

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ Ensemble de véhicule comprenant un capteur radar et un agencement de couches.

②② Date de dépôt : 12.04.22.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : VALEO VISION SAS — FR.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 01.12.23 Bulletin 23/48.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 03.05.24 Bulletin 24/18.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : RENAUD Pierre et ALBOU Pierre.

⑦③ Titulaire(s) : VALEO VISION SAS.

⑦④ Mandataire(s) :



Description

Titre de l'invention : Ensemble de véhicule comprenant un capteur radar et un agencement de couches

- [0001] La présente invention se rapporte à un ensemble de véhicule. Elle trouve une application particulière mais non limitative dans les véhicules automobiles.
- [0002] Un ensemble de véhicule comprend, de manière connue de l'homme du métier :
- un capteur radar configuré pour émettre des ondes radars, et
 - un agencement de couches disposé en regard dudit capteur radar, dont une couche réfléchissante d'indice de réfraction élevé pour les ondes radars par rapport aux autres couches de l'agencement de couches.
- [0003] L'agencement de couches forme un logo illuminé. Le capteur radar est ainsi disposé derrière le logo illuminé et répond à des besoins de détection d'un objet dans l'environnement extérieur du véhicule.
- [0004] Un inconvénient de cet état de la technique est que lorsqu'une onde radar est émise par le capteur radar, elle chemine jusqu'à l'agencement de couches et se réfléchit sur l'agencement de couches. Cela génère notamment trois ondes réfléchies, dont l'une a été réfléchi sur la face extérieure de l'agencement de couches et deux autres à l'intérieur de l'agencement de couches. Les trois ondes réfléchies sont des ondes réfléchies dites d'ordre 1 qui reviennent sur le capteur radar. Cela gêne la propagation des ondes radars. Cela diminue le rapport signal sur bruit dudit capteur radar et entraîne ainsi des perturbations pour la détection par le capteur radar. Le capteur radar perd en portée de détection. Par conséquent, cela peut entraîner une erreur de détection ou aucune détection d'un objet alors que ce dernier est présent dans l'environnement extérieur du véhicule.
- [0005] Dans ce contexte, la présente invention vise à proposer un ensemble de véhicule qui permet de résoudre l'inconvénient mentionné.
- [0006] A cet effet, l'invention propose un ensemble de véhicule pour véhicule, ledit ensemble de véhicule comprenant :
- un capteur radar configuré pour émettre des ondes radars sur une plage de longueurs d'onde, et
 - un agencement de couches disposé en regard dudit capteur radar et configuré pour réaliser une fonction lumineuse, ledit agencement de couches comprenant un premier sous-ensemble d'au moins une couche réfléchissante dans le domaine visible, chaque couche ayant un indice de réfraction primaire et une épaisseur primaire, et un deuxième sous-ensemble d'au moins une couche transparente dans le domaine visible, chaque couche ayant un indice de réfraction secondaire, ledit indice de réfraction

primaire étant élevé par rapport audit indice de réfraction secondaire dans le domaine radar,

caractérisé en ce que :

- l'épaisseur totale dudit premier sous-ensemble de couches est dimensionnée de sorte qu'il existe un déphasage de π modulo 2π entre les ondes incidentes des ondes radars sur la face extérieure dudit premier sous-ensemble et les ondes réfléchies sur l'interface entre ledit premier sous-ensemble et ledit deuxième sous-ensemble lorsqu'elles ressortent dudit premier sous-ensemble.

Selon des modes de réalisation non limitatifs, ledit ensemble de véhicule peut comporter en outre une ou plusieurs caractéristiques supplémentaires prises seules ou selon toutes les combinaisons techniquement possibles, parmi les suivantes.

- [0007] Selon un mode de réalisation non limitatif, l'épaisseur totale dudit deuxième sous-ensemble de couches est dimensionnée de sorte qu'il existe un déphasage de π modulo 2π entre les ondes incidentes des ondes radars sur la face extérieure dudit premier sous-ensemble et les ondes réfléchies sur la face extérieure dudit deuxième sous-ensemble lorsqu'elles ressortent dudit premier sous-ensemble.
- [0008] Selon un mode de réalisation non limitatif, l'épaisseur totale dudit deuxième sous-ensemble de couches est dimensionnée en modifiant l'épaisseur d'une seule des couches dudit deuxième sous-ensemble.
- [0009] Selon un mode de réalisation non limitatif, chaque couche dudit premier sous-ensemble possède un indice de réfraction qui présente une différence avec l'indice de réfraction d'une autre couche dudit premier sous-ensemble adjacente inférieure à 0.1 dans le domaine radar.
- [0010] Selon un mode de réalisation non limitatif, chaque couche dudit deuxième sous-ensemble possède un indice de réfraction qui présente une différence avec l'indice de réfraction d'une autre couche adjacente dudit deuxième sous-ensemble inférieure à 0.1 dans le domaine radar.
- [0011] Selon un mode de réalisation non limitatif, chaque couche dudit deuxième sous-ensemble possède un indice de réfraction qui présente une différence avec l'indice de réfraction d'une couche dudit premier sous-ensemble supérieure à 0.1 dans le domaine radar.
- [0012] Selon un mode de réalisation non limitatif, ledit ensemble de véhicule comprend au moins une source de lumière configurée pour émettre de la lumière visible qui rentre dans ledit agencement de couches par une tranche d'une des couches dudit deuxième sous-ensemble dudit agencement de couches.
- [0013] Selon un mode de réalisation non limitatif, ladite au moins une couche réfléchissante dans le domaine du visible est composée de particules de titane.
- [0014] Selon un mode de réalisation non limitatif, l'agencement de couches forme un logo

illuminé ou une grille de face avant illuminée ou fait partie d'un projecteur.

- [0015] Selon un mode de réalisation non limitatif, ledit capteur radar est un capteur radar à ondes millimétriques ou hyperfréquences ou micro-ondes.
- [0016] Selon un mode de réalisation non limitatif, lesdites ondes radars sont émises sur une bande de fréquence comprise entre 100MHz et 5GHz.
- [0017] Selon un mode de réalisation non limitatif, la fonction lumineuse est une fonction d'éclairage et/ou de signalisation.
- [0018] Selon un mode de réalisation non limitatif, le deuxième sous-ensemble de couches comprend :
 - une couche de sortie qui forme une glace de sortie de l'agencement de couches,
 - une couche de protection.
- [0019] Selon un mode de réalisation non limitatif, le premier sous-ensemble de couches est blanc réfléchissant diffusant.
- [0020] Selon un mode de réalisation non limitatif, l'épaisseur totale dudit premier sous-ensemble est déterminée pour un angle ledit angle d'incidence qui est égal à $\arctan(d1/(2e4))$, avec $e4$ la distance entre ledit capteur radar et ledit agencement de couches et $d1$ la distance entre une antenne émettrice et des antennes réceptrices dudit capteur radar.
- [0021] Il est en outre proposé un agencement de couches disposé en regard d'un capteur radar, ledit capteur radar étant configuré pour émettre des ondes radars sur une plage de longueurs d'onde, ledit agencement de couches étant configuré pour réaliser une fonction lumineuse et comprenant un premier sous-ensemble d'au moins une couche réfléchissante dans le domaine visible, chaque couche ayant un indice de réfraction primaire et une épaisseur primaire, et un deuxième sous-ensemble d'au moins une couche transparente dans le domaine visible, chaque couche ayant un indice de réfraction secondaire, ledit indice de réfraction primaire étant élevé par rapport audit indice de réfraction secondaire,
 - caractérisé en ce que :
 - l'épaisseur totale dudit premier sous-ensemble de couches est dimensionnée de sorte qu'il existe un déphasage de π modulo 2π entre les ondes incidentes des ondes radars sur la face extérieure dudit premier sous-ensemble et les ondes réfléchies sur l'interface entre ledit premier sous-ensemble et ledit le deuxième sous-ensemble lorsqu'elles ressortent dudit premier sous-ensemble.
- [0022] L'invention et ses différentes applications seront mieux comprises à la lecture de la description qui suit et à l'examen des figures qui l'accompagnent :
- [0023] [Fig.1] est une vue schématique d'un ensemble de véhicule, ledit ensemble de véhicule comprenant un capteur radar et un agencement de couches, ledit agencement de couches comprenant un premier sous-ensemble de couches et un deuxième sous-

- ensemble de couches, selon un mode de réalisation non limitatif de l'invention,
- [0024] [Fig.2] est une vue de face d'un ensemble de véhicule de la [Fig.1], selon un mode de réalisation non limitatif, ledit ensemble de véhicule comprenant en outre une structure de reliefs de découplage de lumière, selon un mode de réalisation non limitatif,
- [0025] [Fig.3] est une vue schématique d'une onde radar émise par le capteur radar de l'ensemble de véhicule de la [Fig.1] ou de la [Fig.2], qui génère des ondes réfléchies qui se réfléchissent sur une face de l'agencement de couches de l'ensemble de véhicule de la [Fig.1] ou de la [Fig.2] et à l'intérieur dudit agencement de couches, selon un mode de réalisation non limitatif,
- [0026] [Fig.4] est une vue schématique d'une onde radar émise par le capteur radar de l'ensemble de véhicule de la [Fig.1] ou de la [Fig.2], des ondes réfléchies qui se réfléchissent sur deux faces de l'agencement de couches de l'ensemble de véhicule de la [Fig.1] ou de la [Fig.2], selon un mode de réalisation non limitatif,
- [0027] [Fig.5] est une vue schématique des couches de l'agencement de couches de l'ensemble de véhicule de la [Fig.1] ou de la [Fig.2], ledit agencement de couches comprenant un premier sous-ensemble de couches et un deuxième sous-ensemble de couches, selon un mode de réalisation non limitatif,
- [0028] [Fig.6] est un premier diagramme de résultats sur lequel sont représentées deux courbes de réflectivité relative à une onde radar du capteur radar de la [Fig.1], lorsque le deuxième sous-ensemble de l'agencement de couches de la [Fig.1] est optimisé de sorte à minimiser les ondes réfléchies de la [Fig.3], selon un mode de réalisation non limitatif,
- [0029] [Fig.7] est un premier diagramme de résultats sur lequel sont représentées deux courbes de réflectivité relative à une onde radar du capteur radar de la [Fig.1], lorsque le deuxième sous-ensemble de l'agencement de couches de la [Fig.1] est optimisé de sorte à minimiser les ondes réfléchies de la [Fig.3], et lorsque le premier sous-ensemble de couches de l'agencement de couches de la [Fig.1] est optimisé de sorte à minimiser les ondes réfléchies de la [Fig.4], selon un mode de réalisation non limitatif.
- [0030] Les éléments identiques, par structure ou par fonction, apparaissant sur différentes figures conservent, sauf précision contraire, les mêmes références.
- [0031] L'ensemble de véhicule 1 d'un véhicule 2 selon l'invention est décrit en référence aux figures 1 à 7. L'ensemble de véhicule 1 est autrement appelé système de véhicule 1. Dans un mode de réalisation non limitatif, le véhicule 2 est un véhicule automobile. Par véhicule automobile, on entend tout type de véhicule motorisé. Ce mode de réalisation est pris comme exemple non limitatif dans la suite de la description. Dans la suite de la description, le véhicule 2 est ainsi autrement appelé véhicule automobile 2. Dans un mode de réalisation non limitatif, l'ensemble de véhicule 1 est disposé dans la grille du véhicule automobile 2. Dans un autre mode de réalisation non limitatif,

l'ensemble de véhicule 1 peut être intégré à une pièce de carrosserie située à l'arrière du véhicule automobile 2.

[0032] Tel qu'illustré sur la [Fig.1], l'ensemble de véhicule 1, autrement appelé agencement de véhicule 1, comprend :

- un capteur radar 10 configuré pour émettre des ondes radars R1, et
- un agencement de couches 11 disposé en regard dudit capteur radar 10.

[0033] Ces éléments sont décrits ci-après.

[0034] Le capteur radar 10 est décrit ci-après. Tel qu'illustré sur la [Fig.1], le capteur radar 10 est disposé en regard de l'agencement de couches 11. Dans un mode de réalisation non limitatif, le capteur radar 10 est un capteur radar à ondes millimétriques (entre 24GHz et 300 GHz) ou hyperfréquences (entre 300MHz et 81GHz) ou micro-ondes (entre 1GHz et 300GHz). Dans une variante de réalisation non limitative, le capteur radar 10 fonctionne à une fréquence radar comprise entre 76GHz et 81GHz. Les ondes radars R1 sont émises sur une plage $\Delta 1$ de longueurs d'onde λ . Dans un mode de réalisation non limitatif, les ondes radars R1 sont émises sur une bande de fréquence comprise entre 100MHz et 5GHz. Ainsi, dans un exemple non limitatif, si le capteur radar 10 fonctionne à une fréquence radar de 77GHz, soit une longueur d'onde λ de 3.95mm, avec une bande de fréquence de 1GHz, le capteur radar 10 fonctionnera sur une bande de fréquence de 76.5GHZ à 77.5GHZ. Les ondes radars R1 seront ainsi émises sur la plage de fréquence 76.5GHZ à 77.5GHZ, soit une plage $\Delta 1$ de longueurs d'onde λ de 3.87mm à 3.92mm. Ainsi, dans autre un exemple non limitatif, si le capteur radar 10 fonctionne à une fréquence radar de 78.5GHz avec une bande de fréquence de 5GHz, le capteur radar 10 fonctionnera sur une bande de fréquence de 76GHZ à 81GHZ. Les ondes radars R1 seront ainsi émises sur la plage de fréquence 76GHZ à 81GHZ, soit une plage $\Delta 1$ de longueurs d'onde λ de 3.701mm à 3.945mm.

[0035] Tel qu'illustré sur les figures 3 et 4, les ondes radars R1 émises arrivent avec un angle d'incidence θ sur l'agencement de couches 11. Dans un mode de réalisation non limitatif, l'angle d'incidence θ est compris entre 0° et $\pm 30^\circ$. Ainsi, le capteur radar 10 comprend un champ de vision FOV qui varie ainsi entre -30° et $+30^\circ$. Le centre du champ de vision FOV est un angle de 0° par rapport à l'axe longitudinal du véhicule Ox, autrement appelé axe véhicule Ox. Dans un autre mode de réalisation non limitatif, le champ de vision FOV varie entre -90° et $+45^\circ$. Le centre du champ de vision FOV est un angle de -45° par rapport à l'axe véhicule Ox et l'angle d'incidence θ des ondes radars R1 sur l'agencement de couches 11 restent proches de 0° (l'ensemble de véhicule 1 étant positionné alors à environ 45° de l'axe véhicule Ox).

[0036] Le capteur radar 10 est configuré pour scanner l'environnement extérieur du véhicule automobile 2, grâce à l'émission d'ondes radars R1. Tel qu'illustré sur la [Fig.1], le capteur radar 10 comprend ainsi :

- au moins une antenne émettrice 100 configurée pour émettre des ondes radars R1, autrement appelées ondes radars primaires R1,
- au moins deux antennes réceptrices 101 configurées pour recevoir des ondes radars R2, autrement appelées ondes radars secondaires R2 ou ondes radars de retour R2.

[0037] Le capteur radar 10 comprend en outre au moins un émetteur 103 configuré pour générer les ondes radars primaires R1 et au moins un récepteur 104 configuré pour traiter les ondes radars secondaires R2 reçues en retour. Dans un mode de réalisation non limitatif, un seul composant électronique peut être utilisé pour les deux fonctions émission et réception. On aura ainsi un ou plusieurs émetteur/récepteur appelés « transceiver » en anglais. Ledit émetteur 103 génère des ondes radars primaires R1 qui sont par la suite émises par l'antenne émettrice 100, qui lorsqu'elles rencontrent un objet 3 (ici un piéton dans l'exemple non limitatif illustré) dans l'environnement extérieur du véhicule automobile 2 se réfléchissent sur ledit objet 3. Les ondes radars ainsi réfléchies sont des ondes transmises en retour au capteur radar 10. Ce sont les ondes radars secondaires R2 reçues par les antennes réceptrices 101. Ce sont des ondes radars retransmises en direction du capteur radar 10. Dans un mode de réalisation non limitatif, les ondes radars primaires R1 et les ondes radars secondaires R2 sont des ondes radio fréquence. Dans un mode de réalisation non limitatif, le capteur radar 10 comprend une pluralité d'émetteurs 103 et une pluralité de récepteurs 104.

[0038] L'antenne émettrice 100, autrement appelée antenne 100, est configurée pour émettre les ondes radars primaires R1 générées par l'émetteur 103. Les antennes réceptrices 101, autrement appelées antennes 101, sont configurées pour recevoir les ondes radars secondaires R2 et les communiquer au récepteur 104 qui les traite par la suite. Il existe un déphasage entre les ondes radars secondaires R2 reçues par les antennes réceptrices 101 qui permet d'en déduire la position angulaire de l'objet 3 par rapport au véhicule automobile 2, objet 3 qui se trouve dans l'environnement extérieur du véhicule automobile 2. Dans des modes de réalisation non limitatifs, les antennes 100, 101 sont des antennes pastilles autrement appelées « patch antenna » en anglais ou des antennes à fente autrement appelée « slot antenna » en anglais.

[0039] Dans un mode de réalisation non limitatif, les antennes 100, 101, l'émetteur 103 et le récepteur 104 sont disposés sur une carte à circuit imprimé 105. Dans un mode de réalisation non limitatif, la carte à circuit imprimé est une carte à circuit imprimé rigide autrement appelée PCBA (« Printed Circuit Board Assembly » en anglais ou une carte à circuit imprimé flexible, autrement appelé « Flexboard » en anglais.

[0040] Le capteur radar 10 comprend en outre une unité de contrôle électronique 106 configurée pour contrôler l'émetteur 103 et le récepteur 104. Un capteur radar étant connu de l'homme du métier, il n'est pas décrit plus en détail ici.

[0041] L'agencement de couches 11 est décrit ci-après. Tel qu'illustré sur la [Fig.1] ou les

figures 3 à 5, il comprend :

- un premier sous-ensemble S1 d'au moins une couche 110 réfléchissante dans le domaine visible, et
- un deuxième sous-ensemble S2 d'au moins une couche 112.

- [0042] L'agencement de couches 11 est configuré pour réaliser une fonction lumineuse. Le premier sous-ensemble S1 et le deuxième sous-ensemble S2 collaborent à la réalisation de ladite fonction lumineuse. Dans un mode de réalisation non limitatif, la fonction lumineuse est une fonction d'éclairage et/ou de signalisation. C'est une fonction lumineuse dite réglementaire.
- [0043] On notera que la [Fig.1] étant une vue schématique, seules deux couches 110 ont été illustrées sur la [Fig.1] et seules deux couches 112 ont été illustrées sur la [Fig.1]. Dans la suite de la description, le premier sous-ensemble S1 de couches 110 est autrement appelé premier sous-ensemble S1, et le deuxième sous-ensemble S2 de couches 112 est autrement appelé deuxième sous-ensemble S2.
- [0044] Dans des modes de réalisation non limitatifs, l'agencement de couches 11 forme un logo illuminé ou une grille de face avant illuminée ou fait partie d'un projecteur. Dans ces cas, l'ensemble de véhicule 1 comprend une ou plusieurs sources de lumière 12. Ainsi, le logo ou la grille de face avant ou la structure de reliefs de découplage 13 (décrite plus loin) sont éclairés par une pluralité de sources de lumière 12. Ainsi, dans un mode de réalisation non limitatif, ledit ensemble de véhicule 1 comprend au moins une source de lumière 12 configurée pour émettre de la lumière visible Lx, autrement appelée lumière Lx ou lumière, qui rentre dans ledit agencement de couches 11 par une tranche. Dans l'exemple non limitatif illustré sur la [Fig.2], les sources de lumière 12 sont disposées sur le pourtour dudit agencement de couches 11 au niveau des couches 112 du deuxième sous-ensemble S2. Dans cet exemple non limitatif, l'agencement de couches 11 fait partie d'un projecteur 5 qui comprend également un module lumineux 50 qui possède également une ou plusieurs sources de lumière (non illustrées).
- [0045] Les sources lumineuses 12 génèrent des rayons lumineux (non illustrés) et produisent la lumière Lx qui est injectée dans les couches 112 transparentes et qui est réfléchi sur ladite au moins une couche 110. On notera notamment qu'une des couches 112 transparente est configurée pour servir de guide de lumière pour ladite lumière Lx, et les autres couches 112 sont des couches de style ou de protection (contre la corrosion dans un exemple non limitatif).
- [0046] Dans un mode de réalisation non limitatif, les sources de lumière 12 sont des sources de lumière à semi-conducteur. Dans un mode de réalisation non limitatif, les sources de lumière à semi-conducteur font partie d'une diode électroluminescente. Par diode électroluminescente, on entend tout type de diodes électroluminescentes, que ce soit dans des exemples non limitatifs des LED (« Light Emitting Diode »), des OLED

(« organic LED »), des AMOLED (Active-Matrix-Organic LED), ou encore des FOLED (Flexible OLED). Dans un autre mode de réalisation non limitatif, les sources de lumière 12 est une ampoule avec un filament.

[0047] Tel qu'illustré sur la [Fig.1], le premier sous-ensemble S1 de couches 110 est disposé en regard du capteur radar 10, tandis que le deuxième sous-ensemble S2 de couches 112 est adjacent au premier sous-ensemble S1 de couches 110 et est disposé en regard de l'extérieur du véhicule automobile 2.

[0048] Dans un premier mode de réalisation non limitatif, le premier sous-ensemble S1 est un sous-ensemble réfléchissant diffusant, à savoir ladite au moins une couche 110 est réfléchissante diffusante, et le deuxième sous-ensemble S2 est transparent dans le domaine du visible, à savoir les couches 112 sont transparentes à la lumière visible.

[0049] Dans un deuxième mode de réalisation non limitatif, le premier sous-ensemble S1 est un sous-ensemble transparent dans le domaine du visible avec une structure de reliefs à découplage de lumière 13, à savoir ladite au moins une couche 110 est transparente à la lumière visible et comprend une structure de reliefs à découplage de lumière 13, et le deuxième sous-ensemble S2 est transparent dans le domaine du visible, à savoir les couches 112 sont transparentes à la lumière visible.

[0050] La structure de reliefs de découplage de lumière 13 est configurée pour découpler la lumière Lx produite par les sources de lumière 12. Les reliefs 130 de la structure de reliefs de découplage de lumière 13 sont des modifications locales du relief de la face sur laquelle ils se trouvent, à savoir ici une des couches 110 en regard du capteur radar 10.

[0051] On notera que si la couche 110 est blanche réfléchissante diffusante, la lumière Lx ne se propage pas dans cette couche 110, elle est renvoyée directement vers l'extérieur du véhicule automobile 2 grâce à la structure de relief de découplage de lumière 13. Ladite structure de reliefs de découplage de lumière 13 est agencée de sorte à renvoyer la lumière Lx dans l'axe véhicule Ox du véhicule automobile 2 et permet ainsi d'assurer la fonction lumineuse. Dans des modes de réalisation non limitatifs, la structure de reliefs de découplage de lumière 13 comprend une pluralité de :

- minidisques, autrement appelés micros optiques obtenus par impact laser, et/ou
- micro-cônes, et/ou
- micro-cônes-prismes, et/ou
- mini-prismes, et/ou
- du grainage.

[0052] Ainsi, les reliefs 130 sont des minidisques et/ou des micro-cônes, et/ou des micro-cônes-prismes et/ou des miniprismes et/ou du grainage. On parle souvent, pour décrire une telle surface de diffusion ou de surface micro-optique.

[0053] Le premier sous-ensemble de couche s1 est configuré pour renvoyer la lumière Lx

produite par les sources de lumières 12 vers l'extérieur du véhicule automobile 2. Chaque couche 110 du premier sous-ensemble S1 possède un indice de réfraction primaire n_{10} , autrement appelé indice de réfraction n_{10} , et une épaisseur primaire e_{10} , autrement appelée épaisseur e_{10} . Le premier sous-ensemble S1 comprend une épaisseur totale e_1 composée de toutes les épaisseurs e_{10} . Les couches 110 présentent chacune un indice de réfraction n_{10} très proche de l'indice de réfraction n_{10} d'une autre couche 110 adjacente, autrement dit contigüe. Dans un mode de réalisation non limitatif, chaque couche 110 possède un indice de réfraction n_{10} qui présente une différence avec l'indice de réfraction n_{10} d'une couche 110 adjacente dudit premier sous-ensemble S1 inférieure à 0.1. Ce seuil permet également de rendre négligeable les ondes réfléchies internes entre les couches 110 du premier sous-ensemble S1. Dans une variante de réalisation non limitative de ce mode de réalisation non limitatif, la différence est inférieure à 0.05.

[0054] Le deuxième sous-ensemble de couches S2 est configuré pour propager la lumière visible L_x dans les couches 112 ce qui permet d'augmenter l'efficacité de la fonction lumineuse. Chaque couche 112 du deuxième sous-ensemble S2 possède un indice de réfraction secondaire n_{20} , autrement appelé indice de réfraction n_{20} , et une épaisseur secondaire e_{20} , autrement appelé épaisseur e_{20} . Le deuxième sous-ensemble S2 comprend une épaisseur totale e_2 composée de toutes les épaisseurs e_{20} . Les couches 112 présentent chacune un indice de réfraction n_{20} très proche de l'indice de réfraction n_{20} d'une couche 112 adjacente, autrement dit contigüe. Dans un mode de réalisation non limitatif, chaque couche 112 possède un indice de réfraction n_{20} qui présente une différence avec l'indice de réfraction secondaire n_{20} d'une couche 112 adjacente dudit deuxième sous-ensemble S2 inférieure à 0.1. Ce seuil permet également de rendre négligeable les ondes réfléchies internes entre les couches 112 du deuxième sous-ensemble S2. Dans l'exemple non limitatif illustré, le deuxième sous-ensemble S2 comprend deux couches 112a et 112b dont la couche 112a qui sert de guide de lumière pour la lumière L_x , et la couche 112b qui est une couche de protection. La couche de sortie 112a possède un indice de réfraction secondaire n_{20a} qui présente une différence avec l'indice de réfraction secondaire n_{20b} de la couche de protection 112b qui lui est adjacente inférieure à 0.1 dans le domaine radar. Dans une variante de réalisation non limitative de ce mode de réalisation non limitatif, la différence est inférieure à 0.05. Dans l'exemple non limitatif illustré, l'indice de réfraction secondaire n_{20a} est égal à 1.6 et l'indice de réfraction secondaire n_{20b} est égal à 1.62.

[0055] L'agencement de couches 11 comprend ainsi une épaisseur totale $e_0 = e_1 + e_2$ tel qu'illustré sur la [Fig.5].

[0056] L'indice de réfraction primaire n_{10} est élevé par rapport à l'indice de réfraction secondaire n_{20} dans le domaine radar. Par « élevé », on entend que les couches 110 et

112 ne peuvent pas être considérées comme une couche équivalente. Ainsi, dans un mode de réalisation non limitatif, chaque couche 112 du deuxième sous-ensemble S2 possède un indice de réfraction n_{20} qui présente une différence avec l'indice de réfraction n_{10} d'une couche 110 dudit premier sous-ensemble S1 supérieure à 0.1. On a ainsi un delta d'indice de réfraction supérieur à 0.1 dans le domaine radar.

[0057] Dans un mode de réalisation non limitatif illustré sur la [Fig.5], le premier sous-ensemble S1 de couches 110 comprend une seule couche 110. Dans un mode de réalisation non limitatif, la couche 110 est une couche de matériau réfléchissant blanc. Ainsi, le premier sous-ensemble S1 de couches 110 est blanc réfléchissant diffusant. Cela permet de maximiser l'efficacité des sources de lumière 12 sinon la moitié de la lumière visible L_x serait perdue. Dans une variante de réalisation non limitative, le matériau est composé de particules de titane TiO_2 . Dans un exemple non limitatif, c'est un plastique avec un dopant à l'oxyde de titane. On notera que plus le dopage en oxyde de titane est important, plus le matériau est optiquement réfléchissant, et donc plus l'indice de réfraction est élevé dans le domaine radar. Dans un mode de réalisation non limitatif, le plastique dopé est du PC (polycarbonate). Le dopage au titane a pour avantages :

- d'utiliser un processus maîtrisé qui permet d'obtenir une homogénéité de répartition sur de grandes pièces telle qu'une grille de face avant, contrairement à une couche de peinture,

- de pouvoir faire varier la réflectivité et ainsi de maîtriser l'indice de réfraction, contrairement à une couche de peinture. La couche 110 en plastique dopée à l'oxyde de titane participe à la réalisation de la fonction lumineuse. Par ailleurs, on remarquera que le titane permet de protéger le plastique dopé en titane. La couche 110 est une couche transparente aux ondes radars R1, R2 mais pas à la lumière visible L_x , à savoir elle laisse passer les ondes radars R1, mais pas la lumière visible L_x puisque cette dernière est réfléchiée en grande partie sur la couche 110 (notamment sur l'interface J12 décrite plus loin). Dans un mode de réalisation non limitatif, son épaisseur e_{10} est de quelques millimètres. Dans un mode de réalisation non limitatif, l'indice de réfraction primaire n_{10} de cette couche 110 est égal à 2. On notera que plus on augmente la concentration en particules de titane TiO_2 , plus la couche 110 est réfléchissante et plus son indice de réfraction primaire n_{10} augmente. Ce mode de réalisation non limitatif d'une seule couche 110 est pris comme exemple non limitatif dans la suite de la description.

[0058] Dans un mode de réalisation non limitatif illustré sur la [Fig.5], le deuxième sous-ensemble S2 de couches 112 comprend :

- une couche de sortie 112a qui forme une glace de sortie de l'agencement de couches 11,

- une couche de protection 112b qui permet d'éviter le jaunissement du plastique de la glace de sortie 112a en arrêtant les ultra-violets.

[0059] Dans un mode de réalisation non limitatif, la couche de protection 112b peut être également une couche anti-rayures. Dans un mode de réalisation non limitatif, la couche de sortie 112a est réalisée en PC. C'est une couche transparente à la fois aux ondes radars R1, R2 et à la lumière visible Lx. Dans un mode de réalisation non limitatif, la couche de protection 112b comprend une épaisseur e_{20b} de sensiblement 50 micromètres. Dans un mode de réalisation non limitatif, la couche de protection 112b est un dépôt d'un vernis protecteur.

[0060] Tel qu'illustré sur les figures 3 à 5, lorsque une onde radar R1 est émise par le capteur radar 10, elle chemine jusqu'à l'agencement de couches 11. L'onde radar R1 se réfléchit sur l'agencement de couches 11 et génère quatre ondes réfléchies R11, R12, R13, R14, dont :

- R11, une onde réfléchie sur la face extérieure S1.1 du premier sous-ensemble S1,
- R12, une onde réfléchie à l'intérieur de l'agencement de couches 11 et sur l'interface J12 entre ledit premier sous-ensemble S1 et ledit deuxième sous-ensemble S2,
- R13 (illustré sur la [Fig.5] dessin (a)), une onde réfléchie à l'intérieur de l'agencement de couches 11 et sur l'interface J22 entre les deux couches 112a et 112b du deuxième sous-ensemble,
- R14, une onde réfléchie sur la face extérieure S2.1 du deuxième sous-ensemble S2.

[0061] On notera que les ondes réfléchies R12, R13 et R14 comprennent avant réflexion une partie incidente qui traverse les couches 110 pour R12, 110 et 112a pour R13, et 110, 112a et 112b pour R14.

[0062] Autrement dit, il existe des ondes réfléchies sur chaque dioptré défini entre deux couches différentes adjacentes. Les quatre ondes réfléchies R11 à R14 sont des ondes réfléchies dites d'ordre 1 qui reviennent sur le capteur radar 10. Ce sont des réflexions parasites qui perturbent l'onde radar R1. On notera sur les figures 3 et 4 l'onde radar R1' qui est l'onde radar qui ressort en sortie de l'agencement de couches 11. En raison de ces réflexions parasites, l'onde radar R1 est très atténuée par rapport à l'onde radar R1 qui rentre dans l'agencement de couches 11. L'efficacité du capteur radar 10 est ainsi réduite. Pour pallier à ce problème, comme on va le voir ci-après, on optimise successivement les épaisseurs e_1 puis e_2 .

[0063] L'intensité de réflexion varie d'une onde réfléchie à une autre. Dans l'exemple non limitatif illustré, l'intensité de réflexion de R13 est négligeable car la différence d'indice de réflexion entre n_{20a} et n_{20b} est très très faible et les réflexions de Fresnel sont donc négligeables. Son intensité de réflexion est inférieure à 0.5% de l'onde radar R1, tandis que l'intensité de réflexion des ondes réfléchies R11, R12 et R14 varie entre

3 et 8% dans un exemple non limitatif. L'onde réfléchie R13 n'a que très peu d'effet sur la transmission de l'onde radar R1, tandis que les ondes réfléchies R11, R12 et R14 perturbent l'onde radar R1.

- [0064] Si le premier sous-ensemble de couches 110 comprend plusieurs couches 110, on notera qu'il est possible de considérer que l'ensemble des couches 110 du premier sous-ensemble S1 équivaut à une seule couche équivalente d'épaisseur totale e_1 avec un indice de réfraction équivalent n_{eq1} (illustré sur les figures 1, 3 et 4) lorsque les couches 110 présentent chacune un indice de réfraction n_{10} très proche de l'indice de réfraction n_{10} d'une autre couche 110 adjacente, autrement dit contigüe. Pour rappel, dans l'exemple non limitatif pris, il y a un delta d'indice de réfraction inférieur à 0.1.
- [0065] On notera qu'il est possible de considérer que l'ensemble des couches 112 du deuxième sous-ensemble S2 équivaut à une seule couche équivalente d'épaisseur totale e_2 avec un indice de réfraction équivalent n_{eq2} (illustré sur les figures 1, 3 et 4) lorsque les couches 112 présentent chacune un indice de réfraction n_{20} très proche de l'indice de réfraction n_{20} d'une couche 112 adjacente, autrement dit contigüe. Pour rappel, dans l'exemple non limitatif pris, il y a un delta d'indice de réfraction inférieur à 0.1.
- [0066] On rappelle que ces deux indices de réfraction secondaire n_{20a} et n_{20b} sont éloignés de l'indice de réfraction primaire n_{10} en termes de valeur. Il y a un grand saut d'indice de réfraction. On ne peut donc avoir d'indice de réfraction équivalent entre les deux sous-ensembles S1 et S2 sauf si la ou les couches 110 possèdent une épaisseur e_{10} nettement inférieure à l'onde radar R1 et négligeable devant l'épaisseur e_2 de la ou des couches 112 ce qui n'est pas le cas. Par nettement inférieure, on entend que $e_{10} = \lambda/10$.
- [0067] De plus, comme n_{10} est nettement supérieur à n_{20} , on ne peut avoir d'indice de réfraction équivalent entre les deux sous-ensembles S1 et S2.
- [0068] On notera qu'on pourrait avoir un indice de réfraction équivalent si n_{10} était très proche ou égal à n_{20} , ce qui n'est pas le cas non plus. Ainsi, à cause du saut d'indice élevé entre n_{10} et n_{20} , il n'est pas possible d'avoir d'indice de réfraction équivalent entre le premier sous-ensemble S1 et le deuxième sous-ensemble S2 et d'optimiser l'épaisseur e_0 .
- [0069] Par contre, tel qu'illustré sur les figures 1, 3 et 4, le deuxième sous-ensemble S2 possède un indice de réfraction équivalent n_{eq2} égal à :
- [0070] [Math.1]
- $$n_{eq2} = \frac{n_{20a}n_{20b}(e_{20a} + e_{20b})}{n_{20b}e_{20a} + n_{20a}e_{20b}} = \frac{n_{20a}n_{20b}\left(1 + \frac{e_{20b}}{e_{20a}}\right)}{n_{20b} + n_{20a}\left(\frac{e_{20b}}{e_{20a}}\right)}$$
- [0071] Le même principe s'applique pour le premier sous-ensemble S1 si ce dernier comprend une pluralité de couches 110 d'indices de réfraction n_{10} très proches. Il possèdera un indice équivalent n_{eq1} . On notera qu'un indice de réfraction n est

calculable à partir de la permittivité d'une couche. Ce calcul étant connu de l'homme du métier, il n'est pas décrit ici.

- [0072] Avec le calcul de l'indice équivalent n_{eq2} , on ne prend plus en compte l'onde réfléchie R13 qui est négligeable car possédant une très faible intensité de réflexion. Ainsi, Tel qu'illustré sur le dessin (b) de la [Fig.5], il reste donc les ondes réfléchies R11, R12 et R13 qui gênent le capteur radar 10. Ainsi, l'onde radar R1 se réfléchit sur l'agencement de couches 11 et génère trois ondes réfléchies R11, R12, R13 qui présente des intensités de réflexion importantes, à savoir une grande partie de leur énergie revient vers le capteur radar 10. Dans ce cas, il existe une valeur d'intensité de réflexion égale à :

- [0073] [Math.2]

$$I(M) = R11 + R12 + R14 + 2\sqrt{R11R12}\cos(\Delta\varphi(R11, R12)) + 2\sqrt{R11R14}\cos(\Delta\varphi(R11, R14)) + 2\sqrt{R12R14}\cos(\Delta\varphi(R12, R14))$$

- [0074] Avec :

- $\Delta\varphi(R11, R12)$ la différence de phase entre les ondes réfléchies R11, R12,
- $\Delta\varphi(R11, R14)$ la différence de phase entre les ondes réfléchies R11, R14,
- $\Delta\varphi(R12, R14)$ la différence de phase entre les ondes réfléchies R12, R14.

- [0075] Une valeur d'intensité de réflexion $I(M)$ minimum est obtenue quand les différentes couches des deux sous-ensembles S1, S2 sont optimisées de sorte à induire séparément un décalage de phase de π modulo 2π pour avoir respectivement des interférences destructives entre les termes R11 & R14 et R11 & R12. Ainsi, afin de minimiser les ondes parasites R11, R12 et R14, il faut donc que R11 et R12 soient en opposition de phase pour créer des interférences destructives, et également que R11 et R14 soient en opposition de phase pour créer des interférences destructives. On optimise ainsi les phénomènes d'interférence dus aux réflexions les plus importantes, à savoir R11, R14. On notera que le terme R12&R14 restera en phase constructive, mais il est nettement moins impactant que la somme des deux autres termes car le terme R12&R14 est inférieur en intensité aux termes de R11&R14 et R11&R12.

- [0076] A cet effet, pour réduire les ondes parasites et améliorer la transmission des ondes radars R1, comme les couches 112 du deuxième sous-ensemble S2 peuvent être considérées comme une couche équivalente car il y a un faible delta d'indice de réfraction entre les différentes couches 112, cette couche équivalente va être dimensionnée de sorte à avoir un déphasage de π modulo 2π entre R11 et R14. Par contre, en cas de fort delta d'indice de réfraction entre deux couches successives, ces dernières ne peuvent être considérées comme une couche équivalente. Ceci est le cas avec la couche 110 et la couche équivalente formée par les couches 112a et 112b. Dans ce cas, chaque couche non équivalente doit être optimisée séparément pour réduire les ondes parasites et améliorer la transmission des ondes radars R1. Dans ce cas, chaque couche non équivalente doit induire un déphasage de π modulo 2π .

[0077] Ci-après est maintenant décrite la manière dont on réalise des interférences destructrices entre R11 et R12. Comme on va le voir, à cet effet, on optimise l'épaisseur $e1$.

[0078] L'épaisseur totale $e1$ du premier sous-ensemble S1 de couches 110 est dimensionnée de sorte qu'il existe un déphasage de π modulo 2π entre R11 et R12. Autrement dit, L'épaisseur totale $e1$ du premier sous-ensemble S1 de couches 110 est dimensionnée de sorte qu'il existe un déphasage de π modulo 2π entre les ondes incidentes R11 des ondes radars R1 sur la face extérieure S1.1 du premier sous-ensemble S1 et les ondes réfléchies R12 sur l'interface J12 entre ledit premier sous-ensemble S1 et ledit deuxième sous-ensemble S2 lorsqu'elles ressortent dudit premier sous-ensemble S1.

[0079] Lorsque l'angle d'incidence θ est différent de 0° , l'angle réfracté correspondant référencé r est différent de 0° également.

[0080] La différence de phase $\Delta\varphi$, autrement appelée déphasage $\Delta\varphi$, entre ces deux ondes réfléchies R11 et R12 est égal à :

[0081] [Math.3]

$$\Delta\varphi = \frac{n_{eq1}\delta}{\lambda} + \pi - \frac{2e1 \tan(r) \sin(\theta)}{\lambda}$$

[0082] Avec :

- n_{eq1} , l'indice de réfraction équivalent pour le premier sous-ensembles S1, ici égal à $n10$ car il n'y a qu'une seule couche 110 dans l'exemple non limitatif pris,
- δ le trajet de l'onde réfléchie R12 dans la matière égal à $2e1 / \cos(r)$,
- $n\delta/\lambda$ le déphasage dû au parcours dans la matière,
- π le déphasage dû à la réflexion interne dans le premier sous-ensemble S1,
- $-((2e1 \tan(r) \sin(\theta))/\lambda)$ le déphasage dans l'air dû l'écart entre le point de réflexion Pt1 de l'onde réfléchie R11 et le point d'émergence Pt2 de l'onde réfléchie R12 illustrés sur la [Fig.3].

[0083] Comme $\sin(\theta) = n_{eq1} \times \sin(r)$, on obtient :

[0084] [Math.4]

$$\frac{-2e1 \tan(r) \sin(\theta)}{\lambda} = \frac{-2e1 n_{eq1} \sin(r)^2}{\lambda \cos(r)}$$

[0085] Soit :

[0086] [Math.5]

$$\Delta\varphi = \pi + \frac{2n_{eq1}e1}{\lambda \cos(r)} (1 - \sin(r)^2) = \pi + \frac{2n_{eq1}e1 \cos(r)}{\lambda}$$

[0087] et ce quelque soit la valeur de l'angle réfracté r .

[0088] Comme les ondes réfléchies R11 et R12 reviennent en direction du capteur radar 10, elles entraînent des perturbations sur le capteur radar 10, à savoir une atténuation du rapport signal sur bruit. Afin de supprimer ces perturbations, on va définir l'épaisseur

totale e1 du premier sous-ensemble S1 de sorte que les ondes réfléchies R11 et R12 soient en opposition de phase pour créer des interférences destructrices. Pour obtenir des interférences destructrices, la différence de phase $\Delta\phi$ entre les deux ondes réfléchies R11 et R12 doit être égale à π modulo 2π . Ainsi, on a $\Delta\phi = (2m+1)*\pi$, avec m un entier naturel. On obtient donc :

[0089] [Math.6]

$$(2m + 1) \pi = \pi + \frac{2n_{eq1}e1\cos(r)}{\lambda}$$

[0090] Soit :

[0091] Soit $e1 = m \lambda / (2n_{eq1} \cos(r))$.

[0092] On notera que l'équation $e1 = m \lambda / (2n_{eq1} \cos(r))$ est appliquée quelle que soit la valeur de l'angle r. Ainsi, cette épaisseur e1 est dimensionnée de sorte qu'elle soit égale à m fois une longueur d'onde λ de ladite plage $\Delta 1$ le tout divisé par deux fois un indice de réfraction équivalent n_{eq1} du premier sous-ensemble S1 de couches 110, fois le cosinus d'un angle réfracté r correspondant à l'angle d'incidence θ des ondes radars R1, avec m entier. Ainsi, à partir de l'indice de réfraction équivalent n_{eq1} et de la longueur d'onde λ utilisée sur la plage de fréquence de fonctionnement du capteur radar 10, l'épaisseur e1 du premier sous-ensemble S1 peut être déterminée de sorte que lesdites ondes réfléchies R11 et R12 s'annulent entre elles. Dans un mode de réalisation non limitatif, la longueur d'onde λ choisie est celle du milieu de ladite plage $\Delta 1$.

[0093] Une épaisseur totale e1 idéale est définie lorsque l'angle d'incidence est égal à 0°; et m est égal à 1. Lorsque $\theta = 0$, $r = 0$. En conséquence pour $m=1$, l'épaisseur totale e1 idéale du premier sous-ensemble S1 est donc $e1 = \lambda / (2n_{eq1})$, quand $r = 0^\circ$, à savoir $\cos(r) = 1$. Autrement dit, ici dans l'exemple non limitatif d'une seule couche $e1 = \lambda / (2n_{10})$.

[0094] On va ainsi adapter l'épaisseur totale e1 pour obtenir l'épaisseur totale e1 idéale $= \lambda / (2n_{eq1})$ lorsque $\theta = 0$ ou pour obtenir $e1 = m \lambda / (2n_{eq1} \cos(r))$ lorsque $\theta \neq 0$.

[0095] Dans un mode de réalisation non limitatif, le premier ensemble de couches S1 comprend une épaisseur totale e1 qui est comprise entre 0,8 et 1,2 fois ladite épaisseur totale e1 idéale. Cette plage de valeurs prend en compte les angles d'émission possibles du capteur radar 10. Les valeurs possibles de l'angle d'incidence θ sont définies dans les spécifications techniques du capteur radar 10, ce qui signifie que les valeurs possibles de l'angle d'incidence θ sont en le champ de vision du capteur radar 10. Dans un exemple non limitatif, l'angle d'incidence θ est compris entre 0° et $+ -30^\circ$. Cette valeur de plage de 0,8 à 1,2 permet de prendre en compte les tolérances de fabrication de l'épaisseur totale e0. On notera que dans l'exemple non limitatif pris, l'épaisseur e10 de la couche 110 de matériau réfléchissant blanc qui est composé de particules de titane TiO_2 est facilement maîtrisable en matière de processus industriel.

- [0096] On notera qu'il existe une valeur de l'angle d'incidence θ pour laquelle les ondes radars réfléchies R11 et R12 entraînent une perturbation maximum des antennes réceptrices 101 du capteur radar 10. Cet angle d'incidence θ est appelé angle d'incidence θ critique. Dans un mode de réalisation non limitatif, cette valeur est égale à $\theta = \arctan(d1/(2e4))$, avec $d1$ la distance entre l'antenne émettrice 100 et les antennes réceptrices 101, $e4$ la distance entre le capteur radar 10 et l'agencement de couches 11 tel qu'illustré sur la [Fig.3]. Ainsi, dans un mode de réalisation non limitatif, la valeur de l'épaisseur totale $e1$ est déterminée pour un angle d'incidence θ égal à $\arctan(d1/(2e4))$. On notera que dans un exemple non limitatif, on prend le point milieu des antennes réceptrices 101 pour calculer $d1$.
- [0097] Ainsi, en fonction de la valeur de l'indice de réfraction équivalent total n_{eq1} et de la longueur d'onde λ utilisée sur la plage de fréquence de fonctionnement du capteur radar 10 (entre 76GHZ à 81GHZ dans l'exemple non limitatif pris), on peut déterminer la valeur de l'épaisseur totale $e1$ pour que les ondes réfléchies R11 et R12 d'ordre 1 s'annulent entre elles. Ainsi, les antennes réceptrices 101 voient moins de bruit. On arrive à un meilleur rapport signal sur bruit.
- [0098] Grâce à l'optimisation de l'épaisseur $e1$ et comme les couches 110 et 112 sont parallèles entre elles, le chemin parcouru dans l'épaisseur $e1$ entre l'onde radar R1 et l'onde réfléchie R14 est le même, on arrive donc avec le même angle d'incidence sur l'interface S1.1 pour l'onde radar R1 et sur l'interface J1.2 pour l'onde réfléchie R14. Donc on a un également un déphasage égal à π modulo 2π entre la partie incidente de l'onde réfléchie R14 qui traverse le premier sous-ensemble S1 à l'aller (à savoir la couche 110) et la partie de l'onde réfléchie R14 qui traverse le premier sous-ensemble au retour (à savoir la couche 110). Ces deux parties s'annulent donc entre elles. Pour la suite, il suffit d'avoir des interférences destructrices entre l'onde réfléchie R11 et l'onde réfléchie R14 au niveau du deuxième sous-ensemble S2. Ci-après est maintenant décrite la manière dont on réalise des interférences destructrices entre R11 et R14. Comme on va le voir, à cet effet, on optimise l'épaisseur $e2$ (après avoir donc optimisé l'épaisseur $e1$).
- [0099] L'épaisseur totale $e2$ du deuxième sous-ensemble S2 de couches 112 est dimensionnée de sorte qu'il existe un déphasage de π modulo 2π entre R11 et R14. Autrement dit, l'épaisseur totale $e2$ du deuxième sous-ensemble S2 de couches 112 est dimensionnée de sorte qu'il existe un déphasage de π modulo 2π entre les ondes incidentes R11 des ondes radars R1 sur la face extérieure S1.1 du premier sous-ensemble S1 et les ondes réfléchies R14 sur la face extérieure S2.1 du deuxième sous-ensemble S2 lorsqu'elles ressortent dudit premier sous-ensemble S1.
- [0100] Lorsque l'angle d'incidence θ est différent de 0° , l'angle réfracté correspondant référencé r est différent de 0° également.

[0101] La différence de phase $\Delta\varphi$, autrement appelée déphasage $\Delta\varphi$, entre ces deux ondes réfléchies R11 et R14 est égal à :

[0102] [Math.7]

$$\Delta\varphi = \frac{n_{eq2}\delta}{\lambda} + \pi - \frac{2e2\tan(r)\sin(\theta)}{\lambda}$$

[0103] Avec :

- n_{eq2} , l'indice de réfraction équivalent totale pour le deuxième sous-ensembles S2,
- δ le trajet de l'onde réfléchi R14 dans la matière égal à $2e2/\cos(r)$,
- $n\delta/\lambda$ le déphasage dû au parcours dans la matière,
- π le déphasage dû à la réflexion interne dû au passage de l'onde radar R1 d'un milieu bas indice (air) à haut indice (n_{eq1}),
- $((2e2 \tan(r) \sin(\theta))/\lambda)$ le déphasage dans l'air dû l'écart entre le point de réflexion Pt1 de l'onde réfléchi R11 et le point d'émergence Pt4 de l'onde réfléchi R14 illustré sur la [Fig.4].

[0104] Comme $\sin(\theta) = n_{eq2} \times \sin(r)$, on obtient :

[0105] [Math.8]

$$\frac{-2e2\tan(r)\sin(\theta)}{\lambda} = \frac{-2e2n_{eq2}\sin(r)^2}{\lambda\cos(r)}$$

[0106] Soit :

[0107] [Math.9]

$$\Delta\varphi = \pi + \frac{2n_{eq2}e2}{\lambda\cos(r)} (1 - \sin(r)^2) = \pi + \frac{2n_{eq2}e2\cos(r)}{\lambda}$$

[0108] et ce quelque soit la valeur de l'angle réfracté r .

[0109] Comme les ondes réfléchies R11 et R14 reviennent en direction du capteur radar 10, elles entraînent des perturbations sur le capteur radar 10, à savoir une atténuation du rapport signal sur bruit. Afin de supprimer ces perturbations, on va définir l'épaisseur totale $e2$ du deuxième sous-ensemble S2 de sorte que les ondes réfléchies R11 et R14 soient en opposition de phase pour créer des interférences destructrices. Pour obtenir des interférences destructrices, la différence de phase $\Delta\varphi$ entre les deux ondes réfléchies R11 et R14 doit être égale à π modulo 2π . Ainsi, on a $\Delta\varphi = (2m+1)*\pi$, avec m un entier naturel. On obtient donc :

[0110] [Math.10]

$$(2m+1)\pi = \pi + \frac{2n_{eq2}e2\cos(r)}{\lambda}$$

[0111] Soit :

[0112] Soit $e2 = m\lambda / (2n_{eq2} \cos(r))$.

[0113] On notera que l'équation $e2 = m\lambda / (2n_{eq2} \cos(r))$ est appliquée quelle que soit la valeur de l'angle r . Ainsi, cette épaisseur totale $e2$ est dimensionnée de sorte qu'elle

soit égale à m fois une longueur d'onde λ de ladite plage $\Delta 1$ le tout divisé par deux fois un indice de réfraction équivalent n_{eq2} du deuxième sous-ensemble S2 de couches 112, fois le cosinus d'un angle réfracté r correspondant à l'angle d'incidence θ des ondes radars R1, avec m entier. Ainsi, à partir de l'indice de réfraction équivalent total n_{eq2} et de la longueur d'onde λ utilisée sur la plage de fréquence de fonctionnement du capteur radar 10, l'épaisseur totale $e2$ du deuxième sous-ensemble S2 peut être déterminée de sorte que lesdites ondes réfléchies R11 et R14 s'annulent entre elles. Dans un mode de réalisation non limitatif, la longueur d'onde λ choisie est celle du milieu de ladite plage $\Delta 1$.

- [0114] Une épaisseur totale $e2$ idéale est définie lorsque l'angle d'incidence est égal à 0; et m est égal à 1. Lorsque $\theta = 0$, $r = 0$. En conséquence pour $m=1$, l'épaisseur totale $e2$ idéale du deuxième sous-ensemble S2 est donc $e2 = \lambda / (2n_{eq2})$. Quand $r = 0^\circ$, à savoir $\cos(r) = 1$.
- [0115] On va ainsi adapter l'épaisseur totale $e2$ pour obtenir $e2$ idéale = $\lambda / (2n_{eq2})$ lorsque $\theta = 0$ ou pour obtenir $e2 = m \lambda / (2n_{eq2} \cos(r))$ lorsque $\theta \neq 0$. Le fait de jouer sur l'épaisseur totale $e2$ ne modifie pas les performances optiques du logo illuminé.
- [0116] Ainsi, l'épaisseur totale $e2$ du deuxième sous-ensemble de couches 112 est dimensionnée de sorte que l'épaisseur totale $e2$ est égale à ladite longueur d'onde λ divisée par deux fois l'indice de réfraction équivalent n_{eq2} du deuxième sous-ensemble S2 de couches 112, pour un angle d'incidence θ égal à zéro. Si l'angle d'incidence θ est différent de zéro, on obtient $e2 = m \lambda / (2n_{eq2} \cos(r))$. Cette équation est appliquée quelle que soit la valeur de l'angle de réfraction r .
- [0117] Dans un mode de réalisation non limitatif, pour optimiser $e2$, on ne modifie l'épaisseur d'une seule des couches 112 dudit deuxième sous-ensemble S2. Cela simplifie le processus d'optimisation. Dans un mode de réalisation non limitatif, c'est la couche où est injectée la lumière Lx et qui sert de guide lumière pour ladite lumière Lx qui sera modifiée. Ainsi, on notera qu'en pratique on va ajuster l'épaisseur $e20a$ de la couche de sortie 112a. En effet, la couche de protection 112b étant déjà très mince, on ne peut jouer sur son épaisseur $e20b$. Ainsi, en pratique, on ne change l'épaisseur $e20$ que d'une seule couche 112, à savoir celle qui est la plus facile à injecter ou celle dont le matériau est le moins cher.
- [0118] Dans un mode de réalisation non limitatif, le deuxième sous-ensemble S2 comprend une épaisseur totale $e2$ qui est comprise entre 0,8 et 1,2 fois ladite épaisseur totale $e2$ idéale. Cette plage de valeurs prend en compte les angles d'émission possibles du capteur radar 10. Les valeurs possibles de l'angle d'incidence θ sont définies dans les spécifications techniques du capteur radar 10, ce qui signifie que les valeurs possibles de l'angle d'incidence θ sont en le champ de vision du capteur radar 10. Dans un exemple non limitatif, l'angle d'incidence θ est compris entre 0° et $+ -30^\circ$. Cette valeur

de plage de 0,8 à 1,2 permet de prendre en compte les tolérances de fabrication de l'épaisseur totale e_2 .

- [0119] On notera qu'il existe une valeur de l'angle d'incidence θ pour laquelle les ondes radars réfléchies R11 et R14 entraînent une perturbation maximum des antennes réceptrices 101 du capteur radar 10. Cet angle d'incidence θ est appelé angle d'incidence θ critique. Dans un mode de réalisation non limitatif, cette valeur est égale à $\theta = \arctan(d_1/(2e_4))$, avec d_1 la distance entre l'antenne émettrice 100 et les antennes réceptrices 101, e_4 la distance entre le capteur radar 10 et l'agencement de couches 11 tel qu'illustré sur la [Fig.4]. Ainsi, la valeur de l'épaisseur totale e_2 est déterminée pour un angle d'incidence θ égal à $\arctan(d_1/(2e_4))$. On notera que dans un exemple non limitatif, on prend le point milieu des antennes réceptrices 101 pour calculer d_1 .
- [0120] Ainsi, en fonction de la valeur de l'indice de réfraction équivalent total n_{eq2} et de la longueur d'onde λ utilisée sur la plage de fréquence de fonctionnement du capteur radar 10 (entre 76GHZ à 81GHZ dans l'exemple non limitatif pris), on peut déterminer la valeur de l'épaisseur totale e_2 pour que les ondes réfléchies R11 et R14 d'ordre 1 s'annulent entre elles. Ainsi, les antennes réceptrices 101 voient moins de bruit. On arrive à un meilleur rapport signal sur bruit.
- [0121] La [Fig.6] illustre un diagramme de résultats suite à une optimisation du deuxième sous-ensemble S2 de l'agencement de couches 11 pour minimiser les effets des ondes réfléchies R11 et R14 sur l'onde radar R1, mais sans optimisation du premier sous-ensemble S1 de l'agencement de couches 11 ; les effets des ondes réfléchies R11 et R12 sur l'onde radar R1 étant toujours présents. Ainsi, R11 et R14 produisent des interférences destructrices entre elles, tandis que R11 et R12 produisent des interférences constructrices entre elles. En abscisse se trouve l'angle d'incidence θ , et en ordonnée l'intensité de réflexion IRL en décibels (dB). Il existe deux courbes C1, C2 pour respectivement deux angles d'incidence θ de 76Ghz et 77GHz.
- [0122] La [Fig.7] illustre un diagramme de résultats suite à une optimisation du deuxième sous-ensemble S2 de l'agencement de couches 11 pour minimiser les effets des ondes réfléchies R11 et R14 sur l'onde radar R1, et à une optimisation du premier sous-ensemble S1 de l'agencement de couches 11 pour minimiser les effets des ondes réfléchies R11 et R12 sur l'onde radar R1. Ainsi, R11 et R14 produisent des interférences destructrices entre elles, et R11 et R12 produisent des interférences également destructrices entre elles. En abscisse se trouve l'angle d'incidence θ , et en ordonnée l'intensité de réflexion IRL en décibels (dB). Il existe deux courbes C1, C2 pour respectivement deux angles d'incidence θ de 76Ghz et 77GHz.
- [0123] Dans le diagramme de la [Fig.6], on a une intensité de réflexion IRL moyenne de -10db lorsque l'on traite uniquement les perturbations dues aux ondes réfléchies R11 et R14, tandis que dans le diagramme de la [Fig.7] on a une intensité de réflexion IRL

moyenne de -16db lorsque l'on traite les perturbations dues aux ondes réfléchies R11 et R12 en plus de celles dues aux ondes réfléchies R11 et R14. On a ainsi un gain de 6 dB en décibels lorsque l'on traite les perturbations dues aux ondes réfléchies R11 et R12 et celles dues aux ondes réfléchies R11 et R14.

- [0124] Bien entendu la description de l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits ci-dessus et au domaine décrit ci-dessus. Ainsi, dans un autre mode de réalisation non limitatif, le capteur radar 10 comprend plus d'une antenne émettrice 100 et plus de deux antennes réceptrices 101. Ainsi, dans un mode de réalisation non limitatif, on peut dimensionner l'épaisseur e2 avant l'épaisseur e1 ou en parallèle.
- [0125] Ainsi, l'invention décrite présente notamment les avantages suivants :
- elle permet de minimiser les ondes réfléchies R11, R12 et R14 d'ordre 1 qui se réfléchissent en direction du capteur radar 10. Le ratio signal sur bruit dudit capteur radar 10 n'est ainsi plus réduit. La transmission des ondes radars R1 est améliorée,
 - elle permet de minimiser les ondes réfléchies R11, R12, et R14 en modifiant l'épaisseur totale e1 et l'épaisseur totale e2, donc en modifiant la couche 110 blanche réfléchissante diffusante et en modifiant les couches 112 transparentes,
 - elle permet de minimiser les ondes réfléchies R11 et R12 entre deux couches non équivalentes dont la différence d'indices de réfraction est importante.

Revendications

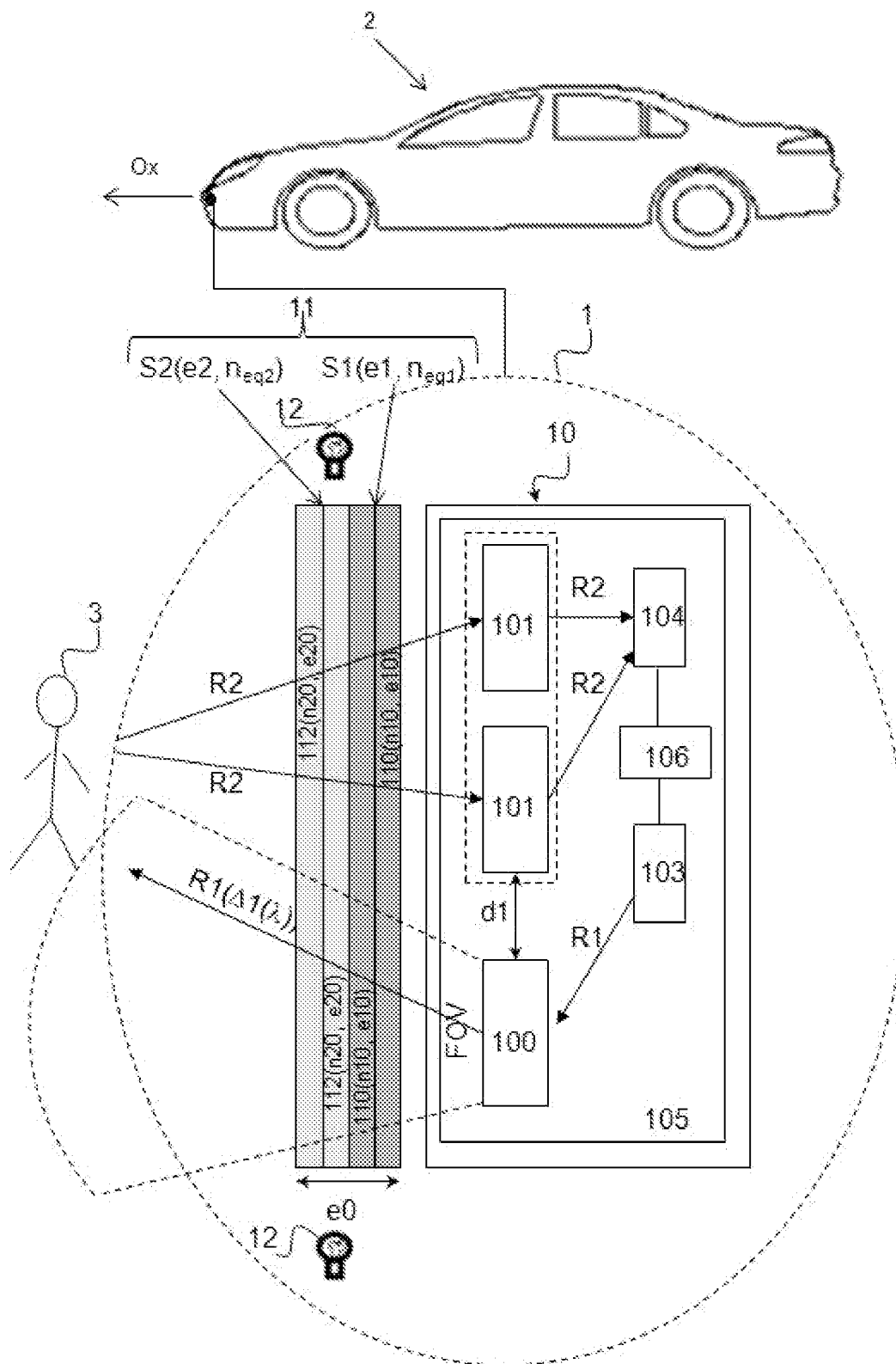
- [Revendication 1] Ensemble de véhicule (1) pour véhicule (2), ledit ensemble de véhicule (1) comprenant :
- un capteur radar (10) configuré pour émettre des ondes radars (R1) sur une plage ($\Delta 1$) de longueurs d'onde (λ), et
 - un agencement de couches (11) disposé en regard dudit capteur radar (10) et configuré pour réaliser une fonction lumineuse, ledit agencement de couches (11) comprenant un premier sous-ensemble (S1) d'au moins une couche (110) réfléchissante dans le domaine visible, chaque couche (110) ayant un indice de réfraction primaire (n_{10}) et une épaisseur primaire (e_{10}), et un deuxième sous-ensemble (S2) d'au moins une couche (112) transparente dans le domaine visible, chaque couche (112) ayant un indice de réfraction secondaire (n_{20}), ledit indice de réfraction primaire (n_{10}) étant élevé par rapport audit indice de réfraction secondaire (n_{20}) dans le domaine radar, caractérisé en ce que :
 - l'épaisseur totale (e_1) dudit premier sous-ensemble (S1) de couches (110) est dimensionnée de sorte qu'il existe un déphasage de π modulo 2π entre les ondes incidentes (R11) des ondes radars (R1) sur la face extérieure (S1.1) dudit premier sous-ensemble (S1) et les ondes réfléchies (R12) sur l'interface (J12) entre ledit premier sous-ensemble (S1) et ledit deuxième sous-ensemble (S2) lorsqu'elles ressortent dudit premier sous-ensemble (S1).
- [Revendication 2] Ensemble de véhicule (1) selon la revendication 1, selon lequel l'épaisseur totale (e_2) dudit deuxième sous-ensemble (S2) de couches (112) est dimensionnée de sorte qu'il existe un déphasage de π modulo 2π entre les ondes incidentes (R11) des ondes radars (R1) sur la face extérieure (S1.1) dudit premier sous-ensemble (S1) et les ondes réfléchies (R14) sur la face extérieure (S2.1) dudit deuxième sous-ensemble (S2) lorsqu'elles ressortent dudit premier sous-ensemble (S1).
- [Revendication 3] Ensemble de véhicule (1) selon la revendication précédente, selon lequel l'épaisseur totale (e_2) dudit deuxième sous-ensemble (S2) de couches (112) est dimensionnée en modifiant l'épaisseur d'une seule des couches (112) dudit deuxième sous-ensemble (S2).
- [Revendication 4] Ensemble de véhicule (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, selon lequel chaque couche (110) dudit premier sous-ensemble (S1) possède un indice de réfraction (n_{10}) qui présente une

- différence avec l'indice de réfraction (n10) d'une autre couche (110) dudit premier sous-ensemble (S1) adjacente inférieure à 0.1 dans le domaine radar.
- [Revendication 5] Ensemble de véhicule (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, selon lequel chaque couche (112) dudit deuxième sous-ensemble (S2) possède un indice de réfraction (n20) qui présente une différence avec l'indice de réfraction (n20) d'une autre couche (112) adjacente dudit deuxième sous-ensemble (S2) inférieure à 0.1 dans le domaine radar.
- [Revendication 6] Ensemble de véhicule (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, selon lequel chaque couche (112) dudit deuxième sous-ensemble (S2) possède un indice de réfraction (n20) qui présente une différence avec l'indice de réfraction (n10) d'une couche (110) dudit premier sous-ensemble (S1) supérieure à 0.1 dans le domaine radar.
- [Revendication 7] Ensemble de véhicule (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, selon lequel ledit ensemble de véhicule (1) comprend au moins une source de lumière (12) configurée pour émettre de la lumière visible (Lx) qui rentre dans ledit agencement de couches (11) par une tranche d'une des couches (112) dudit deuxième sous-ensemble (S2) dudit agencement de couches (11).
- [Revendication 8] Ensemble de véhicule (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, selon lequel ladite au moins une couche (110) réfléchissante dans le domaine du visible est composée de particules de titane (TiO₂).
- [Revendication 9] Ensemble de véhicule (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, selon lequel l'agencement de couches (11) forme un logo illuminé ou une grille de face avant illuminée ou fait partie d'un projecteur.
- [Revendication 10] Agencement de couches (11) disposé en regard d'un capteur radar (10), ledit capteur radar (10) étant configuré pour émettre des ondes radars (R1) sur une plage ($\Delta 1$) de longueurs d'onde (λ), ledit agencement de couches (11) étant configuré pour réaliser une fonction lumineuse et comprenant un premier sous-ensemble (S1) d'au moins une couche (110) réfléchissante dans le domaine visible, chaque couche (110) ayant un indice de réfraction primaire (n10) et une épaisseur primaire (e10), et un deuxième sous-ensemble (S2) d'au moins une couche (112) transparente dans le domaine visible, chaque couche (112) ayant un indice de réfraction secondaire (n20), ledit indice de réfraction primaire

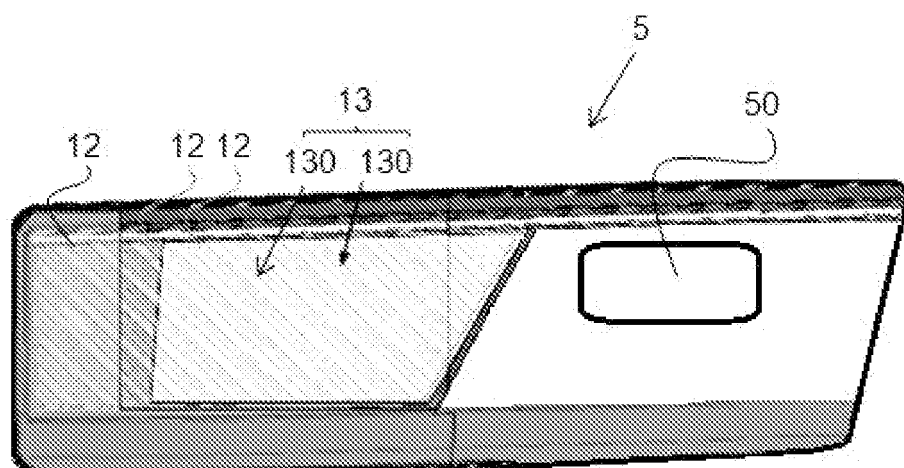
(n_{10}) étant élevé par rapport audit indice de réfraction secondaire (n_{20}), caractérisé en ce que :

- l'épaisseur totale (e_1) dudit premier sous-ensemble (S1) de couches (110) est dimensionnée de sorte qu'il existe un déphasage de π modulo 2π entre les ondes incidentes (R11) des ondes radars (R1) sur la face extérieure (S1.1) dudit premier sous-ensemble (S1) et les ondes réfléchies (R12) sur l'interface entre ledit premier sous-ensemble (S1) et ledit le deuxième sous-ensemble (S2) lorsqu'elles ressortent dudit premier sous-ensemble (S1).

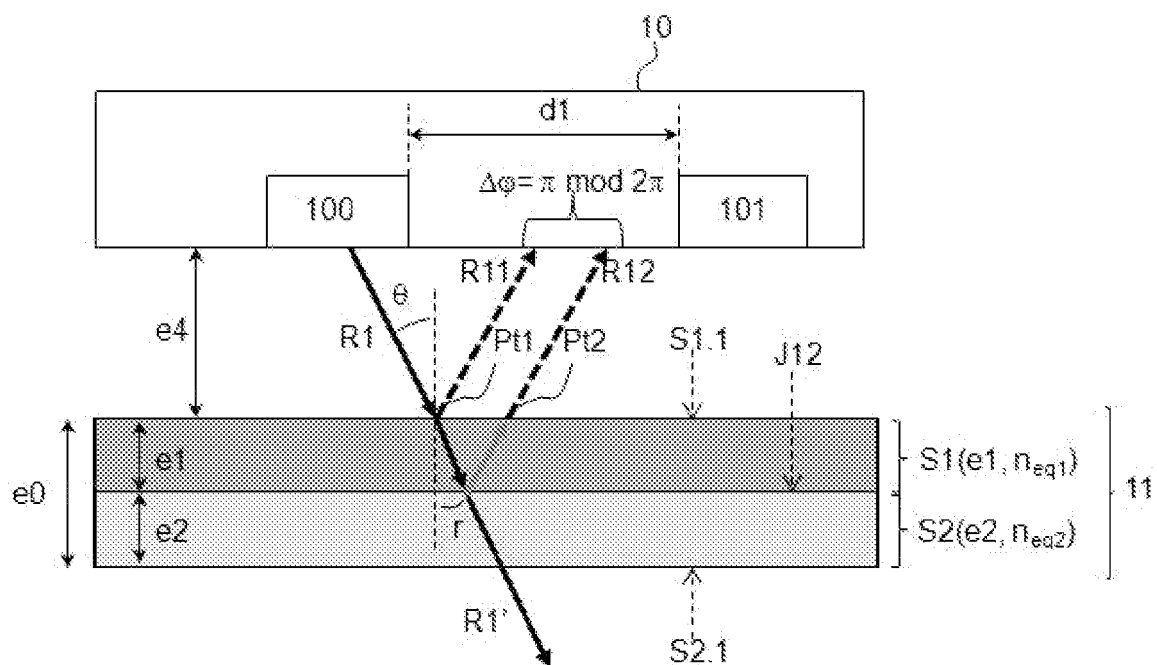
[Fig. 1]



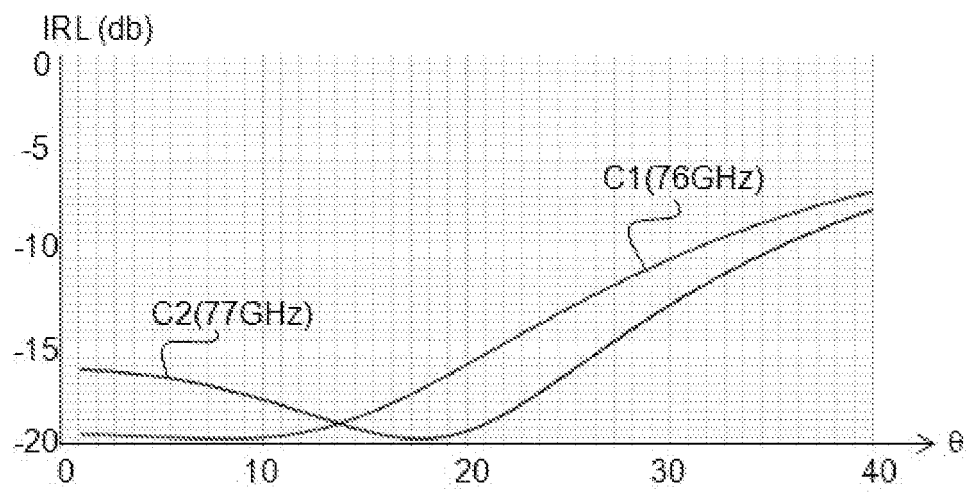
[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 7]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☒ Le demandeur a maintenu les revendications.

☐ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

NEANT

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

US 2003/052810 A1 (ARTIS JEAN-PAUL [FR] ET
AL) 20 mars 2003 (2003-03-20)

US 2020/127373 A1 (BILIK IGAL [IL] ET AL)
23 avril 2020 (2020-04-23)

FR 3 111 711 A1 (VALEO VISION [FR])
24 décembre 2021 (2021-12-24)

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT