI EUROPARC, 94046 Créteil CEDEX (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO,
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA,
CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR,
KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT,
TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM,

(54) Title: IMAGE-CAPTURE DEVICE, SYSTEM AND METHOD

(54) Titre : DISPOSITIF, SYSTEME ET PROCÉDE DE CAPTURE D'IMAGE

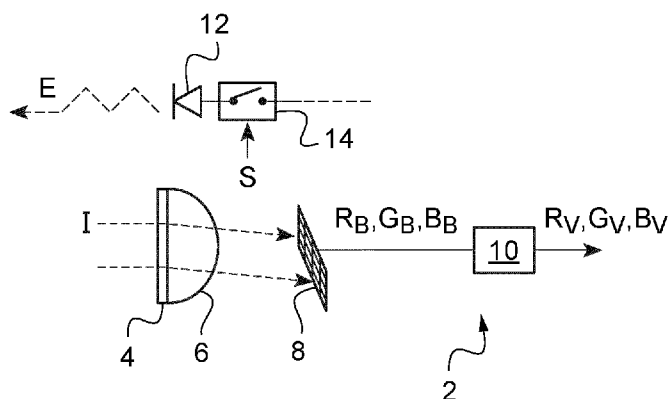


Fig.1

(57) Abstract: An image-capture device (2) comprises: - a matrix (8) of contiguous elements which are sensitive to light and each generate an electrical signal (RB; GB; BB) according to the light received in accordance with a quantum efficiency curve associated with the element in question, - a filter (4) arranged upstream of the matrix (8) on the light path, - a unit (10) for processing the electrical signals (RB, GB, BB) generated by the elements. For each of the elements, the quantum efficiency curve has one maximum in the visible range and a value of at least 10% for at least one wavelength in the infrared range. The filter (4) comprises a first transmission window in the visible range and a second transmission window in the infrared range.

(57) Abrégé : Un dispositif de capture d'image (2) comprend : - une matrice (8) d'éléments contigus sensibles à la lumière et générant chacun un signal électrique (RB; GB; BB) en fonction de la lumière reçue conformément à une courbe d'efficacité quantique associée à l'élément concerné, - un filtre (4) disposé en amont de la matrice (8) sur le trajet de la lumière, - une unité de traitement (10) des signaux électriques (RB, GB, BB) générés par lesdits éléments. Pour chacun desdits éléments, la courbe d'efficacité quantique présente un maximum dans le visible et une valeur d'au moins 10% pour au moins une longueur d'onde dans l'infrarouge. Le filtre (4) comprend une première fenêtre de transmission dans le visible et une seconde fenêtre de transmission dans l'infrarouge.

KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

Description

DISPOSITIF, SYSTEME ET PROCEDE DE CAPTURE D'IMAGE

[0001] La présente invention concerne le domaine technique des capteurs d'image utilisés par exemple dans les caméras vidéo.

5 [0002] La présente invention concerne en particulier un dispositif de capture d'image, un système de capture d'image et un procédé de capture d'image.

[0003] On utilise couramment, par exemple dans une caméra vidéo, un dispositif de capture d'image comprenant une matrice d'éléments contigus sensibles à la lumière et générant chacun un signal électrique en fonction de la lumière reçue conformément à une courbe d'efficacité quantique associée à l'élément concerné. Une telle matrice forme un capteur d'image, par exemple un capteur RGB.

10

[0004] Dans le cas fréquent où une telle caméra est conçue pour capturer une image dans le visible, on utilise classiquement des éléments dont la courbe d'efficacité quantique présente un maximum dans le visible et un maximum local dans l'infrarouge (ce maximum local étant lié à la conception des éléments). Chaque élément permet ainsi de mesurer la lumière visible au niveau d'un maximum donné, qui correspond à une couleur particulière du spectre visible (typiquement les couleurs rouge, vert et bleu pour un capteur RGB), et correspond ainsi à un sous-pixel du capteur d'image.

15

[0005] Afin d'éviter une perturbation des mesures effectués du fait de la sensibilité des éléments dans l'infrarouge, on dispose usuellement sur le trajet de la lumière (en amont de la matrice) un filtre arrêtant le rayonnement infrarouge de sorte que seule la lumière visible atteigne la matrice. Un tel filtre est généralement déposé sur une lentille de collimation placée devant le capteur d'image.

20

[0006] Avec une telle conception classique toutefois, l'éclairage artificiel d'une scène sombre doit nécessairement être réalisé dans le visible, ce qui peut être gênant dans certains cas (comme par exemple lorsque la caméra est placée dans un habitacle de véhicule et qu'un éclairage dans le visible serait alors préjudiciable à la conduite de nuit).

25

[0007] Dans ce contexte, l'invention propose un dispositif de capture d'image comprenant une matrice d'éléments contigus sensibles à la lumière et générant chacun un signal électrique en fonction de la lumière reçue conformément à une courbe d'efficacité quantique associée à l'élément concerné ; un filtre disposé en amont de la matrice sur le trajet de la lumière ; une unité de traitement des signaux électriques générés par lesdits éléments ;

30

dans lequel, pour chacun desdits éléments, la courbe d'efficacité quantique présente un maximum dans le visible et une valeur d'au moins 10% pour au moins une longueur d'onde dans l'infrarouge ; caractérisé en ce que le filtre comprend une première fenêtre de transmission dans le visible et une seconde fenêtre de transmission dans l'infrarouge.

- 5 [0008] Ainsi, bien qu'on utilise un capteur courant (et donc bon marché) ne comprenant que des éléments ayant une sensibilité dans le visible (typiquement un capteur RGB), le dispositif de capture d'image peut également capturer des images éclairées par un illuminateur infrarouge (qui n'occasionne aucune gêne alentour). Le rayonnement infrarouge est en effet transmis à travers le filtre (grâce à la seconde fenêtre de transmission) et détecté par
- 10 les éléments photosensibles.
- [0009] On profite donc ici du fait que ces éléments dédiés à mesurer la lumière incidente dans le visible sont également sensibles dans l'infrarouge, ce qui est classiquement considéré problématique et entraîne l'utilisation d'un filtre ayant une unique fenêtre de transmission dans le visible.
- 15 [0010] Selon d'autres caractéristiques envisageables à titre optionnel :
- [0011] - l'unité de traitement est conçue pour compenser une détection, par lesdits éléments, de rayonnement infrarouge transmis par le filtre ;
- [0012] - l'unité de traitement est conçue pour compenser ladite détection au moyen d'un processus de filtrage ;
- 20 [0013] - l'unité de traitement est conçue pour compenser ladite détection par lecture de valeurs dans une table de correspondance ;
- [0014] - l'unité de traitement est conçue pour compenser ladite détection au moyen d'un traitement construit par apprentissage automatique ;
- [0015] - l'unité de traitement comprend un module de compensation conçu pour compenser
- 25 ladite détection et utilisé en mode de fonctionnement diurne (le module de compensation étant par exemple inutilisé en mode de fonctionnement nocturne) ;
- [0016] - pour au moins une partie desdits éléments, ladite longueur d'onde dans l'infrarouge est située dans la seconde fenêtre de transmission.
- [0017] L'invention propose également un système de capture d'image comprenant un dispositif
- 30 de capture tel que défini ci-dessus et un illuminateur conçu pour émettre un rayonnement infrarouge.

- [0018] Le rayonnement infrarouge émis par l'illuminateur peut alors être situé fréquemment dans la seconde fenêtre de transmission. L'illuminateur peut par ailleurs être sélectivement activable. L'illuminateur est par exemple activé (au moins par intermittence) en mode de fonctionnement nocturne (et peut alors être désactivé en mode de fonctionnement diurne).
- [0019] L'invention propose enfin un procédé de capture d'image au moyen d'un dispositif de capture d'image selon la revendication 1, comprenant les étapes suivantes :
- génération de signaux vidéo par l'unité de traitement sur la base desdits signaux électriques ;
 - traitement des signaux vidéo pour compenser une détection, par lesdits éléments, de rayonnement infrarouge transmis par le filtre.
- [0020] Bien entendu, les différentes caractéristiques, variantes et formes de réalisation de l'invention peuvent être associées les unes avec les autres selon diverses combinaisons dans la mesure où elles ne sont pas incompatibles ou exclusives les unes des autres.
- [0021] De plus, diverses autres caractéristiques de l'invention ressortent de la description annexée effectuée en référence aux dessins qui illustrent des formes, non limitatives, de réalisation de l'invention et où :
- [0022] [Fig. 1] représente un exemple de dispositif de capture d'image conforme à l'invention,
- [0023] [Fig. 2] présente une courbe de transmission d'un filtre du dispositif de capture d'image de la figure 1,
- [0024] [Fig. 3] est une représentation schématique partielle d'un exemple envisageable pour une matrice d'éléments photosensibles du dispositif de capture d'image de la figure 1,
- [0025] [Fig. 4] représente à titre d'exemple l'efficacité quantique en fonction de la longueur d'onde pour différents types de ces éléments photosensibles,
- [0026] [Fig. 5] représente un exemple d'unité de traitement utilisable dans le dispositif de capture d'image de la figure 1,
- [0027] [Fig. 6] représente un système de visioconférence qui inclut une variante de mise en œuvre de l'invention.
- [0028] La figure 1 représente les éléments d'un dispositif de capture d'image 2 utiles à la compréhension de l'invention.

- [0029] Le dispositif de capture d'image 2 comprend une optique de collimation 6 (réalisée ici sous forme d'une lentille) et un capteur d'image comprenant en particulier une matrice 8 d'éléments photosensibles 9_R , 9_G , 9_B .
- 5 [0030] L'optique de collimation 6 et la matrice 8 sont disposées de sorte que la matrice 8 puisse produire une image de l'environnement faisant face au dispositif de capture d'image 2.
- [0031] Le dispositif de capture d'image 2 comprend également un filtre 4 disposé sur le trajet des rayons incidents I en amont de la matrice 8 de sorte que les rayons lumineux qui atteignent la matrice 8 ont été traités par ce filtre 4. Le filtre 4 est par exemple réalisé sous forme d'un film déposé sur une face de la lentille 6 .
- 10 [0032] Le dispositif de capture d'image 2 comprend également une unité de traitement 10 conçue pour traiter les signaux électriques R_B , G_B , B_B produits par la matrice 8 afin de générer notamment des signaux vidéo R_V , G_V , B_V . Un exemple possible de mise en œuvre de l'unité de traitement 10 est décrit plus loin en référence à la figure 5.
- 15 [0033] Le dispositif de capture d'image 2 comprend également un illuminateur 12 conçu pour émettre un rayonnement infrarouge E en direction de la scène capturée par le capteur d'image 2. Cet illuminateur 12 est ici sélectivement activable, ici au moyen d'un interrupteur commandé 14 et sur la base d'un signal de sélection S, comme expliqué plus loin.
- 20 [0034] La figure 2 présente la courbe de transmission du filtre 4 utilisé dans l'exemple décrit en fonction de la longueur d'onde de la lumière incidente.
- [0035] Comme visible sur la figure 2, le filtre 4 est une filtre à deux bandes (ou "*dual band*" selon l'appellation anglo-saxonne parfois utilisée). Un tel filtre comprend deux fenêtres de transmission distinctes. On dénomme ici "*fenêtre de transmission*" du filtre une bande spectrale de transmission, c'est-à-dire par exemple une bande (continue) de fréquences
25 pour lesquelles le coefficient de transmission du filtre est supérieur à 10%.
- [0036] Le filtre 4 comprend une première fenêtre de transmission F_1 dans le visible (ici une fenêtre de transmission s'étendant de 400 nm à 650 nm) et une seconde fenêtre de transmission F_2 dans l'infrarouge (ici une fenêtre de transmission s'étendant de 820 nm à 880 nm). En pratique, la première fenêtre de transmission F_1 (dans le visible) couvre
30 (c'est-à-dire inclut) au moins la plage de longueurs d'onde s'étendant de 450 nm à 600 nm et/ou la seconde fenêtre de transmission F_2 (dans l'infrarouge) comprend des longueurs d'ondes supérieures à 700 nm.

- [0037] On remarque ici que l'illuminateur 12 émet un rayonnement infrarouge comprenant au moins une composante dont la longueur d'onde est située à l'intérieur de la seconde fenêtre de transmission F_2 .
- 5 [0038] La figure 3 est une représentation schématique partielle de la matrice 8 des éléments photosensibles $9_R, 9_G, 9_B$.
- [0039] Du fait de la disposition sous forme d'une matrice, les éléments photosensibles $9_R, 9_G, 9_B$ sont contigus les uns aux autres. Les éléments photosensibles $9_R, 9_G, 9_B$ sont de différents types (comme expliqué plus loin) ; toutefois, tous les éléments photosensibles $9_R, 9_G, 9_B$ sont ici sensibles dans le visible.
- 10 [0040] Chaque élément photosensible $9_R, 9_G, 9_B$ génère un signal électrique R_B, G_B, B_B en fonction de la lumière reçue conformément à une courbe d'efficacité quantique Q_R, Q_G, Q_B associée à l'élément photosensible $9_R, 9_G, 9_B$ concerné.
- [0041] La figure 4 représente l'efficacité quantique Q_R, Q_G, Q_B en fonction de la longueur d'onde pour chacun des différents types d'éléments photosensibles $9_R, 9_G, 9_B$.
- 15 [0042] Comme visible sur la figure 4, quel que soit le type d'élément photosensible considéré $9_R, 9_G, 9_B$, et donc pour tous les éléments photosensibles $9_R, 9_G, 9_B$ de la matrice 8, la courbe d'efficacité quantique concernée Q_R, Q_G, Q_B présente un maximum pour une longueur d'onde $\lambda_R, \lambda_G, \lambda_B$ du domaine visible.
- [0043] Les différentes courbes d'efficacité quantique Q_R, Q_G, Q_B présentent par ailleurs chacune
20 un maximum local pour une longueur d'onde I_R, I_G, I_B située dans l'infrarouge (et comprise par exemple entre 750 nm et 900 nm) de sorte que chacune des courbes d'efficacité quantique présente une valeur supérieure à 10% pour une plage de longueur d'ondes situées dans l'infrarouge.
- [0044] Ainsi, tout élément photosensible $9_R, 9_G, 9_B$ de la matrice 8 a une courbe d'efficacité
25 quantique Q_R, Q_G, Q_B présentant un maximum dans le visible et une valeur d'au moins 10% pour au moins une longueur d'onde dans l'infrarouge, et jouxte un autre élément photosensible ayant également une courbe d'efficacité quantique présentant un maximum dans le visible et une valeur d'au moins 10% pour au moins une longueur d'onde dans l'infrarouge.
- 30 [0045] Précisément, la courbe d'efficacité quantique Q_R (représentée en pointillés) des éléments photosensibles 9_R présente un maximum pour la longueur d'onde λ_R (avec λ_R comprise

entre 590 nm et 650 nm, ici $\lambda_R = 610$ nm) de sorte que ces éléments photosensibles sont sensibles à la lumière rouge.

[0046] La courbe d'efficacité quantique Q_R des éléments photosensibles 9_R indique par ailleurs une valeur d'efficacité quantique supérieure à 10% dans l'infrarouge sur la plage de longueurs d'onde s'étendant entre 700 nm et 950 nm (avec un maximum local pour la longueur d'onde λ_R égale ici à 760 nm).

[0047] La courbe d'efficacité quantique Q_G (représentée en trait plein) des éléments photosensibles 9_G présente quant à elle un maximum pour la longueur d'onde λ_G (avec λ_G comprise entre 500 nm et 570 nm, ici $\lambda_R = 540$ nm) de sorte que ces éléments photosensibles sont sensibles à la lumière verte.

[0048] La courbe d'efficacité quantique Q_G de ces éléments photosensibles 9_G indique par ailleurs une valeur d'efficacité quantique supérieure à 10% dans l'infrarouge sur la plage de longueurs d'onde s'étendant entre 700 nm et 950 nm (avec un maximum local pour la longueur d'onde λ_G égale ici à 810 nm).

[0049] Enfin, la courbe d'efficacité quantique Q_B (représentée en trait mixte) des éléments photosensibles 9_B présente un maximum pour la longueur d'onde λ_B (avec λ_B comprise entre 420 nm et 500 nm, ici $\lambda_B = 460$ nm) de sorte que ces éléments photosensibles sont sensibles à la lumière bleue.

[0050] La courbe d'efficacité quantique Q_B de ces éléments photosensibles 9_B indique par ailleurs une valeur d'efficacité quantique supérieure à 10% dans l'infrarouge sur la plage de longueurs d'onde s'étendant entre 770 nm et 950 nm (avec un maximum local pour la longueur d'onde λ_B égale ici à 820 nm).

[0051] Ainsi, pour chaque courbe d'efficacité quantique Q_R , Q_G , Q_B (et donc pour tout élément photosensible 9_R , 9_G , 9_B de la matrice 8), la longueur d'onde λ_R , λ_G , λ_B correspondant au maximum d'efficacité quantique dans le visible est située dans la première fenêtre de transmission F_1 du filtre 4.

[0052] Par ailleurs, comme indiqué par les courbes d'efficacité quantique Q_R , Q_G , Q_B et mentionné ci-dessus, chaque élément photosensible 9_R , 9_G , 9_B de la matrice 8 présente une efficacité quantique supérieure à 10% pour des longueurs d'ondes comprises dans la seconde fenêtre de transmission F_2 (ici une efficacité quantique supérieure à 10% sur toute la seconde fenêtre de transmission F_2).

- [0053] De ce fait, chaque élément photosensible $9_R, 9_G, 9_B$ de la matrice 8 génère un signal électrique R_B, G_B, B_B en fonction d'une part de la lumière reçue dans une partie du domaine visible et d'autre part du rayonnement reçu dans l'infrarouge (précisément : dans la seconde fenêtre de transmission F_2). Chaque signal électrique R_B, G_B, B_B comporte donc une composante (indéterminée) liée à la détection (par l'élément photosensible $9_R, 9_G, 9_B$ concerné) du rayonnement infrarouge transmis par le filtre 4 (dans la seconde fenêtre de transmission F_2).
- [0054] Comme déjà indiqué, la matrice 8 ne comporte que des éléments $9_R, 9_G, 9_B$ sensibles notamment dans le visible, et donc aucun élément sensible uniquement dans l'infrarouge.
- [0055] La figure 5 représente, sous forme fonctionnelle, un exemple possible de mise en œuvre de l'unité de traitement 10. A cet égard, les éléments de la figure 5 ne correspondent pas nécessairement à des circuits électroniques physiques mais peuvent être mis en œuvre en pratique par des instructions logicielles exécutables par un processeur. L'unité de traitement 10 est dans ce cas formée par ce processeur et par ces instructions mémorisées dans une mémoire associée au processeur et exécutables par le processeur.
- [0056] Dans l'exemple décrit, l'unité de traitement 10 comprend un module de traitement d'image couleur 20, un module de compensation 22 et un module de sélection 26.
- [0057] L'unité de traitement 10 reçoit en entrée les signaux électriques R_B, G_B, B_B générés par les éléments photosensibles $9_R, 9_G, 9_B$ comme expliqué ci-dessus. En pratique, pour chaque type d'élément photosensible R_B, G_B, B_B , les signaux électriques R_B, G_B, B_B relatifs aux différents éléments photosensibles $9_R, 9_G, 9_B$ (ou sous-pixels) ayant le type concerné sont par exemple multiplexés temporellement. Autrement dit, pour chaque type d'élément photosensible R_B, G_B, B_B , les signaux électriques R_B, G_B, B_B relatifs aux différents éléments photosensibles $9_R, 9_G, 9_B$ ayant le type concerné sont transmis successivement au sein d'une trame.
- [0058] Les signaux électriques R_B, G_B, B_B reçus en entrée sont appliqués en entrée du module de traitement d'image couleur 20.
- [0059] Le module de traitement d'image couleur 20 génère des signaux vidéo R_i, G_i, B_i sur la base des signaux électriques R_B, G_B, B_B reçus de la matrice 8. Les signaux vidéo R_i, G_i, B_i sont des signaux représentatifs de l'image capturée par le dispositif de capture d'image 2. Les signaux vidéo R_i, G_i, B_i sont par exemple des signaux au format RGB (ici sous forme

numérique), utilisables par un afficheur pour afficher l'image capturée par le dispositif de capture d'image 2.

[0060] Le module de traitement d'image couleur 20 effectue par exemple notamment les traitements suivants : suppression de pixel(s) éteint(s), balance de couleurs, amélioration
5 du contraste. Ces traitements sont usuels pour l'obtention de signaux au format RGB à partir de signaux électriques issus d'éléments photosensibles ne recevant que de la lumière visible.

[0061] Ici toutefois, comme expliqué ci-dessus, les signaux électriques R_B , G_B , B_B comprennent chacun une composante (indéterminée) liée à la détection (par l'élément photosensible
10 9_R , 9_G , 9_B concerné) du rayonnement infrarouge transmis par le filtre 4 (le rayonnement solaire qui éclaire directement ou indirectement la scène capturée de jour comprenant une composante dans l'infrarouge).

[0062] Par conséquent, sans traitement spécifique, une image affichée sur la base des signaux vidéo R_i , G_i , B_i produits par le module de traitement d'image couleur 20 aurait une
15 coloration rougeâtre artificielle (liée à cette détection du rayonnement infrarouge lors d'une capture d'image de jour), non conforme à celle de la scène capturée par le dispositif de capture d'image 2.

[0063] On propose donc ici d'appliquer, en fonctionnement diurne et au moyen du module de sélection 26, les signaux vidéo R_i , G_i , B_i produits par le module de traitement d'image
20 couleur 20 en entrée du module de compensation 22, qui génère en sortie des signaux vidéo corrigés R_v , G_v , B_v .

[0064] Le module de sélection 26 est représenté en figure 5 sous la forme d'un interrupteur commandé par le signal de sélection S ; comme déjà indiqué, la fonctionnalité de sélection peut être mise en œuvre en pratique sous forme logicielle.

25 [0065] Le signal de sélection S permet de faire basculer le fonctionnement du dispositif de capture d'image 2 entre un mode de fonctionnement diurne et un mode de fonctionnement nocturne. Le signal de sélection S est par exemple déterminé au moyen d'un capteur de luminosité ambiante (non représenté). En variante, le signal de sélection S pourrait être déterminé en fonction d'une commande de l'utilisateur (ici le conducteur
30 du véhicule équipé par le dispositif de capture d'image 2), par exemple une commande de mise en fonctionnement des projecteurs du véhicule. Selon une autre variante encore, le signal de sélection S pourrait être déterminé en fonction de la luminance définie par les

signaux électriques R_B , G_B , B_B reçus en entrée (ou par les signaux RGB après traitement mentionnés plus bas).

[0066] Dans le mode de fonctionnement diurne (c'est-à-dire lorsque le signal de sélection S est indicatif du mode de fonctionnement diurne), l'illuminateur 12 est inactif (l'interrupteur commandé 14 étant ouvert dans l'exemple de la figure 1) et les signaux vidéo R_I , G_I , B_I produits par le module de traitement d'image couleur 20 sont appliqués en entrée du module de compensation 22 (par le module de sélection 26).

[0067] Dans le mode de fonctionnement nocturne (c'est-à-dire lorsque le signal de sélection S est indicatif du mode de fonctionnement nocturne), l'illuminateur 12 est activé (l'interrupteur commandé 14 étant fermé dans l'exemple de la figure 1) au moins une partie du temps (c'est-à-dire au moins par intermittence, par exemple pendant les phases d'acquisition du dispositif de capture d'image 2), et émet ainsi un rayonnement infrarouge E en direction de la scène faisant face au dispositif de capture d'image 2 ; les signaux vidéo R_I , G_I , B_I produits par le module de traitement d'image couleur 20 sont dans ce cas directement utilisés en tant que signaux vidéo de sortie R_V , G_V , B_V .

[0068] En effet, le rayonnement infrarouge E étant au moins en partie situé dans la seconde fenêtre de transmission F_2 comme déjà indiqué, la scène faisant face au dispositif de capture d'image 2, illuminée par le rayonnement infrarouge E, renverra une partie de ce rayonnement à travers le filtre 4 et jusqu'aux éléments photosensibles 9_R , 9_G , 9_B , qui ont tous ici une sensibilité dans l'infrarouge comme expliqué plus haut.

[0069] Le module de compensation 22 (auquel sont appliqués les signaux vidéo R_I , G_I , B_I en mode de fonctionnement diurne comme expliqué ci-dessus) est conçu pour compenser la détection, par les éléments photosensibles 9_R , 9_G , 9_B , du rayonnement infrarouge transmis à travers le filtre 4 (à travers la seconde fenêtre de transmission F_2), comme expliqué ci-dessus.

[0070] L'image représentée par les signaux vidéo corrigés R_V , G_V , B_V est similaire à l'image représentée par les signaux vidéo R_I , G_I , B_I avec toutefois une différence de coloration du fait de la compensation susmentionnée (cette différence de coloration visant à obtenir pour l'image représentée par les signaux vidéo corrigés R_V , G_V , B_V des couleurs plus fidèles à celle de la scène capturée par le dispositif de capture d'image 2).

[0071] Selon une première possibilité, le module de compensation 22 effectue un filtrage des signaux vidéo R_I , G_I , B_I , par exemple en appliquant des traitements respectivement différents aux différents composantes colorimétriques R_I , G_I , B_I . Au cours de ces

traitements, on peut par exemple appliquer des coefficients multiplicateurs distincts K_R , K_G , K_B respectivement aux composantes rouge R_i , verte G_i et bleue B_i (le coefficient multiplicateur K_R appliqué à la composante rouge R_i étant inférieur au coefficient multiplicateur K_G appliqué à la composante verte G_i et au coefficient multiplicateur K_B appliqué à la composante bleue B_i).

[0072] Selon une possibilité de réalisation, le filtrage des signaux vidéo R_i , G_i , B_i comprend les étapes suivantes :

- multiplication des composantes R_i , G_i , B_i respectivement par $K_R = 0,8$, $K_G = 0,9$ et $K_B = 1$;
- conversion des composantes R_i , G_i , B_i en coordonnées teinte saturation luminosité (ou HSL pour "*Hue Saturation Value*" ;
- application d'une fonction gamma de coefficient 0,95 à la coordonnée de saturation ;
- conversion des coordonnées teinte saturation luminosité en coordonnées RGB ;
- multiplication des composantes R, G, B obtenues respectivement par 1,28, 1,15 et 1,15.

[0073] Selon une seconde possibilité, le module de compensation 22 lit (pour chaque pixel) le triplet R_v , G_v , B_v associé au triplet R_i , G_i , B_i (reçu en entrée) dans une table de correspondance mémorisée dans le dispositif de capture 2. Le triplet R_v , G_v , B_v lu peut alors être utilisé en tant que signaux vidéo corrigés produits par le module de compensation 22.

[0074] La table de correspondance est dans ce cas construite au moyen d'expériences lors de la conception du produit. Par exemple, pour une grande quantité d'images capturées simultanément par le dispositif de capture 2 (donnant des pixels de coordonnées R_i , G_i , B_i) et par un dispositif de capture classique (donnant des pixels de coordonnées R,G,B), on considère tous les pixels ayant un triplet R_i , G_i , B_i donné et on associe à ce triplet R_i , G_i , B_i un triplet R_s , G_s , B_s ayant une distance minimum à l'ensemble des triplets R,G,B mesurés par le dispositif de capture classique pour ces pixels (cette opération étant répétée pour tous les triplets R_i , G_i , B_i possibles). On utilise par exemple dans ce cadre une distance de type ΔE .

[0075] Selon une troisième possibilité, le module de compensation 22 applique aux signaux vidéo R_i , G_i , B_i un traitement construit par apprentissage automatique (en anglais "*Machine Learning*"), par exemple au moyen d'un réseau neuronal.

[0076] L'algorithme d'apprentissage utilisé est par exemple de type GAN (pour "*Generative Adversarial Networks*").

- [0077] Ici également , l'apprentissage peut être réalisé sur la base d'une grande quantité d'images prises chacune d'une part par le dispositif de capture 2 (dont les composantes R_i , G_i , B_i correspondent aux valeurs fournies en entrée du réseau neuronal) et d'autre part par un dispositif de capture classique (dont les composantes R_s , G_s , B_s correspondent aux valeurs attendues en sortie du réseau neuronal). Les signaux vidéo corrigés produits en sortie du module de compensation 22 sont alors émis en tant que signaux vidéo de sortie R_v , G_v , B_v en sortie de l'unité de traitement 10 et peuvent ainsi être utilisés par un afficheur pour afficher une image de la scène capturée par le dispositif de capture d'image 2, avec des couleurs fidèles aux couleurs réelles de la scène capturée.
- 5 [0078] La figure 6 représente un système de visioconférence incluant une autre forme de réalisation de l'invention.
- [0079] Le système de visioconférence de la figure 6 comprend un dispositif de capture d'image 52, un module de communication 70, une infrastructure distante 80 et un système distant de visualisation 90.
- 15 [0080] Le dispositif de capture d'image 52 et/ou le module de communication 70 sont par exemple embarqués dans un véhicule automobile. En variante, le dispositif de capture d'image 52 ou le module de communication 70 pourrait faire partie d'un terminal portable (tel qu'un téléphone portable) utilisé par un passager du véhicule.
- [0081] Le dispositif de capture d'image 52 comprend un filtre 54, une optique de collimation 56 et une matrice 58 d'éléments photosensibles. Le filtre 54, l'optique de collimation 56 et la matrice 58 sont identiques respectivement au filtre 4, à l'optique de collimation 6 et à la matrice 8 du mode de réalisation de la figure 1 et ne seront donc pas décrits à nouveau.
- 20 [0082] Le dispositif de capture d'image 52 comprend par ailleurs un module de traitement d'image couleur 60 qui reçoit en entrée les signaux électriques R_B , G_B , B_B produits par la matrice 58 et génère en sortie des signaux vidéo R_i , G_i , B_i , ici au format RGB. Le module de traitement d'image couleur 60 est identique au module de traitement d'image couleur 20 décrit ci-dessus (en référence à la figure 5) et ne sera donc pas décrit à nouveau.
- 25 [0083] Comme dans le mode de réalisation de la figure 1, l'utilisation d'un filtre 54 ayant une seconde fenêtre de transmission dans l'infrarouge entraîne une coloration rougeâtre artificielle de l'image représentée par les signaux vidéo R_i , G_i , B_i (coloration liée comme expliqué ci-dessus à la détection du rayonnement infrarouge transmis à travers le filtre 54).
- 30

- [0084] Les signaux vidéo R_i , G_i , B_i ainsi produits sont transmis (par exemple via un réseau informatique embarqué dans le véhicule) par le dispositif de capture d'image 52 au module de communication 70, qui transmet ces signaux vidéo R_i , G_i , B_i à destination de l'infrastructure distante 80.
- 5 [0085] L'infrastructure distante 80 (réalisée par exemple en pratique au moyen d'un serveur distant) comprend une unité de réception 82, une unité de compensation 84 et une unité d'émission 86.
- [0086] L'infrastructure distante 80 reçoit les signaux vidéo R_i , G_i , B_i au moyen de l'unité de réception 82.
- 10 [0087] Les signaux vidéo R_i , G_i , B_i sont alors traités par l'unité de compensation 84 de manière à produire des signaux vidéo corrigés R_v , G_v , B_v . L'unité de compensation 84 effectue un traitement identique à celui effectué par le module de compensation 22 décrit en référence à la figure 5, afin de compenser la détection, par les éléments photosensibles de la matrice 58, du rayonnement infrarouge transmis par le filtre 54. Dans certains
- 15 modes de réalisation, d'autres traitements pourraient être effectués au niveau de l'infrastructure distante 80.
- [0088] Comme expliqué plus haut, l'image représentée par les signaux vidéo corrigés R_v , G_v , B_v est similaire à l'image représentée par les signaux vidéo R_i , G_i , B_i et correspond donc à l'image capturée par le dispositif de capture d'image 52, sans coloration rougeâtre liée à
- 20 la détection de rayonnement infrarouge par les éléments photosensibles de la matrice 58.
- [0089] L'infrastructure distante 80 peut alors émettre, au moyen de l'unité d'émission 86, les signaux vidéo corrigés R_v , G_v , B_v à destination du système distant de visualisation 90.
- [0090] Le système distant de visualisation 90 comprend un module de réception 92 et un
- 25 afficheur 94.
- [0091] Les signaux vidéo corrigés R_v , G_v , B_v sont reçus par le système distant de visualisation 90 au moyen du module de réception 92 et peuvent ainsi être appliqués en entrée de l'afficheur 94.
- [0092] L'afficheur 94 affiche ainsi une image correspondant à la scène capturée par le dispositif
- 30 de capture d'image 52, sans coloration rougeâtre liée à la détection de rayonnement infrarouge par les éléments photosensibles de la matrice 58.

Revendications

- [Revendication 1] Dispositif de capture d'image (2 ; 52) comprenant :
- une matrice (8 ; 58) d'éléments contigus (9_R , 9_G , 9_B) sensibles à la lumière et générant chacun un signal électrique (R_B ; G_B ; B_B) en fonction de la lumière reçue
 - 5 conformément à une courbe d'efficacité quantique (Q_R ; Q_G ; Q_B) associée à l'élément concerné (9_R ; 9_G ; 9_B),
 - un filtre (4 ; 54) disposé en amont de la matrice (8 ; 58) sur le trajet de la lumière,
 - une unité de traitement (10 ; 60) des signaux électriques (R_B , G_B , B_B) générés par lesdits éléments (9_R , 9_G , 9_B) ;
 - 10 dans lequel, pour chacun desdits éléments (9_R , 9_G , 9_B), la courbe d'efficacité quantique (Q_R ; Q_G ; Q_B) présente un maximum dans le visible et une valeur d'au moins 10% pour au moins une longueur d'onde dans l'infrarouge ,
 - caractérisé en ce que le filtre (4) comprend une première fenêtre de transmission (F_1) dans le visible et une seconde fenêtre de transmission (F_2) dans l'infrarouge.
 - 15 [Revendication 2] Dispositif de capture selon la revendication 1, dans lequel l'unité de traitement (10) est conçue pour compenser une détection, par lesdits éléments (9_R , 9_G , 9_B), de rayonnement infrarouge transmis par le filtre (4).
 - [Revendication 3] Dispositif de capture selon la revendication 2, dans lequel l'unité de traitement (10) est conçue pour compenser ladite détection au moyen d'un processus de filtrage.
 - 20 [Revendication 4] Dispositif de capture selon la revendication 2, dans lequel l'unité de traitement (10) est conçue pour compenser ladite détection par lecture de valeurs dans une table de correspondance.
 - [Revendication 5] Dispositif de capture selon la revendication 2, dans lequel l'unité de traitement (10) est conçue pour compenser ladite détection au moyen d'un traitement construit
 - 25 par apprentissage automatique.
 - [Revendication 6] Dispositif de capture selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel, pour au moins une partie desdits éléments, ladite longueur d'onde dans l'infrarouge est située dans la seconde fenêtre de transmission (F_2).
 - [Revendication 7] Système de capture d'image comprenant un dispositif de capture (2) selon l'une
 - 30 des revendications 1 à 6 et un illuminateur (12) conçu pour émettre un rayonnement infrarouge.
 - [Revendication 8] Système de capture selon la revendication 7, dans lequel le rayonnement infrarouge émis par l'illuminateur (12) est situé fréquemment dans la seconde fenêtre de transmission (F_2).

[Revendication 9] Système de capture selon la revendication 7 ou 8, dans lequel l'illuminateur (12) est sélectivement activable.

[Revendication 10] Procédé de capture d'image au moyen d'un dispositif de capture d'image (2 ; 52) selon la revendication 1, comprenant les étapes suivantes :

- 5
- génération de signaux vidéo (R_I , G_I , B_I) par l'unité de traitement (10 ; 60) sur la base desdits signaux électriques (R_B , G_B , B_B) ;
 - traitement des signaux vidéo (R_I , G_I , B_I) pour compenser une détection, par lesdits éléments (9_R , 9_G , 9_B), de rayonnement infrarouge transmis par le filtre (4 ; 54).

Fig.1

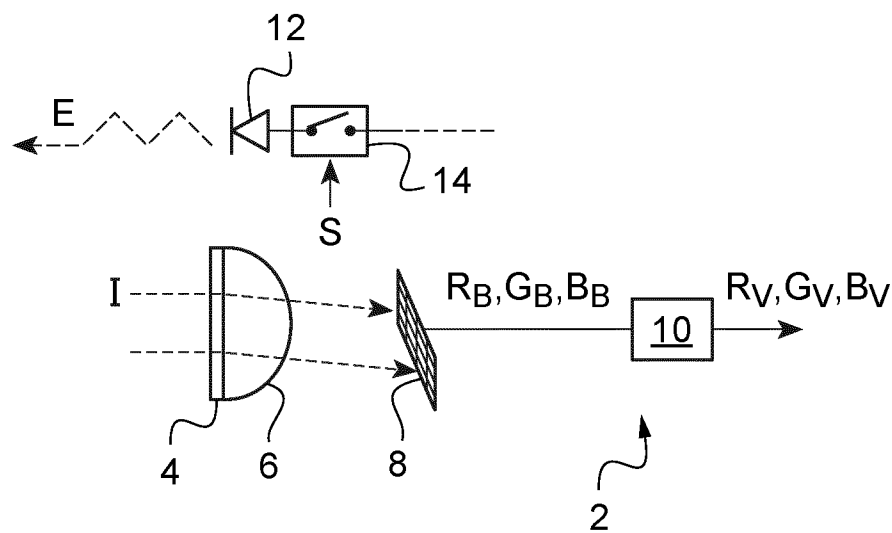


Fig.2

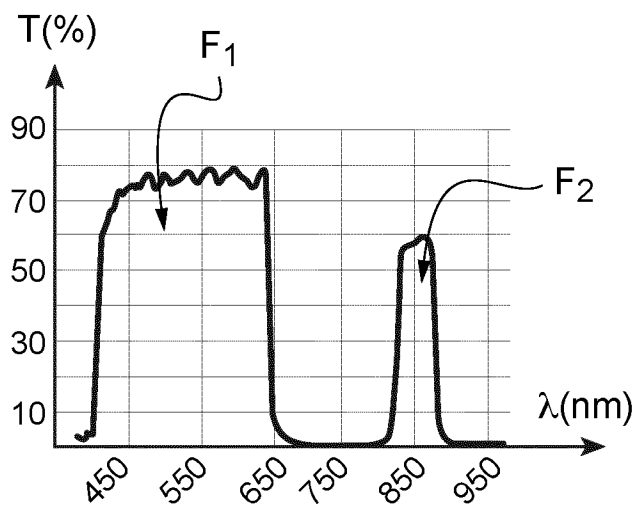


Fig.3

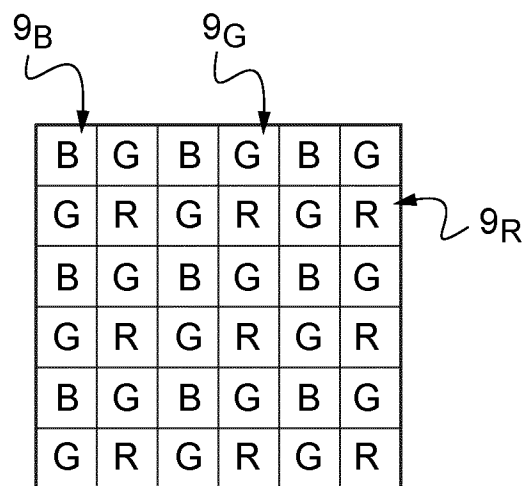


Fig.4

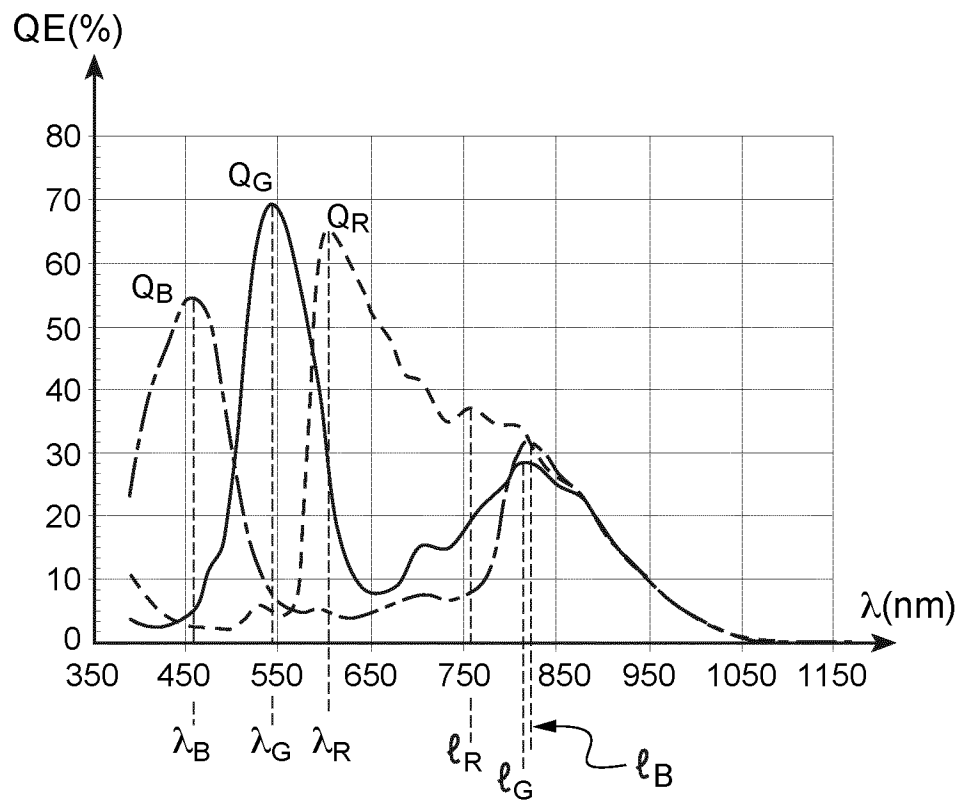


Fig.5

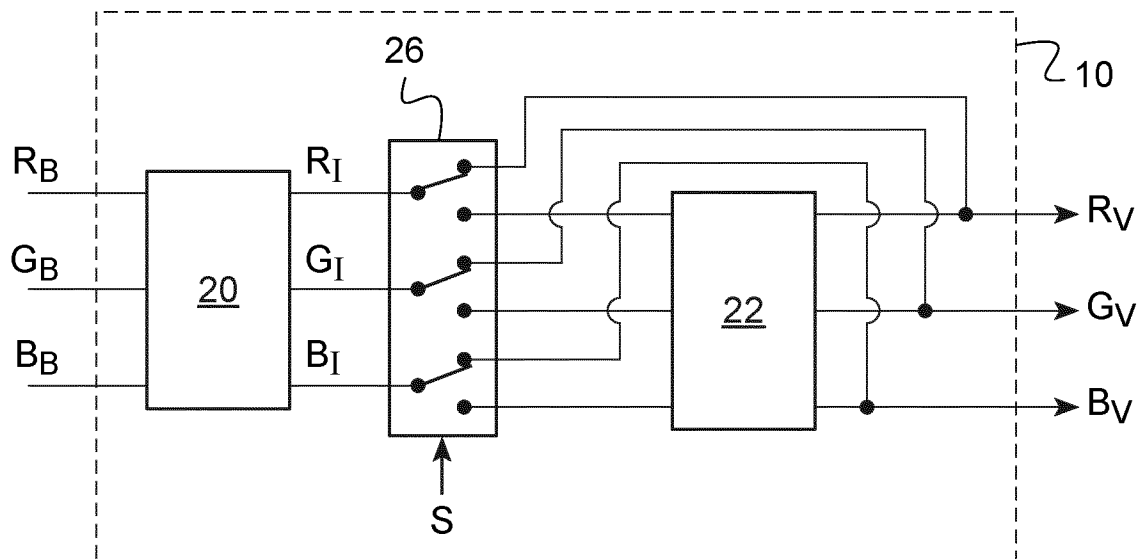
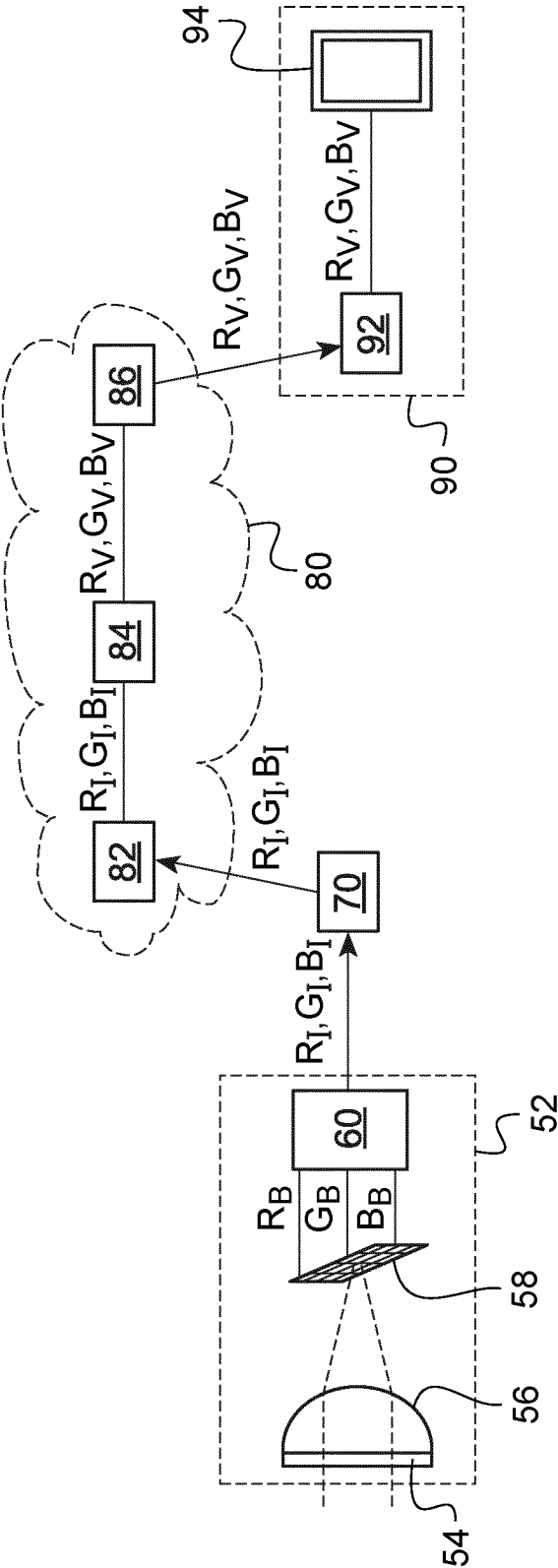


Fig.6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/057488

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H04N 5/33**(2006.01)i; **H04N 9/04**(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04N

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	US 2013222603 A1 (AGRANOV GENNADIY [US] ET AL) 29 August 2013 (2013-08-29) abstract figures 1-6 paragraphs [0021], [0023], [0025], [0026], [0027], [0046]	1-3,6-8,10 4,5,9
X	US 2018359431 A1 (LU CHEN-WEI [US] ET AL) 13 December 2018 (2018-12-13) abstract figures 2A,2B paragraphs [0023] - [0025], [0030]	1
Y	US 2015062347 A1 (JIN ELAINE W [US]) 05 March 2015 (2015-03-05) abstract paragraphs [0004], [0031], [0032], [0038]	4,5,9
A	FR 2929477 A1 (E2V SEMICONDUCTORS SOC PAR ACT [FR]) 02 October 2009 (2009-10-02) the whole document	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 April 2020

Date of mailing of the international search report

12 May 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Lauri, Lauro

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/057488

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US	2013222603	A1	29 August 2013	NONE	
US	2018359431	A1	13 December 2018	NONE	
US	2015062347	A1	05 March 2015	NONE	
FR	2929477	A1	02 October 2009	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2020/057488

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. H04N5/33 H04N9/04 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) H04N		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X Y	US 2013/222603 A1 (AGRANOV GENNADIY [US] ET AL) 29 août 2013 (2013-08-29) abrégé figures 1-6 alinéas [0021], [0023], [0025], [0026], [0027], [0046]	1-3,6-8, 10 4,5,9
X	US 2018/359431 A1 (LU CHEN-WEI [US] ET AL) 13 décembre 2018 (2018-12-13) abrégé figures 2A,2B alinéas [0023] - [0025], [0030]	1
Y	US 2015/062347 A1 (JIN ELAINE W [US]) 5 mars 2015 (2015-03-05) abrégé alinéas [0004], [0031], [0032], [0038]	4,5,9
- / - -		
☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
27 avril 2020		12/05/2020
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale		Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Lauri, Lauro

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	FR 2 929 477 A1 (E2V SEMICONDUCTORS SOC PAR ACT [FR]) 2 octobre 2009 (2009-10-02) le document en entier -----	1-10

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2020/057488

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2013222603	A1	29-08-2013	AUCUN	
US 2018359431	A1	13-12-2018	AUCUN	
US 2015062347	A1	05-03-2015	AUCUN	
FR 2929477	A1	02-10-2009	AUCUN	