

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

11) N° de publication : **2 903 492**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

21) N° d'enregistrement national : **06 06234**

51) Int Cl<sup>8</sup> : G 01 N 21/21 (2006.01), G 01 C 21/26

12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 07.07.06.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 11.01.08 Bulletin 08/02.

56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71) Demandeur(s) : *CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (C.N.R.S.) Etablissement public à caractère scientifique et technologique — FR et UNIVERSITE DE POITIERS — FR.*

72) Inventeur(s) : BROCHARD JACQUES et KHOUDEIR MAJDI.

73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : CABINET LAVOIX.

54) DISPOSITIF D'ÉVALUATION DE L'ÉTAT DE MOUILLAGE D'UNE SURFACE, PROCÉDE D'ÉVALUATION ET DISPOSITIF D'INDICATION ASSOCIÉ.

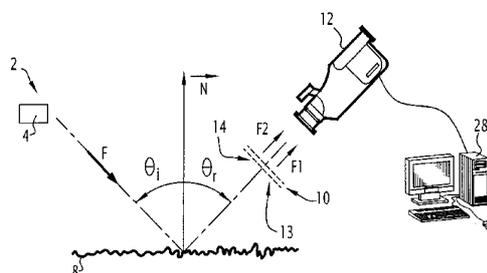
57) L'invention concerne un dispositif (2) d'évaluation de l'état de mouillage d'une surface (8) comportant un émetteur (4) propre à émettre un faisceau (F, F1, F2) incident en direction de la surface (8) et des moyens de réception (12) du faisceau réfléchi par ladite surface (8).

Le dispositif comprend :

- des moyens de polarisation (10, 13, 14) comprenant une première (13) et une seconde (14) zones de polarisation propres à polariser une première (F1) et une seconde (F2) parties du faisceau selon une première et une seconde directions de polarisation; et

- des moyens d'évaluation (28) aptes à calculer un rapport de polarisation entre la polarisation de la première partie du faisceau réfléchi et la seconde partie du faisceau réfléchi pour évaluer l'état de mouillage de la surface (8).

L'invention concerne également un procédé d'évaluation et un dispositif d'indication associé.



FR 2 903 492 - A1



La présente invention concerne un dispositif d'évaluation de l'état de mouillage d'une surface du type comportant au moins un émetteur propre à émettre au moins un faisceau lumineux incident en direction de la surface, la surface étant apte à réfléchir au moins en partie ledit faisceau et des  
5 moyens de réception du faisceau réfléchi par ladite surface.

Il est connu des dispositifs d'évaluation de l'état de mouillage d'une surface basés sur les propriétés d'absorption spécifique de l'eau pour des rayonnements situés dans le proche infrarouge. Toutefois, ces dispositifs sont inadaptés pour des niveaux de mouillage faibles ou très faibles.

10 L'invention a pour but de proposer un dispositif alternatif d'évaluation de l'état de mouillage d'une surface.

A cet effet, l'invention a pour objet un dispositif d'évaluation du type précité, caractérisé en ce qu'il comporte :

- des moyens de polarisation comprenant au moins une première et  
15 une seconde zones de polarisation propres à polariser une première et une seconde parties du faisceau selon une première et respectivement une seconde directions de polarisation ; et

- des moyens de calcul aptes à calculer un rapport de polarisation entre la polarisation de la première partie du faisceau réfléchi et la seconde  
20 partie du faisceau réfléchi pour évaluer l'état de mouillage de la surface.

Suivant des modes particuliers de réalisation, le dispositif d'évaluation comporte l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- la première zone de polarisation est apte à polariser uniquement la première partie du faisceau et la seconde zone de polarisation est apte à  
25 polariser uniquement la seconde partie du faisceau ;

- l'angle d'incidence du faisceau incident est sensiblement égal à l'angle de réflexion du faisceau réfléchi, l'angle d'incidence et l'angle de réflexion étant définis par rapport à la normale au plan moyen de la surface à évaluer ;

30 - les moyens de réception comprennent une première portion de réception de la première partie du faisceau et une seconde portion de réception de la seconde partie du faisceau, et la taille de la première portion

de réception est sensiblement égale à la taille de la seconde portion de réception ;

- la première direction de polarisation est sensiblement perpendiculaire à la seconde direction de polarisation ;

5 - l'émetteur est apte à émettre une lumière blanche et en ce que les moyens de polarisation sont disposés entre la surface à analyser et les moyens de réception ;

- les moyens de réception comprennent des moyens de création d'une image, ladite image comportant au moins une première et une  
10 seconde portions représentatives de la première et respectivement de la seconde parties du faisceau polarisé, et le rapport de polarisation est calculé à partir de la moyenne des niveaux de gris de la première et de la seconde portions de l'image ;

- la première et la seconde parties du faisceau présentent une  
15 première et respectivement une seconde longueurs d'onde, la seconde longueur d'onde étant différente de la première longueur d'onde, et les moyens de polarisation sont disposés entre l'émetteur et la surface à analyser ; et

- les moyens de réception comprennent des moyens de création  
20 d'une image en couleur, ladite image comportant des pixels d'une première couleur aptes à être excités par la première partie du faisceau et des pixels d'une seconde couleur aptes à être excités par la seconde partie du faisceau, et le rapport de polarisation est calculé à partir de la moyenne des niveaux de gris des pixels de la première couleur et la moyenne des niveaux  
25 de gris des pixels de la deuxième couleur.

L'invention a également pour objet un procédé d'évaluation de l'état de mouillage d'une surface propre à réfléchir au moins une partie d'un faisceau lumineux incident, caractérisé en ce qu'elle comprend les étapes suivantes :

30 - émission d'au moins un faisceau incident en direction de la surface à évaluer par un émetteur ;

- polarisation d'au moins une première et une seconde parties du faisceau selon une première et une seconde directions de polarisation par

au moins une première et respectivement une seconde zones de polarisation ;

- réception de la première et de la seconde parties du faisceau polarisé par des moyens de réception ; et

5 - évaluation de l'état de mouillage de la surface par le calcul d'un rapport de polarisation entre la polarisation de la première partie du faisceau réfléchi et la seconde partie du faisceau réfléchi, par des moyens de calcul.

Suivant des modes particuliers de réalisation, le procédé d'évaluation comporte l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

10 - l'étape de réception comprend une étape de création d'une image représentative de la première et de la seconde parties du faisceau polarisé, et l'étape d'évaluation comporte les étapes suivantes :

- détermination de la densité de mouillage de la surface par le calcul du degré de saturation de l'image ;

15 - comparaison de la densité de mouillage à au moins un seuil de densité de mouillage primaire prédéfini ;

- si la densité de mouillage est inférieure au seuil de densité de mouillage primaire, comparaison du rapport de polarisation à un seuil de polarisation prédéfini ; et

20 - classification de la surface comme une surface sèche lorsque le coefficient de polarisation est supérieur au seuil de polarisation et comme une surface humide lorsque le coefficient de polarisation est inférieur au seuil de polarisation ;

- l'étape d'évaluation comporte en outre les étapes suivantes :

25 - si la densité de mouillage est supérieure au seuil de densité de mouillage primaire, comparaison de la densité de mouillage à au moins un seuil de densité de mouillage secondaire ; et

30 - classification de la surface comme une surface faiblement mouillée lorsque la densité de mouillage est inférieure au seuil de densité de mouillage secondaire et comme une surface fortement mouillée lorsque la densité de mouillage est supérieure au seuil de densité de mouillage secondaire.

L'invention a également pour objet un dispositif d'indication de l'état de mouillage d'une route pour véhicule automobile circulant sur cette route, le véhicule comportant des moyens d'émission/réception, caractérisé en ce qu'il comprend :

- 5           - des moyens de commande comportant :
  - des moyens de connexion aux moyens d'émission/réception du véhicule pour transmettre une demande de caractérisation du type de la route à un serveur à distance et à réceptionner ledit type ;
  - une cartographie définissant des valeurs de seuils de polarisation, de seuils de densité de mouillage primaire et de seuils de densité de mouillage secondaire en fonction de différents types de route ;
  - des moyens de sélection dans la cartographie d'au moins une desdites valeurs en fonction du type de route réceptionné par les
- 10           moyens d'émission/réception ; et
  - des moyens de transmission de la ou de chaque valeur sélectionnée à un dispositif d'évaluation ;
  - un dispositif d'évaluation de l'état de mouillage selon les caractéristiques mentionnées ci-dessus comprenant un seuil de polarisation
- 15           prédéfini, un seuil de densité de mouillage primaire prédéfini et un seuil de densité de mouillage secondaire prédéfini, le dispositif étant propre à recevoir la ou chaque valeur sélectionnée par les moyens de commande, et à modifier la ou chaque valeur prédéfinie par la ou chaque valeur reçue.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement d'exemple et faite en se référant aux dessins, sur lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique d'un dispositif d'évaluation selon un premier mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 2 est une vue schématique de face d'une image obtenue
- 20           par le dispositif d'évaluation selon l'invention ;
- la figure 3 est une vue schématique de face d'une image obtenue
- 30           par une variante du dispositif d'évaluation selon l'invention ;

- la figure 4 est un diagramme représentant les étapes du procédé d'évaluation selon l'invention ;

- la figure 5 est une vue schématique du dispositif d'évaluation selon un second mode de réalisation de l'invention ; et

5 - la figure 6 est une vue schématique d'un dispositif d'indication de l'état de mouillage d'une route pour véhicule automobile.

Le dispositif d'évaluation 2 selon un premier mode de réalisation de l'invention est illustré schématiquement sur la figure 1.

10 Celui-ci comporte un émetteur 4 propre à émettre un faisceau lumineux F, en direction d'une surface 8 dont l'état de mouillage est à estimer, un polariseur 10 apte à polariser le faisceau lumineux F réfléchi par la surface 8, et une caméra 12 de réception du faisceau polarisé par le polariseur 10.

15 L'émetteur 4 est constitué par exemple par une diode électroluminescente, propre à émettre un faisceau F de lumière blanche naturelle présentant une luminance prédéfinie.

20 L'émetteur 4 et la caméra 12 sont disposés et fixés par rapport à la surface 8 de sorte que l'angle d'incidence  $\Theta_I$  du faisceau F est sensiblement égal à l'angle de réflexion  $\Theta_R$  du faisceau F réfléchi ; les angles  $\Theta_I$  et  $\Theta_R$  étant définis par rapport à une normale N au plan moyen de la surface 8. Ainsi, la réflexion du faisceau F est spéculaire.

De préférence, l'angle d'incidence  $\Theta_I$  et l'angle de réflexion  $\Theta_R$  sont égaux à  $30^\circ$ .

25 La surface à analyser 8 est une surface rugueuse apte à réfléchir au moins une partie du faisceau F.

Le polariseur 10 présente une zone 13 de polarisation rectiligne selon une première direction A et une zone 14 de polarisation rectiligne selon une seconde direction B, perpendiculaire à la première direction A.

30 Le polariseur 10 est disposé entre la surface 8 et la caméra 12 sur le trajet du faisceau F, de façon à le séparer en une première partie de faisceau F1 polarisé uniquement par la zone de polarisation 13 et une seconde partie de faisceau F2 distincte de la première partie de faisceau F1 et polarisé uniquement par la zone de polarisation 14.

En particulier, le polariseur 10 est fixé sur le trajet du faisceau réfléchi F de façon à ce que la partie F1 du faisceau soit sensiblement égale à la partie F2 du faisceau.

5 Le polariseur 10 est par exemple monté sur l'objectif de la caméra 12.

La caméra 12 est une caméra couleur ou noir et blanc, de type CCD. Elle est apte à créer une image numérique 15 du faisceau F réfléchi par la surface 8 et polarisé par le polariseur 10.

10 L'optique, la résolution de la caméra 12, ainsi que la distance entre la caméra et la surface 8 sont déterminées en fonction du degré de rugosité de la surface 8.

La caméra 12 est fixée par rapport au polariseur 10 de façon à ce que son objectif soit propre à recevoir la partie de faisceau F1 sur une moitié de son ouverture et la partie de faisceau F2 sur l'autre partie de son  
15 ouverture.

Comme le polariseur 10 comprend une zone de polarisation selon la direction A et une zone de polarisation selon la direction B, l'image 15  
20 générée par la caméra 12 comprend une portion 16 correspondant à la partie F1 du faisceau F ayant traversé la zone 13 de polarisation selon la direction A et une portion 18 correspondant à la partie F2 du faisceau réfléchi F ayant traversé la zone 14 de polarisation selon la direction B, comme visible sur la figure 2.

La surface de la portion 16 de l'image est égale à la surface de la portion 18 de l'image car la caméra 12 est centrée sur l'axe de séparation  
25 entre les zones 13 et 14.

Le dispositif d'évaluation 2 comprend en outre un ordinateur 28 connecté à la caméra 12.

L'ordinateur 28 comprend des moyens de calcul, une interface homme/machine de type clavier ou souris et un écran d'affichage. Il est apte  
30 à traiter les images générées par la caméra selon le procédé d'évaluation décrit ci-après.

En variante, le polariseur 10 comprend deux zones de polarisation selon la direction A et deux zones de polarisation selon la direction B.

Dans ce cas, les zones de polarisation présentant la même direction de polarisation sont disposées de façon diagonale pour obtenir une répartition plus homogène de chaque zone polarisée selon une direction donnée. L'image 19 créée par la caméra 12 comporte quatre portions 20, 22, 24 et 26 correspondant au quatre zones du polariseur, comme visible sur la figure 3.

En variante, la caméra 12 est remplacée par un appareil photographique numérique ou par un photorécepteur associé à des moyens de détermination de l'énergie lumineuse polarisée selon chaque direction de polarisation.

Comme visible sur la figure 4, le procédé d'évaluation de l'état de mouillage d'une surface selon le premier mode de réalisation débute par une étape 30 d'émission d'un faisceau F par l'émetteur 4.

A l'étape 32, le faisceau émis F est réfléchi par la surface 8 à évaluer.

A l'étape 34, le faisceau F réfléchi par la surface 8 traverse le polariseur 10. En particulier, la partie F1 du faisceau F traverse la zone 13 du polariseur et la partie F2 du faisceau F traverse la zone 14 du polariseur 10.

Au cours d'une étape 36, la caméra 12 prend une image numérique de la surface 8 et transmet cette image à l'ordinateur 28.

Au cours de l'étape 38, l'ordinateur 28 calcule la densité de mouillage de l'image 15 à partir de la formule suivante :

$$T_s = 100 \times \frac{N_A}{N_T} \quad (1)$$

dans laquelle :

- $T_s$  est le degré de saturation des pixels ;
- $N_A$  est le nombre de pixels présentant un niveau de gris supérieur au seuil S ; et
- $N_T$  est le nombre total de pixels dans l'image 15.

Selon l'invention, le seuil S correspond à un niveau de gris supérieur à environ 80% d'un niveau de blanc.

Le degré de saturation  $T_s$  représente la densité de mouillage de la surface 8. Lorsque l'angle d'incidence  $\Theta_I$  est égal à l'angle de réflexion  $\Theta_R$ , les surfaces mouillées présentent un degré de saturation  $T_s$  élevé.

5 A l'étape 40, l'ordinateur 28 compare la densité de mouillage  $T_s$  à un seuil de densité de mouillage primaire  $T_{S0}$  préalablement défini au cours d'une phase de calibration. Le seuil de densité de mouillage primaire  $T_{S0}$  dépend de la surface 8 et de la luminance du faisceau émis par l'émetteur 4.

10 Lorsque la densité de mouillage  $T_s$  est inférieure au seuil de densité de mouillage  $T_{S0}$ , l'ordinateur 28 calcule le coefficient de polarisation  $F_P$  de l'image 15, aussi appelé rapport de polarisation  $F_P$ , au cours d'une étape 42.

Le coefficient de polarisation  $F_P$  est déterminé à partir de la mesure du flux d'énergie moyen reçu par la caméra 12 selon chaque direction de polarisation à partir de la relation :

$$F_P = E_A / E_B \quad (2)$$

15 dans laquelle :

-  $E_A$  est le flux d'énergie moyen de la partie F1 du faisceau ayant traversé la zone 13 et présentant une polarisation selon la direction A ;

20 -  $E_B$  est le flux d'énergie moyen de la partie F2 du faisceau ayant traversé la zone 14 du polariseur 10 et présentant une direction de polarisation B.

25 En pratique, l'ordinateur 28 calcule la moyenne des niveaux de gris des pixels de la portion 16 pour obtenir une grandeur proportionnelle au flux d'énergie moyen  $E_A$  polarisé selon la direction A et la moyenne des niveaux de gris de la portion 18 de l'image 15 pour obtenir une grandeur proportionnelle au flux d'énergie moyen  $E_B$  polarisé selon la direction B.

Au cours d'une étape 44, l'ordinateur 28 compare le coefficient de polarisation  $F_P$  à un seuil de polarisation  $F_{P0}$  préalablement défini. Par exemple, le seuil de polarisation  $F_{P0}$  est environ égal à 1.

30 Dans une réalisation telle que le seuil de polarisation  $F_P$  décroisse lorsque le degré de mouillage augmente, l'ordinateur 28 indique sur son écran que la surface à évaluer 8 est sèche au cours d'une étape 46, lorsque le coefficient de polarisation  $F_P$  est supérieur au seuil de polarisation  $F_{P0}$ .

Lorsque le coefficient de polarisation  $F_P$  est inférieur au seuil de polarisation  $F_{P0}$ , l'ordinateur affiche à l'étape 48 que la surface 8 est humide.

Lorsque, à l'étape 40, la densité de mouillage  $T_S$  est supérieure au seuil de densité de mouillage primaire  $T_{S0}$ , l'ordinateur compare la densité de mouillage  $T_S$  au seuil de densité de mouillage secondaire  $T_{S1}$  au cours d'une étape 50.

Lorsque la densité de mouillage  $T_S$  est inférieure au seuil de densité de mouillage  $T_{S1}$ , l'ordinateur 28 affiche sur son écran que la surface 8 est faiblement mouillée au cours d'une étape 52.

Lorsque la densité de mouillage  $T_S$  est supérieure au seuil de densité de mouillage secondaire  $T_{S1}$ , l'ordinateur 28 affiche sur son écran que la surface 8 est fortement mouillée au cours d'une étape 54.

En variante, le procédé selon l'invention détermine un degré de confiance de l'évaluation du degré de mouillage de la surface.

A cet effet, le procédé comprend une étape de calcul de la densité de mouillage  $T_S$  dans chaque zone 16, 18 de l'image 14 et une étape de comparaison de la densité de mouillage calculée dans la partie 16 de l'image 14 à la densité de mouillage calculée dans la partie 18 de l'image 14.

Lorsque la différence entre ces densités de mouillage est inférieure à une valeur prédéfinie, la caméra a filmé une surface 8 de rugosité ou de mouillage homogène. L'ordinateur 28 affiche alors un indice caractéristique d'un bon niveau de confiance de l'évaluation du degré de mouillage.

Lorsque la différence entre ces densités de mouillage est supérieure à une valeur prédéfinie, la caméra a filmé une surface 8 de rugosité ou de mouillage non homogène. L'ordinateur 28 affiche un indice caractéristique d'un mauvais niveau de confiance de l'évaluation du degré de mouillage.

Le dispositif d'évaluation 56 selon un second mode de réalisation de l'invention est illustré schématiquement sur la figure 5.

Les éléments identiques aux éléments du dispositif d'évaluation 2 selon le premier mode de réalisation sont désignés par les mêmes références et ne seront pas décrits à nouveau.

Selon ce second mode de réalisation, le dispositif d'évaluation 56 comprend un émetteur 57 apte à émettre deux faisceaux vers la surface 8, une caméra 12 de réception des faisceaux F1, F2 et un ordinateur 28 relié à la caméra 12.

5 L'émetteur 57 est apte à émettre un premier faisceau F1 à polarisation rectiligne selon la direction A présentant une longueur d'onde au voisinage de  $\lambda_1$  et un second faisceau F2 à polarisation rectiligne selon la direction B présentant une longueur d'onde au voisinage de  $\lambda_2$ .

10 A cet effet, l'émetteur 57 comprend une diode électroluminescente 58, une première lame mince semi réfléchissante 60 et un dispositif de collimation non représenté monté entre la diode électroluminescente 58 et la lame mince 60.

La diode électroluminescente 58 est apte à émettre un faisceau de lumière blanche F.

15 La première lame mince 60 est disposée le long du trajet du faisceau F. Elle forme un angle de  $\alpha$  avec le faisceau F. Elle est apte à partager le faisceau en un premier faisceau F1 qui traverse la lame mince 60 et un second faisceau F2 dévié par celle-ci d'un angle de  $2\alpha$ .

20 L'émetteur 57 comporte en outre un polariseur 62 et un filtre séparateur 64 disposés sur le trajet du premier faisceau F1 ainsi qu'une seconde lame mince semi réfléchissante 65 disposée sur le trajet optique du premier F1 et du second F2 faisceaux de façon à ce que sa face principale présente un angle de  $\alpha$  avec le premier et le second faisceaux.

25 Le polariseur 62 comprend une unique zone de polarisation propre à polariser le premier faisceau F1 selon la direction A.

Le filtre 64 est apte à filtrer les rayons de longueur d'onde différente de la longueur d'onde  $\lambda_1$ . La longueur d'onde  $\lambda_1$  est voisine de 550 nm et correspond à un faisceau de couleur verte.

30 Le premier faisceau F1 est propre à traverser la lame semi réfléchissante 65. Le second faisceau F2 est propre à être dévié par la lame semi réfléchissante 65.

L'émetteur 57 comprend en outre un miroir à faces argentées 66, un polariseur 68 et un filtre séparateur 70 disposés entre le miroir 66 et la lame mince semi réfléchissante 65.

5 Le miroir 66 est positionné sur le trajet du second faisceau F2. Sa face principale présente un angle de  $2\alpha$  par rapport au second faisceau F2, de sorte que le second faisceau est réfléchi vers la lame semi réfléchissante 65. Par exemple, l'angle  $\alpha$  est voisin de  $10^\circ$ , lorsque les lames sont de simples lames de verre à faces parallèles.

10 Le polariseur 68 comprend une unique zone de polarisation propre à polariser le faisceau selon une direction de polarisation B perpendiculaire à la direction de polarisation A.

Le filtre 70 est apte à filtrer les rayons de longueur d'onde différente de la longueur d'onde  $\lambda_2$ . La longueur d'onde  $\lambda_2$  est voisine de 650 nm et correspond à un faisceau de couleur rouge.

15 La caméra 12 est une caméra couleur.

La caméra 12 est fixée par rapport à l'émetteur 57 de façon à ce que l'angle d'incidence  $\Theta_i$  du faisceau F soit égal à l'angle de réflexion  $\Theta_R$  du faisceau F réfléchi. Les angles d'incidence et de réflexion sont mesurés par rapport à la normale N au plan moyen de la surface 8.

20 Selon le second mode de réalisation, l'image obtenue comprend deux couleurs correspondant, l'une aux pixels de couleur verte excités par le premier faisceau F1 de longueur d'onde  $\lambda_1$  et polarisé selon la direction A, et l'autre aux pixels de couleur rouge excités par le second faisceau F2 de longueur d'onde  $\lambda_2$  et polarisé selon la direction B. Les pixels de couleurs rouge et verte sont répartis sur l'ensemble de l'image.

25 L'ordinateur 28 est apte à mettre en oeuvre le procédé d'évaluation tel que décrit précédemment et illustré sur la figure 4.

30 En particulier, l'ordinateur 28 est apte à calculer la densité de mouillage  $T_S$  à partir de la formule énoncée en (1) dans laquelle  $N_A$  est le nombre de pixels présentant un niveau de gris supérieur au seuil S, quelle que soit la couleur de ces pixels.

Pour calculer le coefficient de polarisation  $F_P$ , l'ordinateur 28 est propre à calculer la moyenne des niveaux de gris des pixels de couleur

rouge afin d'obtenir le flux d'énergie moyen  $E_A$  du faisceau F1 présentant la direction de polarisation A et la moyenne des niveaux de gris des pixels de couleur verte pour obtenir le flux d'énergie moyen  $E_B$  du faisceau F2 présentant une direction de polarisation B.

5           A cet effet, l'ordinateur 28 est apte à distinguer à la fois les niveaux de gris d'une image et la chrominance de celle-ci.

          Pour calculer le degré de confiance de l'évaluation de l'état de mouillage avec le dispositif d'évaluation 56 selon le second mode de réalisation, l'ordinateur 28 est apte à calculer la densité de mouillage  $T_S$  uniquement pour les pixels d'une couleur donnée et la densité de mouillage  $T_S$  uniquement pour les pixels de l'autre couleur et à comparer ses deux densités de mouillage.

          En variante, les filtres 70 et 64 présentent des couleurs différentes des couleurs verte et rouge.

15           En variante, la lame mince 60 est remplacée par l'utilisation d'une deuxième diode électroluminescente propre à émettre une lumière blanche.

          En variante, les filtres vert 70 et rouge 64 et la diode 58 sont remplacés par deux diodes électroluminescentes propres à émettre une lumière verte et une lumière rouge.

20           Le dispositif d'indication 80 de l'état de mouillage d'une route 82 est illustré schématiquement sur la figure 6.

          Il est destiné à être monté sur un véhicule automobile 84 circulant sur la route 82 et comprenant un dispositif de navigation 85 et des moyens d'émission/réception 87.

25           Le dispositif d'indication 80 comporte un dispositif d'évaluation 2, 56, des moyens de commande 86 connectés au dispositif d'évaluation 2, 56, au dispositif de navigation 85 et aux moyens d'émission/réception 87.

          Le dispositif d'évaluation 2, 56 est identique au dispositif d'évaluation selon le premier ou selon le second mode de réalisation de l'invention.

30           L'optique, la résolution et la distance entre la caméra et la route sont choisies de façon à ce que le dispositif d'évaluation soit propre à

détecter l'état de mouillage d'une route 82 présentant des irrégularités de quelques millimètres à quelques centimètres.

Le dispositif d'évaluation 2, 56 est apte à recevoir des moyens de commande 56, un seuil de polarisation  $F_{P0}$ , un seuil de densité de mouillage primaire  $T_{S0}$  et un seuil de densité de mouillage secondaire  $T_{S1}$  à une fréquence prédéterminée et à modifier les valeurs de ses paramètres prédéfinis dans son procédé à chaque réception de nouvelles valeurs.

De façon connue en soi, le système de navigation 85 est propre à communiquer avec un serveur à distance, non représenté, pour recevoir la position géographique du véhicule 84.

Sur réception de cette information de localisation, les moyens de commande 86 sont aptes à transmettre à un serveur à distance 92 une demande de caractérisation du type de la route 82. La demande de caractérisation comporte la position géographique du véhicule 84 et par conséquent la position géographique de la route 82.

Le serveur à distance 92 comprend une base de données 94 propre à stocker des informations de localisation de la route et le type de la route en fonction de cette localisation. Par exemple, les routes peuvent être classées en différentes familles en fonction de leur date de réalisation, de leur composition ou de leur rugosité.

Le serveur 92 est apte à transmettre le type de la route aux moyens de commande 86 par l'intermédiaire des moyens de réception 87.

Les moyens de commande 86 sont aptes à recevoir le type de la route transmis par le serveur 92.

Les moyens de commande 86 comportent une cartographie 94 propre à définir un seuil de polarisation  $F_{P0}$ , un seuil de densité de mouillage primaire  $T_{S0}$  et un seuil de densité de mouillage secondaire  $T_{S1}$  pour chaque type de la route. Les valeurs de seuil de polarisation  $F_{P0}$ , de seuils de densité de mouillage primaire  $T_{S0}$  et secondaire  $T_{S1}$  de la cartographie 94 ont été préalablement établies pour chaque type de route au cours d'une phase d'apprentissage.

Les moyens de commande 86 sont propres à sélectionner dans la cartographie 94 le seuil de polarisation  $F_{P0}$ , le seuil de densité de mouillage

primaire  $T_{S0}$  et le seuil de densité de mouillage secondaire  $T_{S1}$  en fonction du type de la route réceptionné par les moyens d'émission/réception 87.

Les moyens de commande 86 sont aptes à transmettre ces valeurs au dispositif d'évaluation 2, 56 à une fréquence préalablement établie.

5 Le dispositif d'évaluation 2, 56 est adapté pour prendre les valeurs reçues des moyens de commande 86 comme des valeurs prédéfinies pour la mise en œuvre du procédé illustré sur la figure 4.

En variante, les lames 60, 65 sont semi réfléchissantes et l'angle  $\alpha$  est de  $45^\circ$ .

10 Avantageusement, cette variante permet d'avoir un meilleur rendement lumineux des sources de lumière

Avantageusement, la mesure du coefficient de polarisation  $F_P$  permet de distinguer les routes sèches des routes humides. En effet, il est considéré qu'une surface est constituée d'un ensemble de micro-facettes et que lorsque l'angle d'incidence  $\Theta_I$  est égal à l'angle de réflexion  $\Theta_R$ , chaque micro-facette a un comportement photométrique spéculaire lorsqu'elle est recouverte d'eau et un comportement photométrique diffus lorsqu'elle n'est pas recouverte d'eau.

15

## **REVENDEICATIONS**

1. Dispositif (2 ; 56) d'évaluation de l'état de mouillage d'une surface (8), le dispositif (2 ; 56) comportant au moins un émetteur (4) propre à émettre au moins un faisceau (F, F1, F2) lumineux incident en direction de la surface (8), ladite surface (8) étant apte à réfléchir au moins en partie ledit faisceau (F, F1, F2) et des moyens de réception (12) du faisceau (F, F1, F2) réfléchi par ladite surface (8), caractérisé en ce qu'il comprend en outre :

- des moyens de polarisation (10, 13, 14 ; 62, 68) comprenant au moins une première (13 ; 62) et une seconde (14 ; 68) zones de polarisation propres à polariser une première (F1) et une seconde (F2) parties du faisceau selon une première (A) et respectivement une seconde (B) directions de polarisation ; et

- des moyens de calcul (28) aptes à calculer un rapport de polarisation ( $F_P$ ) entre la polarisation de la première partie du faisceau réfléchi (F1) et la seconde partie du faisceau réfléchi (F2) pour évaluer l'état de mouillage de la surface (8).

2. Dispositif d'évaluation (2 ; 56) selon la revendication 1, caractérisé en ce que la première zone de polarisation (13 ; 62) est apte à polariser uniquement la première partie du faisceau (F1) et en ce que la seconde zone de polarisation (14 ; 68) est apte à polariser uniquement la seconde partie du faisceau (F2).

3. Dispositif d'évaluation (2 ; 56) selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que l'angle d'incidence ( $\Theta_i$ ) du faisceau (F, F1, F2) incident est sensiblement égal à l'angle de réflexion ( $\Theta_R$ ) du faisceau (F, F1, F2) réfléchi, l'angle d'incidence ( $\Theta_i$ ) et l'angle de réflexion ( $\Theta_R$ ) étant définis par rapport à la normale (N) au plan moyen de la surface à évaluer.

4. Dispositif d'évaluation (2 ; 56) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les moyens de réception (12) comprennent une première portion (16 ; 20, 22) de réception de la première

partie du faisceau (F1) et une seconde portion (18 ; 24, 26) de réception de la seconde partie du faisceau (F2), et en ce que la taille de la première portion de réception (16 ; 20, 22) est sensiblement égale à la taille de la seconde portion de réception (18 ; 24, 26).

5

5. Dispositif d'évaluation (2 ; 56) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la première direction de polarisation (A) est sensiblement perpendiculaire à la seconde direction de polarisation (B).

10

6. Dispositif d'évaluation (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que l'émetteur (4) est apte à émettre une lumière blanche et en ce que les moyens de polarisation (10, 13, 14) sont disposés entre la surface à analyser (8) et les moyens de réception (12).

15

7. Dispositif d'évaluation (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les moyens de réception (12) comprennent des moyens de création d'une image (15 ; 19), ladite image (15 ; 19) comportant au moins une première (16 ; 20, 22) et une seconde (18 ; 24, 26) portions représentatives de la première (F1) et respectivement de la seconde (F2) parties du faisceau polarisé, et en ce que le rapport de polarisation ( $F_P$ ) est calculé à partir de la moyenne des niveaux de gris de la première (16 ; 20, 22) et de la seconde (18 ; 24, 26) portions de l'image.

20

8. Dispositif d'évaluation (56) selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la première (F1) et la seconde (F2) parties du faisceau présentent une première ( $\lambda_1$ ) et respectivement une seconde ( $\lambda_2$ ) longueurs d'onde, la seconde longueur d'onde ( $\lambda_2$ ) étant différente de la première longueur d'onde ( $\lambda_1$ ), et en ce que les moyens de polarisation (62, 68) sont disposés entre l'émetteur (58) et la surface à analyser (8).

25

30

9. Dispositif d'évaluation (56) selon la revendication 8, caractérisé en ce que les moyens de réception (12) comprennent des moyens de création d'une image (15 ; 19) en couleur, ladite image (15 ; 19) comportant des pixels d'une première couleur aptes à être excités par la première partie du faisceau (F1) et des pixels d'une seconde couleur aptes à être excités par la seconde (F2) partie du faisceau, et en ce que le rapport de polarisation ( $F_P$ ) est calculé à partir de la moyenne des niveaux de gris des pixels de la première couleur et la moyenne des niveaux de gris des pixels de la deuxième couleur.

10

10. Procédé d'évaluation de l'état de mouillage d'une surface (8) propre à réfléchir au moins une partie d'un faisceau lumineux incident (F, F1, F2), caractérisé en ce qu'elle comprend les étapes suivantes :

- émission d'au moins un faisceau incident en direction de la surface à évaluer (8) par un émetteur (4) ;

- polarisation (34) d'au moins une première (F1) et une seconde parties du faisceau selon une première (A) et une seconde (B) directions de polarisation par au moins une première (13 ; 62) et respectivement une seconde (14 ; 68) zones de polarisation ;

- réception (36) de la première (F1) et de la seconde (F2) parties du faisceau polarisé par des moyens de réception (12) ; et

- évaluation (38, 40, 42, 44, 50) de l'état de mouillage de la surface par le calcul (42) d'un rapport de polarisation ( $F_P$ ) entre la polarisation de la première partie du faisceau réfléchi (F1) et la seconde partie du faisceau réfléchi (F2), par des moyens de calcul (28).

11. Procédé d'évaluation selon la revendication 10, caractérisé en ce que l'étape de réception (36) comprend une étape de création d'une image (15 ; 19) représentative de la première (F1) et de la seconde (F2) parties du faisceau polarisé, et en ce que l'étape d'évaluation (38, 40, 42, 44, 50) comporte les étapes suivantes :

- détermination (38) de la densité de mouillage ( $T_S$ ) de la surface (8) par le calcul du degré de saturation de l'image (15 ; 19) ;

- comparaison (40) de la densité de mouillage ( $T_S$ ) à au moins un seuil de densité de mouillage primaire prédéfini ( $T_{S0}$ ) ;

- si la densité de mouillage ( $T_S$ ) est inférieure au seuil de densité de mouillage primaire ( $T_{S0}$ ), comparaison (44) du rapport de polarisation ( $F_P$ ) à un seuil de polarisation prédéfini ( $F_{P0}$ ) ; et

- classification (46, 48) de la surface (8) comme une surface sèche lorsque le coefficient de polarisation ( $F_P$ ) est supérieur au seuil de polarisation ( $F_{P0}$ ) et comme une surface humide lorsque le coefficient de polarisation ( $F_P$ ) est inférieur au seuil de polarisation ( $F_{P0}$ ).

10

12. Procédé d'évaluation selon la revendication 11, caractérisé en ce que l'étape d'évaluation (38, 40, 42, 44, 50) comporte en outre les étapes suivantes :

- si la densité de mouillage ( $T_S$ ) est supérieure au seuil de densité de mouillage primaire ( $T_{S0}$ ), comparaison (50) de la densité de mouillage ( $T_S$ ) à au moins un seuil de densité de mouillage secondaire ( $T_{S1}$ ) ; et

- classification (52, 54) de la surface (8) comme une surface faiblement mouillée lorsque la densité de mouillage ( $T_S$ ) est inférieure au seuil de densité de mouillage secondaire ( $T_{S1}$ ) et comme une surface fortement mouillée lorsque la densité de mouillage ( $T_S$ ) est supérieure au seuil de densité de mouillage secondaire ( $T_{S1}$ ).

20

13. Dispositif d'indication (80) de l'état de mouillage d'une route (82) pour véhicule automobile (84) circulant sur cette route (82), le véhicule (84) comportant des moyens d'émission/réception (87), caractérisé en ce qu'il comporte :

25

- des moyens de commande (86) comportant :

30

- des moyens de connexion (86) aux moyens d'émission/réception (87) du véhicule pour transmettre une demande de caractérisation du type de la route (82) à un serveur à distance (92) et à réceptionner ledit type ;

- une cartographie (94) définissant des valeurs de seuils de polarisation ( $F_{P0}$ ), de seuils de densité de mouillage primaire ( $T_{S0}$ ) et

de seuils de densité de mouillage secondaire ( $T_{S1}$ ) en fonction de différents types de route ;

- des moyens de sélection (86) dans la cartographie (94) d'au moins une desdites valeurs en fonction du type de route réceptionné par les moyens d'émission/réception (87) ; et

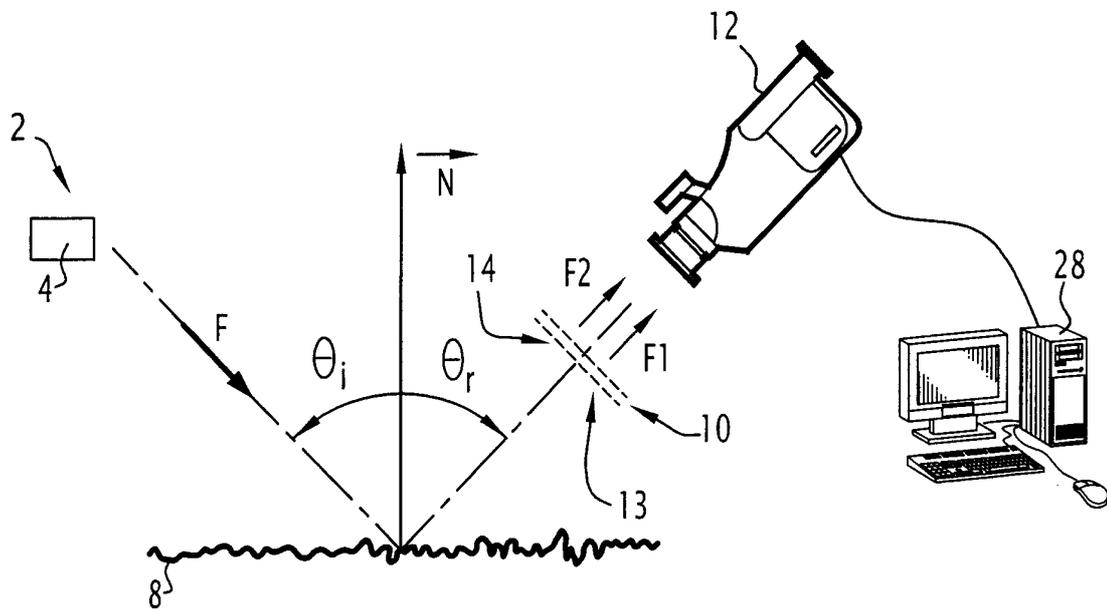
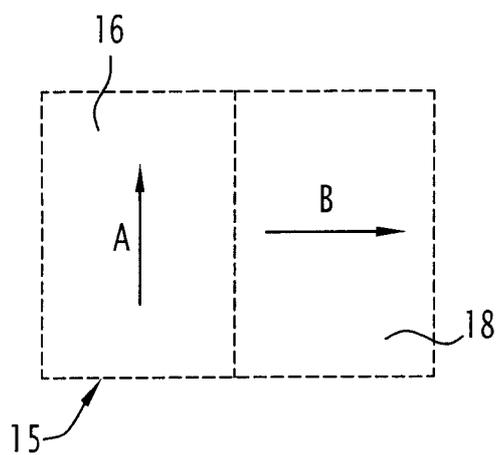
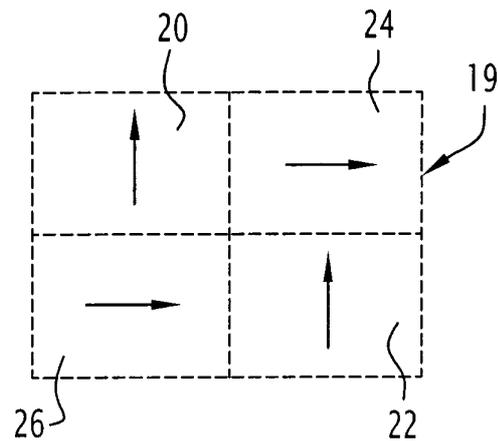
5

- des moyens de transmission de la ou de chaque valeur sélectionnée à un dispositif d'évaluation (2 ; 56) ;

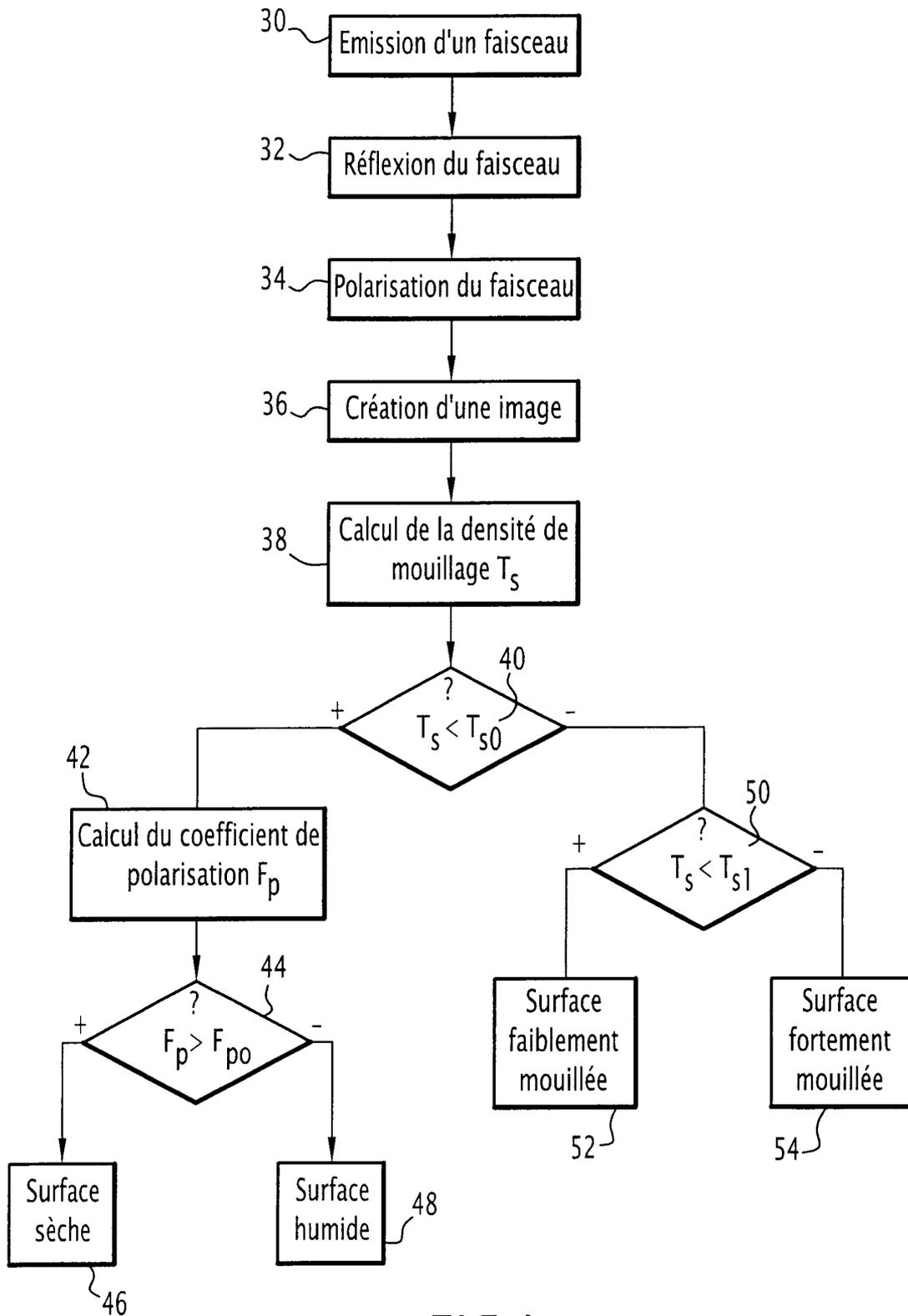
- un dispositif d'évaluation (2 ; 56) de l'état de mouillage selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, le dispositif (2 ; 56) comprenant un

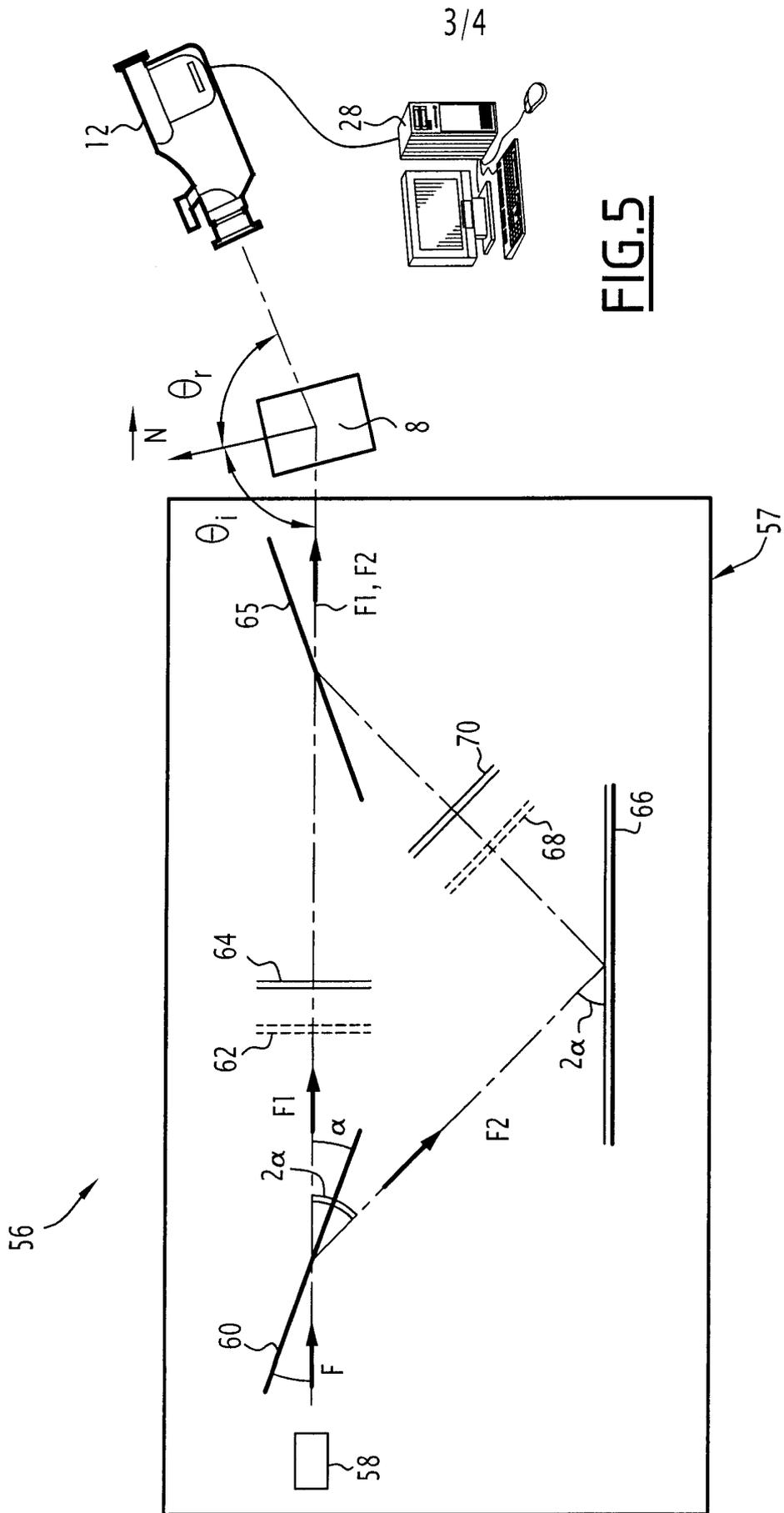
10

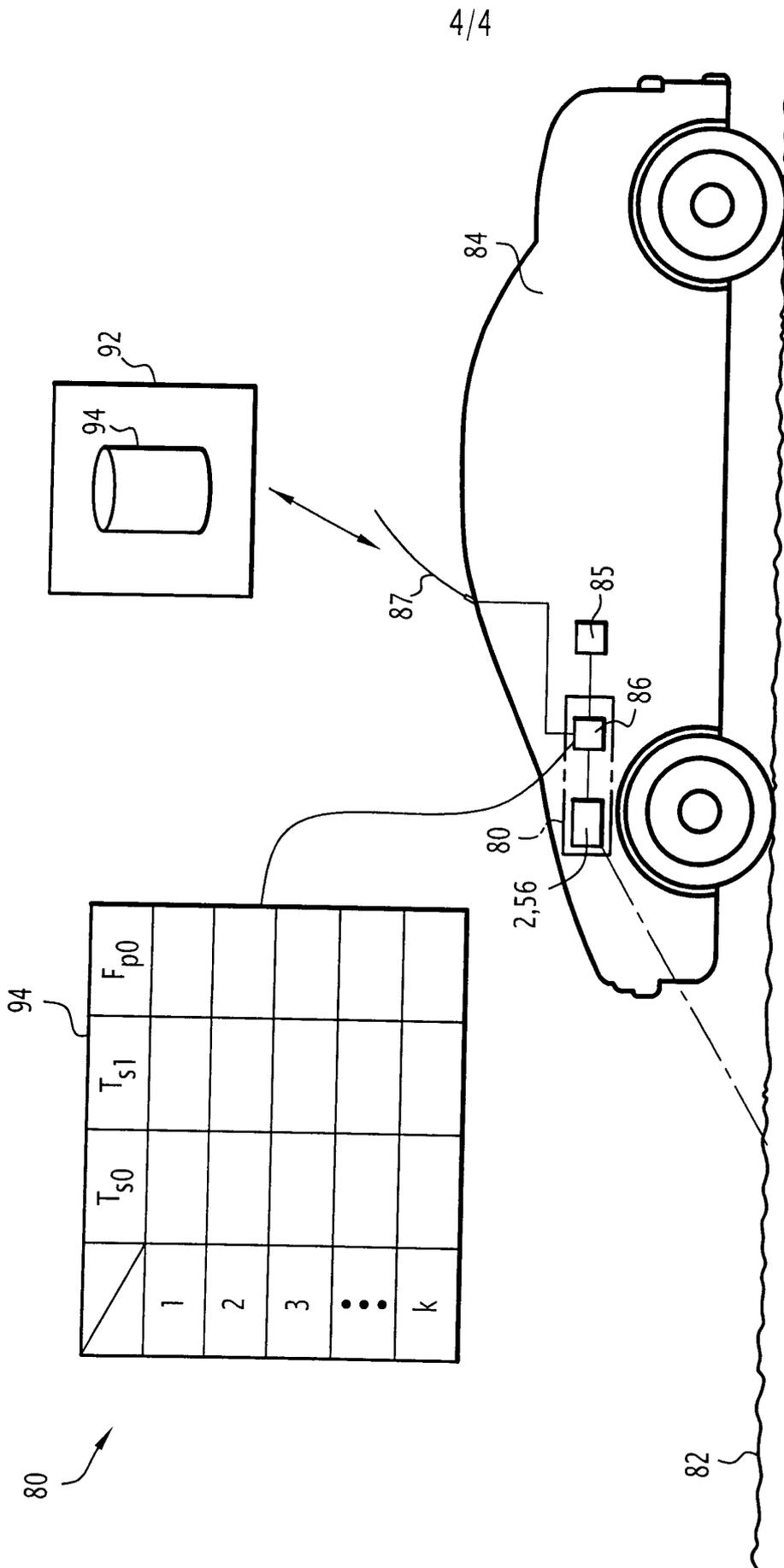
seuil de polarisation ( $F_{P0}$ ) prédéfini, un seuil de densité de mouillage primaire ( $T_{S0}$ ) prédéfini et un seuil de densité de mouillage secondaire ( $T_{S1}$ ) prédéfini, le dispositif (2 ; 56) étant propre à recevoir la ou chaque valeur sélectionnée par les moyens de commande (86), et à modifier la ou chaque valeur prédéfinie ( $T_{S0}$ ,  $T_{S1}$ ,  $F_0$ ) par la ou chaque valeur reçue.

**FIG.1****FIG.2****FIG.3**

2/4

FIG. 4





**FIG. 6**

**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

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

FA 681645  
FR 0606234

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	JP 10 206314 A (TAKUWA CO LTD) 7 août 1998 (1998-08-07)	1-5,10	
Y	* figures 1,2,4 *	13	
X	JP 2006 058122 A (NAGOYA ELECTRIC WORKS CO LTD) 2 mars 2006 (2006-03-02) * abrégé *	6,7,11, 12	
Y	EP 1 207 370 A (SIEMENS AG [DE]) 22 mai 2002 (2002-05-22) * abrégé *	13	
A	DE 43 00 896 C1 (OLDENETTEL HOLGER DIPL ING [DE]; SCHROEDER GERALD DIPL PHYS [DE]) 21 avril 1994 (1994-04-21) * figure 1 *	1-7, 10-12	
A	JP 2005 043240 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 17 février 2005 (2005-02-17) * figure 1 *	1-8, 10-12	
A	JP 2004 301708 A (NAGOYA ELECTRIC WORKS CO LTD) 28 octobre 2004 (2004-10-28) * abrégé *	11,12	
A	JP 60 015532 A (NIPPON DORO KODAN; SANWA ENG) 26 janvier 1985 (1985-01-26) * figure 5 *	1,2,5	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) G01N G01W
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
27 mars 2007		CROUCHER, J	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0606234 FA 681645**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 27-03-2007

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

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 10206314 A	07-08-1998	AUCUN	
JP 2006058122 A	02-03-2006	AUCUN	
EP 1207370 A	22-05-2002	AUCUN	
DE 4300896 C1	21-04-1994	AUCUN	
JP 2005043240 A	17-02-2005	AUCUN	
JP 2004301708 A	28-10-2004	AUCUN	
JP 60015532 A	26-01-1985	JP 62007483 B	17-02-1987