



(12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication : **MA 41473 A1** (51) Cl. internationale : **G01M 17/02; G01B 11/22**

(43) Date de publication :
28.06.2019

(21) N° Dépôt :
41473

(22) Date de Dépôt :
17.11.2017

(71) Demandeur(s) :
**MOROCCAN FOUNDATION FOR ADVANCED SCIENCE INNOVATION (MAScIR),
RABAT DESIGN CENTER, RUE MOHAMED AL JAZOULI, MADINAT AL IRFANE
RABAT 10100 (MA)**

(72) Inventeur(s) :
BOURZEIX FRANCOIS ; ISLAH HICHAM ; EL BOUZIADY ABDERRAHIM

(74) Mandataire :
ABDELHAQ AMMANI

(54) Titre : **Système d'évaluation de la profondeur des rainures des pneus grâce à un pistolet stéréoscopique.**

(57) Abrégé : La présente invention concerne un dispositif portable et communiquant d'estimation de profondeur de rainures de pneus à base de caméras stéréoscopiques. Elle peut être en particulier utilisée dans le cadre d'un contrôle technique de véhicule, pour vérifier le niveau d'usure du pneu. Le dispositif selon l'invention permet d'estimer la profondeur des rainures d'un pneu, et comprenant au moins deux caméras (C1) et (C2), un bouton de déclenchement (BD), une unité de traitement d'images (UTI), une unité d'interface Homme-Machine (IHM). Après actionnement par l'utilisateur de (BD), les caméras (C1) et (C2) prennent au moins deux images simultanément (I1) et (I2). Des algorithmes de traitement d'image standards, exécutés par (UTI) sur (I1) et (I2) permettent d'une part de générer la carte de disparité du pneu, d'autre part d'identifier des zones rapprochées en surface des pneus et en fond de rainure et enfin de déduire la distance entre le fond des rainures et la surface du pneu (mesure stéréoscopique). Le résultat de la mesure est fourni à l'utilisateur du système via (IHM).

**Système d'évaluation de la profondeur des rainures des pneus grâce à un pistolet
stéréoscopique.**

5

Abrégé :

La présente invention concerne un dispositif portable et communiquant d'estimation de profondeur de rainures de pneus à base de caméras stéréoscopiques. Elle peut être en particulier utilisée dans le cadre d'un contrôle technique de véhicule, pour vérifier le niveau d'usure du pneu. Le dispositif selon l'invention permet d'estimer la profondeur des rainures d'un pneu, et comprenant au moins deux caméras (C1) et (C2), un bouton de déclenchement (BD), une unité de traitement d'images (UTI), une unité d'interface Homme-Machine (IHM). Après actionnement par l'utilisateur de (BD), les caméras (C1) et (C2) prennent au moins deux images simultanément (I1) et (I2). Des algorithmes de traitement d'image standards, exécutés par (UTI) sur (I1) et (I2) permettent d'une part de générer la carte de disparité du pneu, d'autre part d'identifier des zones rapprochées en surface des pneus et en fond de rainure et enfin de déduire la distance entre le fond des rainures et la surface du pneu (mesure stéréoscopique). Le résultat de la mesure est fourni à l'utilisateur du système via (IHM).

**Système d'évaluation de la profondeur des rainures des pneus grâce à un pistolet
stéréoscopique.**

5

DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

La présente invention concerne un dispositif portable et communiquant d'estimation de profondeur de rainures de pneus à base de caméras stéréoscopiques. Elle peut être en particulier utilisée dans le cadre d'un contrôle technique de véhicule, pour vérifier le niveau
10 d'usure du pneu.

ART ANTERIEUR DE L'INVENTION

La mesure de la profondeur des rainures de pneus est un bon indicateur de l'usure des pneus d'un véhicule. Pour qu'un véhicule puisse rouler sans risque il convient que la
15 profondeur des rainures soit au minimum d'une certaine valeur. En effet lorsque le pneu est neuf l'épaisseur de la bande de roulement (et donc la profondeur des rainures) est maximale. Elle diminue avec le temps et avec le kilométrage effectué par le pneu. La diminution de l'épaisseur de la bande de roulement d'un pneu se traduit par une augmentation de sa raideur et par une diminution de sa capacité à évacuer l'eau sur sol
20 mouillé ce qui peut impacter fortement son adhérence au sol. Il est donc important de pouvoir mesurer l'épaisseur de la bande de roulement de manière à savoir si un pneu doit être changé. Cette mesure est en générale effectuée par les garagistes et au moment des contrôles techniques.

Concernant l'estimation de l'usure des pneus, on peut classer les méthodes en 5 types
25 principaux :

- Les méthodes et dispositifs d'estimation de l'usure du pneu avec une jauge de profondeur. Ce sont les méthodes en générale utilisées par les garagistes et par les techniciens réalisant les contrôles techniques. Elles impliquent de positionner

manuellement une jauge mécanique au niveau d'une rainure et de lire le résultat de la mesure.

- 5 - les méthodes et dispositifs d'estimation de l'usure du pneu visant à mesurer cette usure pendant la conduite. Ces méthodes qui ne sont pas basées sur l'estimation de la profondeur des rainures, ne peuvent être utilisées pour un véhicule à l'arrêt et de ce fait ne sont pas adaptées au contrôle technique. Elles visent en générale plutôt à estimer des caractéristiques de glissement et d'adhérence du pneu afin d'en déduire l'épaisseur de la bande de roulement. On peut citer par exemple le brevet EP 10 378378 A1.
- 15 - Les méthodes et dispositifs automatisés basées sur l'utilisation de capteurs magnétiques sensibles aux courants de Foucault (par exemple avec capteur à effet Hall). Le capteur installé dans un dispositif à la surface du sol va permettre de mesurer la distance qui le sépare de l'armature métallique interne du pneu. On en déduit l'épaisseur de la couche de caoutchouc (bande de roulement). En comparant avec l'épaisseur du pneu neuf on en déduit l'usure du pneu. On peut citer par exemple le brevet WO 2015011260 A1.
- 20 - Les méthodes et dispositifs basés sur l'utilisation de témoins d'usures insérés dans le pneu. Lorsque le pneu est neuf, le témoin est recouvert de caoutchouc et donc invisible. Lorsque le niveau d'usure du pneu atteint un certain niveau le témoin d'usure devient apparent. Dans certains dispositifs la détection du témoin est rendue automatique grâce à un couplage à un détecteur optique, acoustique ou 25 électromagnétique. Voir le brevet WO 2002040296 A1.
- 30 - Les méthodes optiques dont relève notre invention. Elles utilisent en générales des systèmes lasers pour éclairer les rainures et en déduire la profondeur, ou bien un éclairage latérale afin de mesurer la projection de l'ombre du pneu dans la rainure pour en déduire la profondeur de la rainure.

Notre invention se distingue de l'état de l'art par l'utilisation d'un système stéréoscopique qui localise automatiquement une ou plusieurs rainure du pneu afin d'estimer la profondeur entre la surface du pneu et le fond de la rainure.

5 EXPOSE DETAILLE DE L'INVENTION

La présente invention est un système mobile permettant de mesurer la profondeur des rainures des pneus grâce à une paire de cameras stéréoscopiques, (caméras qui permettent d'avoir une information sur la 3^{eme} dimension de la scène traitée – à savoir les pneus dans notre cas d'étude). Grace à des algorithmes de traitement d'image et d'apprentissage automatique, on localise sur les deux images une zone comprenant une rainure de pneu. On évalue alors la distance des caméras jusqu'au au fond des rainures et des caméras jusqu'à la surface des pneus grâce au calcul de la disparité. En calculant la différence entre ces deux distances on en déduit la profondeur des rainures.

15 DESCRIPTION DES DIAGRAMMES ET FIGURES

Figure 1 : Vue globale du pistolet stéréoscopique (vue en dessus) montrant les composants principaux du dispositif stéréoscopique tel que les deux caméras (102 et 103), l'écran LCD (201) et la diode (203) qui constituent l'interface Homme Machine du système.

Figure 2 : Vue globale du pistolet stéréoscopique montrant les composants du dispositif stéréoscopique restants (vue latérale) avec une unité de traitement intégrée qui permet d'estimer la profondeur des rainures des pneus en appliquant des algorithmes du traitement d'image sur les images acquises.

Figure 3 : Vue globale du pistolet stéréoscopique montrant les composants du dispositif stéréoscopique restants (vue latérale) avec une unité de traitement distante qui permet d'envoyer à l'utilisateur l'estimation de la profondeur des rainures des pneus en appliquant des algorithmes du traitement d'image sur les images reçues via une interface de communication.

Figure 4 : Schéma fonctionnel du pistolet stéréoscopique qui montre les blocs de la chaîne algorithmique utilisée pour l'estimation de la profondeur des rainures des pneus.

Figure 5 : Mesure de la profondeur des rainures d'un pneu conforme (501) et non conforme (502) lors d'un contrôle technique.

L'invention objet de ce brevet est un dispositif à base de deux caméras (102 , 103) qui vise à
5 réaliser l'estimation de la profondeur des rainures des pneus sans avoir à établir un contact avec le pneu. Une gâchette (301) lorsqu'actionnée par l'utilisateur, permet de réaliser un (ou plusieurs) cliché synchronisé depuis les deux caméras avec activation simultanée du flash ou de l'éclairage adjoint (101).

Une unité de traitement (302) reçoit les images générées par (102) et (103) et réalise les
10 opérations de traitement des images nécessaires pour estimer la profondeur des rainures. Sur le dessus du pistolet une Interface Homme Machine, un écran LCD (201) permet l'affichage d'informations pour l'utilisateur. Une diode LED (203) permet en outre d'indiquer à l'utilisateur l'état des clichés réalisés et le statut du pneu évalué. Une zone de mémoire (303) permet l'archivage des clichés et un module d'interface (202) permet au système de
15 transmettre les images et les mesures vers un système de gestion externe (via par exemple une interface sans fil standard de type WIFI, BT, 3G ou autre).

La partie logicielle du dispositif s'exécute sur l'unité de traitement (302). Celle-ci peut être
intégrée directement avec les caméras dans le pistolet portable (dans une version intégrée du dispositif) ou bien elle peut être exécutée à l'extérieur du pistolet (dans une version avec
20 traitement externalisé).

Le logiciel est divisé en quatre modules principaux réalisant des opérations de collecte, de traitement et d'archivage des images. Nous décrivons ci-dessous les opérations réalisés par ces modules.

Description du module d'acquisition d'images

25 Le module d'acquisition d'images (402) est responsable, sur pression de la gâchette (401) par l'utilisateur, de déclencher de manière synchronisé les deux caméras (102) et (103), ainsi que le flash pour la prise de clichés du pneu. Le module récupère alors les images et les transmet au module suivant. Dans certaines configurations le module permet de prendre

plusieurs clichés successivement en rafale afin de réaliser plusieurs mesures de profondeurs et ainsi d'améliorer la précision de la mesure.

Description du module de carte de disparité

Le module (403) évalue dans un premier temps la netteté et le contraste des images. En cas de nécessité il peut envoyer une requête au module (405) pour que celui-ci envoie un message à l'utilisateur afin de reprendre un cliché. Si les images générées sont de qualité suffisantes il réalise le calcul de la carte de disparité entre les deux images, selon des algorithmes standards de l'état de l'art.

Description du module de détection et d'estimation des rainures

Le module (404) localise plusieurs rainures sur les images fournies en réalisant des opérations morphologiques et des opérations de filtrages. Dans un premier temps un filtre gradient permet de localiser les lignes sur l'image. On sélectionne alors les 2 lignes parallèles les plus longues et les plus proches. On sélectionne alors sur ces lignes la zone de disparité maximale (et donc la zone la plus proche de la caméra. On mesure alors la différence de disparité entre le milieu de la rainure et le bord de la rainure.

Les résultats sont alors envoyés vers le module de gestion de l'IHM pour traitement, et éventuellement vers la mémoire pour archivage (406) et vers l'interface pour transfert vers l'extérieur (407).

Description du module de l'interface homme machine (IHM)

Le module (406) gère l'interface Homme Machine (IHM) via l'écran LCD (201) et la diode LED (203). Suite à la prise d'un cliché celui-ci est affiché sur l'écran. Si les clichés réalisés ne permettent pas le calcul de la profondeur la diode (203) s'allume en orange. Dans le cas contraire l'estimation de la profondeur moyenne des rainures du pneu est affichée. Si la profondeur de la rainure est supérieure à un seuil (que l'utilisateur peut préalablement définir), la diode (203) s'allume en vert, afin d'indiquer à l'utilisateur que la profondeur des rainures est conforme aux attentes. C'est la situation (501) de la figure 5. Sinon elle s'allume en rouge car la profondeur des rainures est non conforme. C'est la situation (502) de la figure 5.

REVENDEICATIONS

1. Un dispositif portable permettant d'estimer la profondeur des rainures d'un pneu, comprenant au moins deux caméras (C1) et (C2), un bouton de déclenchement (BD), une unité de traitement d'images (UTI), une unité d'interface Homme-Machine (IHM), **caractérisé en ce que** sur déclenchement par l'utilisateur de (BD), les caméras (C1) et (C2) prennent au moins deux images simultanément (I1) et (I2). Des algorithmes de traitement d'image standards, exécutés par (UTI) sur (I1) et (I2) permettent d'une part de générer la carte de disparité du pneu, d'autre part d'identifier des zones rapprochées en surface des pneus et en fond de rainure et enfin de déduire la distance entre le fond des rainures et la surface du pneu (mesure stéréoscopique). Le résultat de la mesure est fourni à l'utilisateur du système via (IHM).
2. Un dispositif suivant la Revendication 1 **caractérisé en ce que** les images et l'estimation de la profondeur sont transmises vers une unité d'archivage via une interface de communication (INT).
3. Un dispositif suivant les Revendications 2 **caractérisé en ce que** (UTI) peut être localisée à proximité des caméras (C1) et (C2) ou bien distante des caméras connectées au système via (INT).
4. Un dispositif suivant la Revendication 1 comprenant en outre une mémoire de stockage (MEM), **caractérisé en ce que** les images et l'estimation de la profondeur sont enregistrés dans (MEM).
5. Un dispositif suivant la Revendication 1 comprenant en outre un éclairage (EC), **caractérisé en ce que** sur déclenchement par l'utilisateur de (BD), (EC) s'allume ou émet un flash afin d'améliorer la qualité des images (I1) et (I2).
6. Un dispositif suivant la Revendication 1, qui comprend en outre un indicateur coloré par exemple à base de Diodes d'émission de lumière (LED) **caractérisé en ce que** l'indicateur (LED) fourni des informations sur le fonctionnement du système. Par exemple il indique si la profondeur de la rainure est conforme ou si la qualité des images n'est pas acceptable.
7. Un dispositif suivant la Revendication 1, **caractérisé en ce que** le système (IHM) est un écran tactile qui permet l'affichage des informations relatives au fonctionnement du système. Par exemple une des images (I1) ou (I2), l'estimation de la profondeur de la rainure, sa conformité, l'impossibilité de réaliser l'estimation du fait d'une qualité faible des images (I1) et (I2).

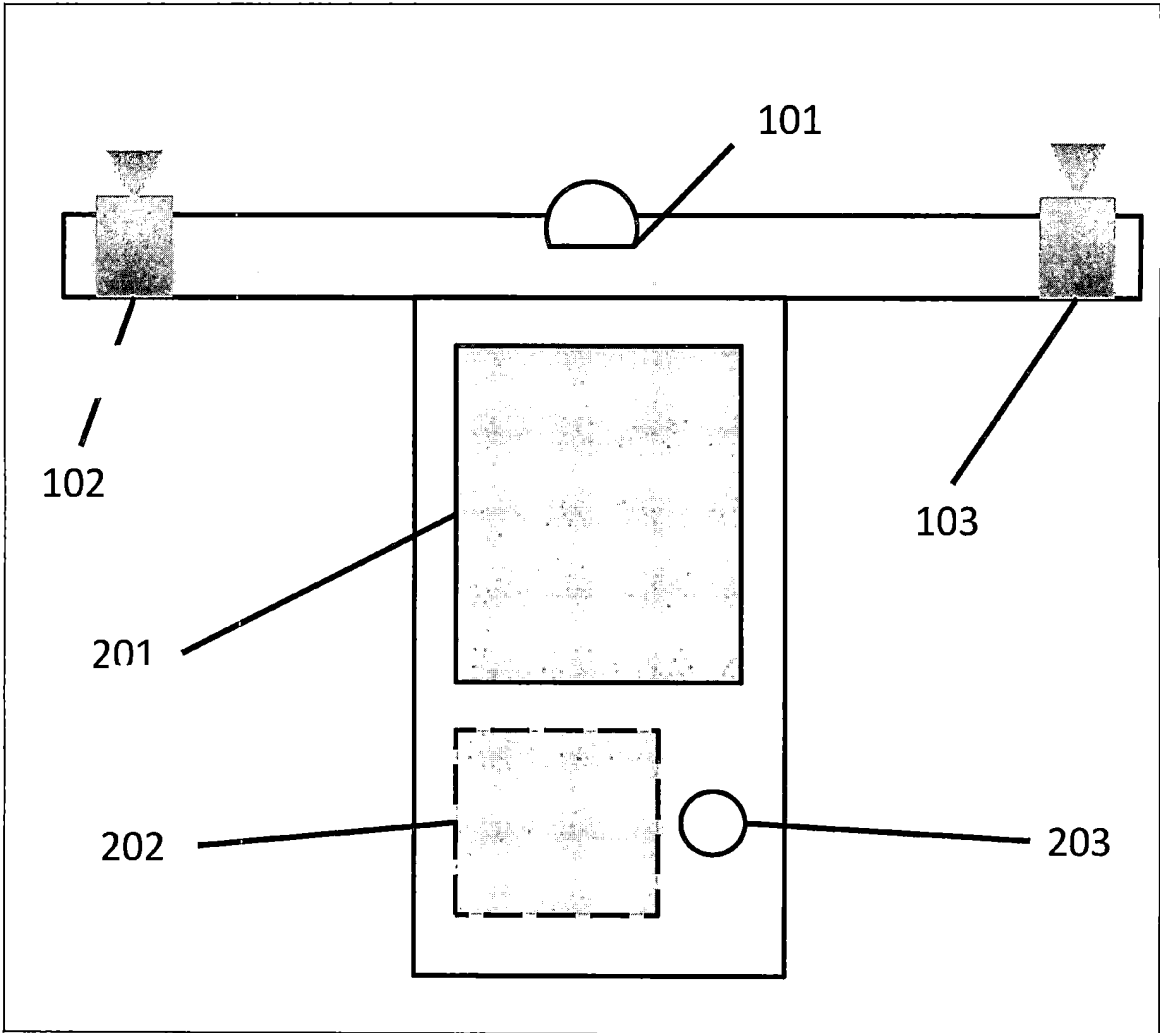


Fig. 1

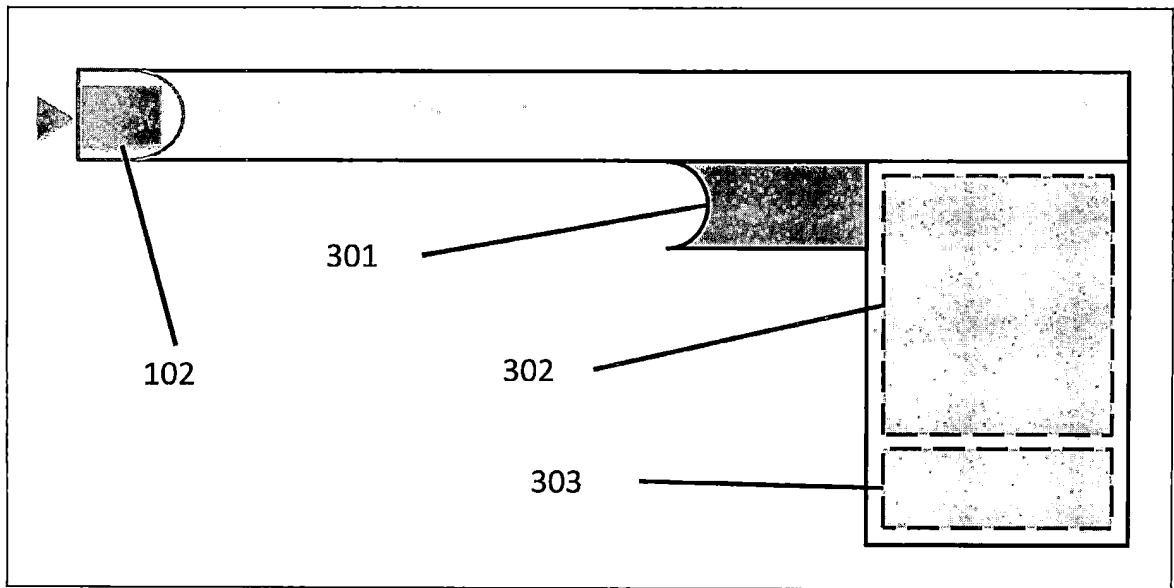


Fig. 2

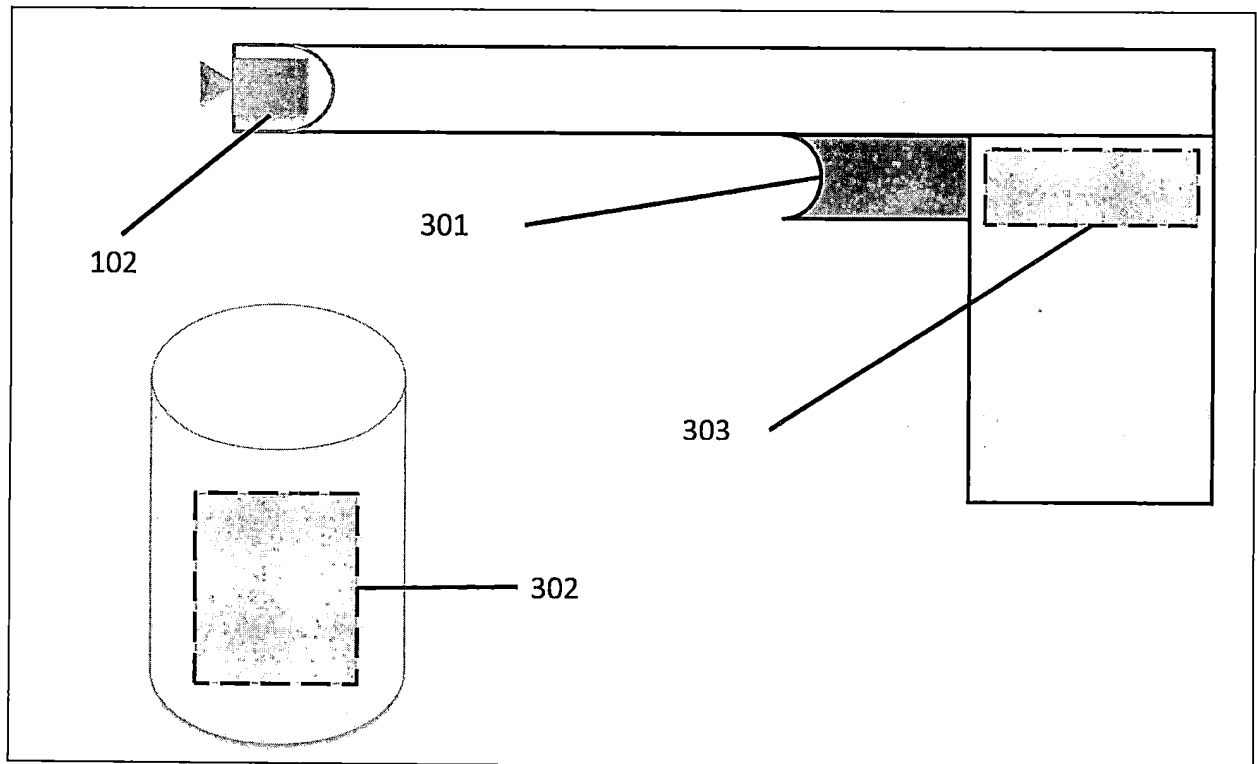


Fig.3

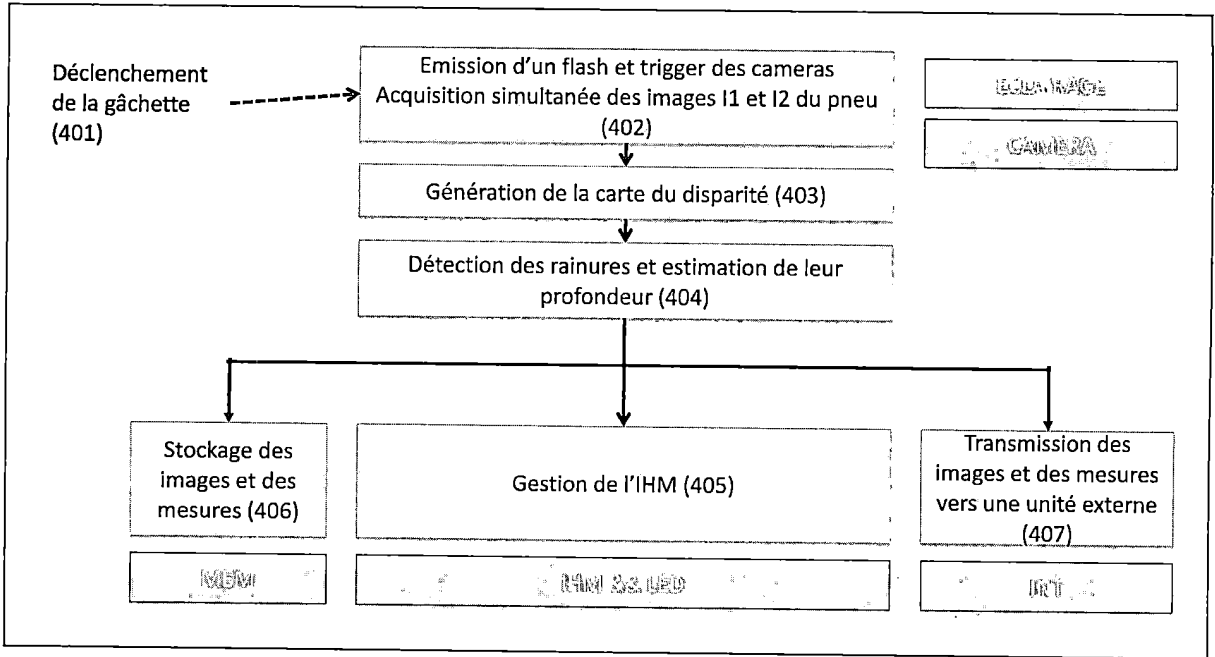


Fig. 4

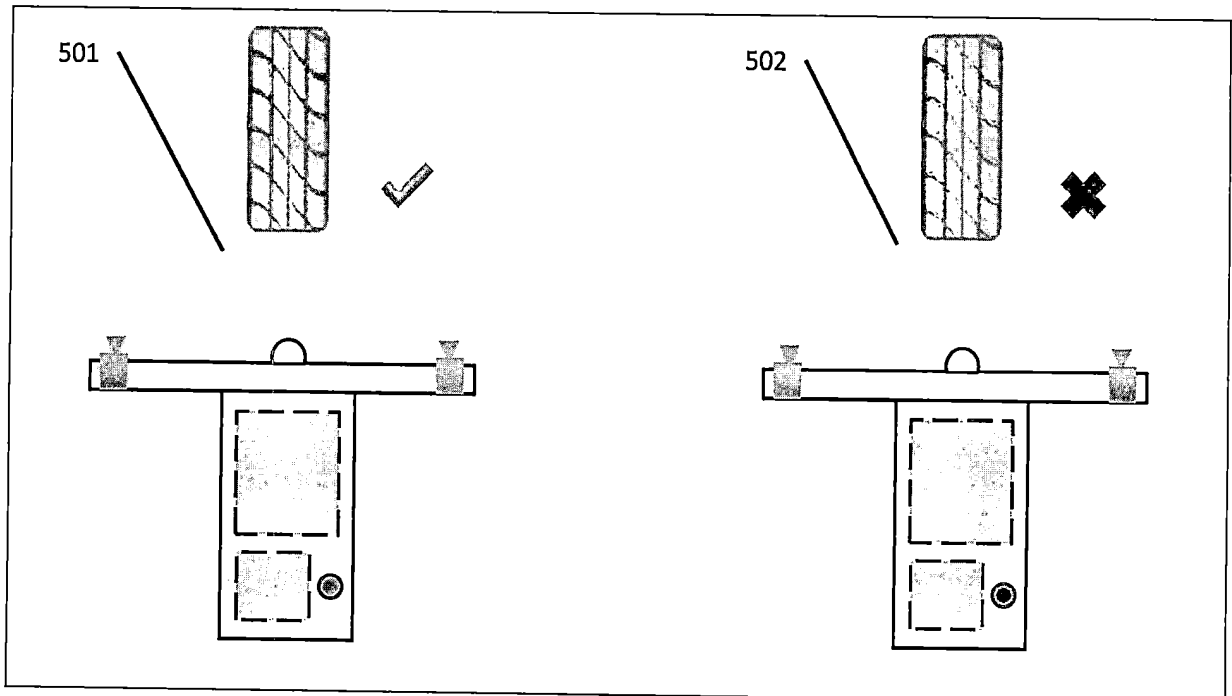


Fig. 5



**RAPPORT DE RECHERCHE
AVEC OPINION SUR LA BREVETABILITE**
(Conformément aux articles 43 et 43.2 de la loi 17-97 relative à la
protection de la propriété industrielle telle que modifiée et
complétée par la loi 23-13)

| | |
|--|--|
| Renseignements relatifs à la demande | |
| N° de la demande : 41473 | Date de dépôt : 17/11/2017 |
| Déposant : MOROCCAN FOUNDATION FOR ADVANCED SCIENCE INNOVATION (MASciR) | |
| Intitulé de l'invention : Système d'évaluation de la profondeur des rainures des pneus grâce à un pistolet stéréoscopique. | |
| Le présent document est le rapport de recherche avec opinion sur la brevetabilité établi par l'OMPIC conformément aux articles 43 et 43.2, et notifié au déposant conformément à l'article 43.1 de la loi 17-97 relative à la protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée par la loi 23-13. | |
| Les documents brevets cités dans le rapport de recherche sont téléchargeables à partir du site http://worldwide.espacenet.com , et les documents non brevets sont joints au présent document, s'il y en a lieu. | |
| Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants : | |
| Partie 1 : Considérations générales | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Cadre 1 : Base du présent rapport <input type="checkbox"/> Cadre 2 : Priorité <input type="checkbox"/> Cadre 3 : Titre et/ou Abrégé tel qu'ils sont définitivement arrêtés | |
| Partie 2 : Rapport de recherche | |
| Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Cadre 4 : Remarques de clarté <input checked="" type="checkbox"/> Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle <input type="checkbox"/> Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications dont aucune recherche significative n'a pu être effectuée <input type="checkbox"/> Cadre 7 : Défaut d'unité d'invention | |
| Examineur: I. Oubiyi | Date d'établissement du rapport : 02/03/2017 |
| Téléphone: 212 5 22 58 64 14/00 | |



| Partie 1 : Considérations générales | | |
|--|--|------------------------------|
| Cadre 1 : base du présent rapport | | |
| Les pièces suivantes de la demande servent de base à l'établissement du présent rapport : | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • <u>Description</u> 5 Pages • <u>Revendications</u> 7 • <u>Planches de dessin</u> 3 Pages | | |
| Partie 2 : Rapport de recherche | | |
| Classement de l'objet de la demande : | | |
| CIB : G01M 17/02, G01B11/00, G01B11/22 | | |
| Bases de données électroniques consultées au cours de la recherche : | | |
| EPOQUE, Orbit | | |
| Catégorie* | Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents | N° des revendications visées |
| X | EP3282222 A1; 14-02-2018 ; SIGMAVISION LTD [GB] | 1-7 |
| X | WO2015110841 A1; 30-07- 2015 ; PRE CHASM RES LTD [GB] | 1-7 |
| X | US2014002641 A1 ; 02-01- 2014 ; TAKAHASHI EIJI [JP]; TSUJI TOSHIYUKI [JP]; KOBE STEEL LTD [JP] | 1-7 |
| X | DE102015012296 A1 ; 23-03- 2017 ; GL MESSTECHNIK GMBH [DE] | 1-7 |
| *Catégories spéciales de documents cités : | | |
| <p>-« X » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément</p> <p>-« Y » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier</p> <p>-« A » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>-« P » documents intercalaires ; Les documents dont la date de publication est située entre la date de dépôt de la demande examinée et la date de priorité revendiquée ou la priorité la plus ancienne s'il y en a plusieurs</p> <p>-« E » Éventuelles demandes de brevet interférentes. Tout document de brevet ayant une date de dépôt ou de priorité antérieure à la date de dépôt de la demande faisant l'objet de la recherche (et non à la date de priorité), mais publié postérieurement à cette date et dont le contenu constituerait un état de la technique pertinent pour la nouveauté</p> | | |

Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité*Cadre 4 : Remarques de clarté*

Les caractéristiques énoncées dans la revendication du dispositif 1 portent sur le mode d'utilisation et les étapes du procédé, au lieu de définir clairement ce dispositif en termes de caractéristiques techniques correspondantes. Les limitations visées ne ressortent donc pas clairement de cette revendication conformément aux exigences de l'art. 35 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

| | | |
|--|---|------------|
| Nouveauté (N) | Revendications aucune Revendications 1-7 | Oui Non |
| Activité inventive (AI) | Revendications aucune Revendications 1-7 | Oui Non |
| Possibilité d'application Industrielle (PAI) | Revendications 1-7 Revendications aucune | Oui Non |

Il est fait référence aux documents suivants. Les numéros d'ordre qui leur sont attribués ci-après seront utilisés dans toute la suite de la procédure

D1 : EP3282222 A1

1. Nouveauté (N) et Activité inventive (AI)

Le document D1 (voir figures, § [0016], [0060] et [0104]) divulgue un dispositif portable permettant d'estimer la profondeur des rainures d'un pneu comprenant au moins deux caméras, un bouton de déclenchement (caractéristique technique implicite), une unité de traitement d'images et une unité d'interface homme machine. Par conséquent, l'objet de la revendication 1 n'est pas nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

Les revendications dépendantes 2-7 ne semblent pas contenir des caractéristiques supplémentaires, en matière de nouveauté, en étant combinées avec les caractéristiques techniques de la revendication indépendante 1 auxquelles lesdites revendications dépendantes sont liées. Par conséquent, l'objet desdites revendications n'est pas nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

2. Possibilité d'application industrielle (PAI) :

L'objet de la présente invention est susceptible d'application industrielle au sens de l'article 29 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, parce qu'il présente une utilité déterminée, probante et crédible.