

## (12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication : **MA 41473 B1** (51) Cl. internationale : **G01M 17/02; G01B 11/22**

(43) Date de publication :  
**31.12.2019**

---

(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  
10 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,  
15 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<sup>eme</sup> 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.



### Revendications modifiées :

1. Un procédé d'estimation d'usure des pneus, dans un système de traitement d'images stéréoscopiques, comprenant au moins deux caméras (C1) et (C2) et une unité de traitement d'images (UTI), ledit procédé comprend les étapes suivantes :
  - Etape 1 : Acquisition d'au moins deux images (I1) et (I2) respectivement par les caméras (C1) et (C2) de manière synchrone et envoi de ces images vers (UTI),
  - Etape 2 : Calcul de la carte de disparité entre I1 et I2.
  - Etape 3 : Identification d'une ou plusieurs parties d'une image I1 ou I2 comprenant une zone d'interface entre rainure et surface du pneu.
  - Etape 4 : Calcul sur au moins une zone de la distance entre le fond des rainures et la surface du pneu (mesure stéréoscopique).
2. Un procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, il comprend une étape supplémentaire de communication du résultat de la mesure ou des mesures de profondeur des rainures à l'utilisateur via une interface Homme-Machine, suite à l'étape 4.
3. Un procédé selon les revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que**, il comprend une étape supplémentaire de stockage des résultats de la mesure ou des mesures sur une unité d'enregistrement de données, suite à l'étape 4.
4. Un procédé selon les revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que**, il comprend une étape de comparaison du résultat de la mesure par rapport à un seuil au delà duquel une alerte est transmise à l'utilisateur, suite à l'étape 4.
5. Un procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, dans l'étape 1, l'activation synchrone des caméras est réalisée au moyen d'une gâchette (ou d'un trigger) qui lorsqu'elle est activée envoie un signal aux deux caméras.
6. Un procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, dans l'étape 2, le calcul de disparité  $d$  est un nombre entier calculé pour chaque pixel  $P$  de I1 (ou de I2), correspondant au décalage  $d$  en nombre de pixels, selon l'axe des caméras, entre les deux images, qui minimise un écart de similarité sur une pluralité de pixels entourant  $P$ .
7. Un procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que**, l'écart de similarité est calculé comme la somme sur une pluralité de pixels des différences au carré des valeurs des pixels des images I1 et I2.





8. Un procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, dans l'étape 3, l'identification d'une ou plusieurs parties comprenant une zone d'interface entre rainure et surface du pneu est réalisée en utilisant une méthode de « machine learning » ou d'intelligence artificielle.
9. Un procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, dans l'étape 4, le calcul de la profondeur de la rainure est effectué en calculant la distance de la surface du pneu à la caméra I1 ou I2, la distance du fond de la rainure à la caméra I1 ou I2 puis en calculant la différence de ces deux distances. La distance d'un pixel de l'image à la caméra étant inversement proportionnelle à la disparité, et proportionnelle à la distance entre les deux caméras.

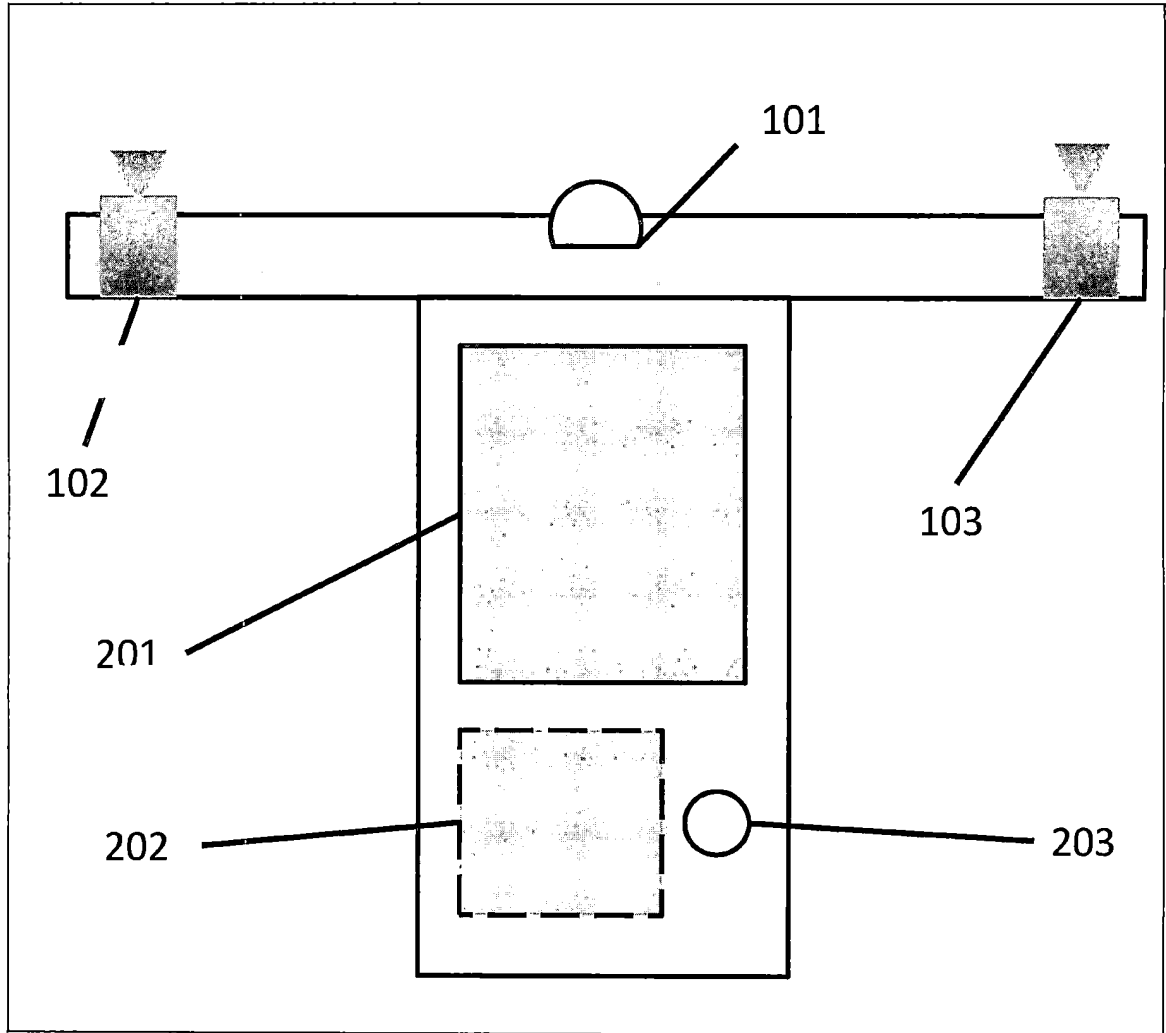


Fig. 1

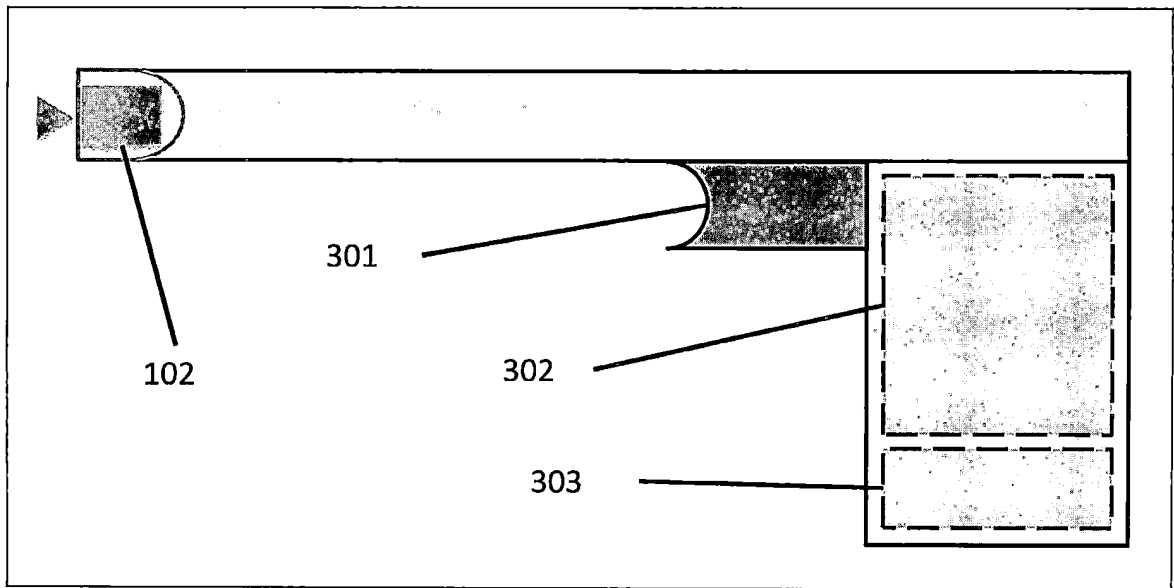


Fig. 2

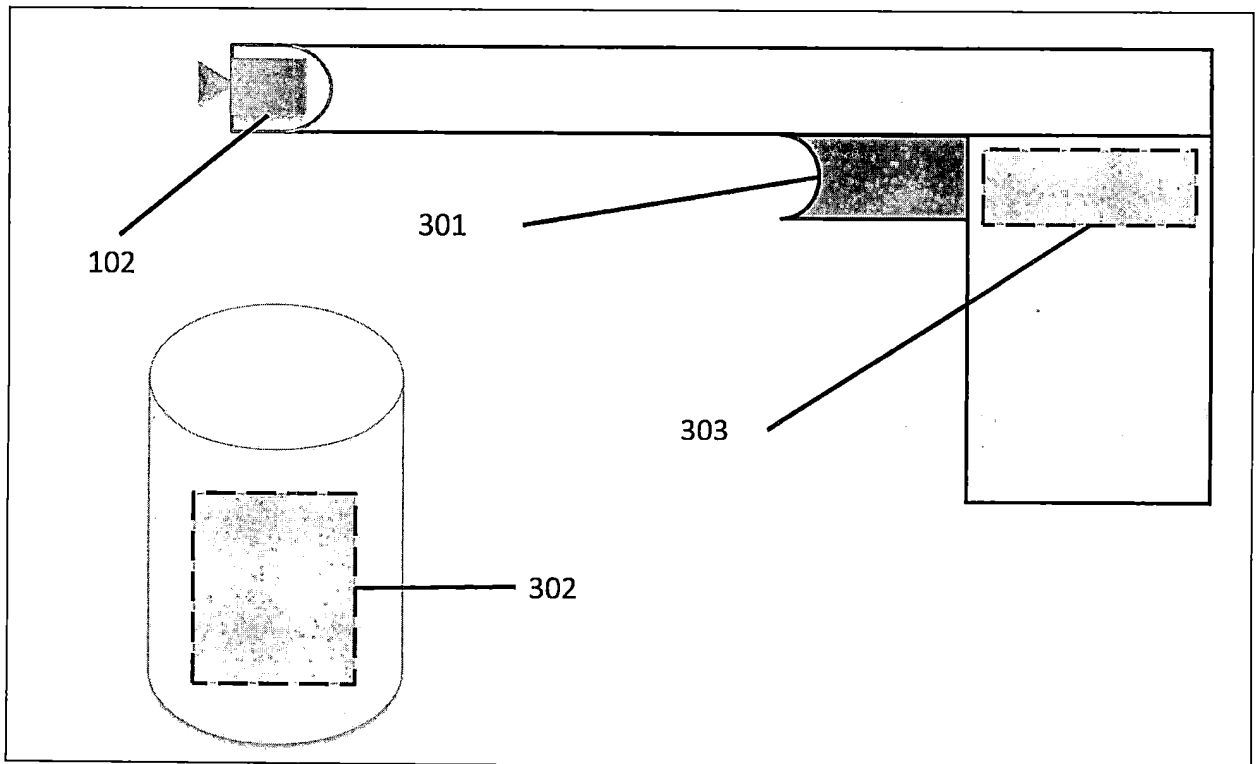


Fig.3

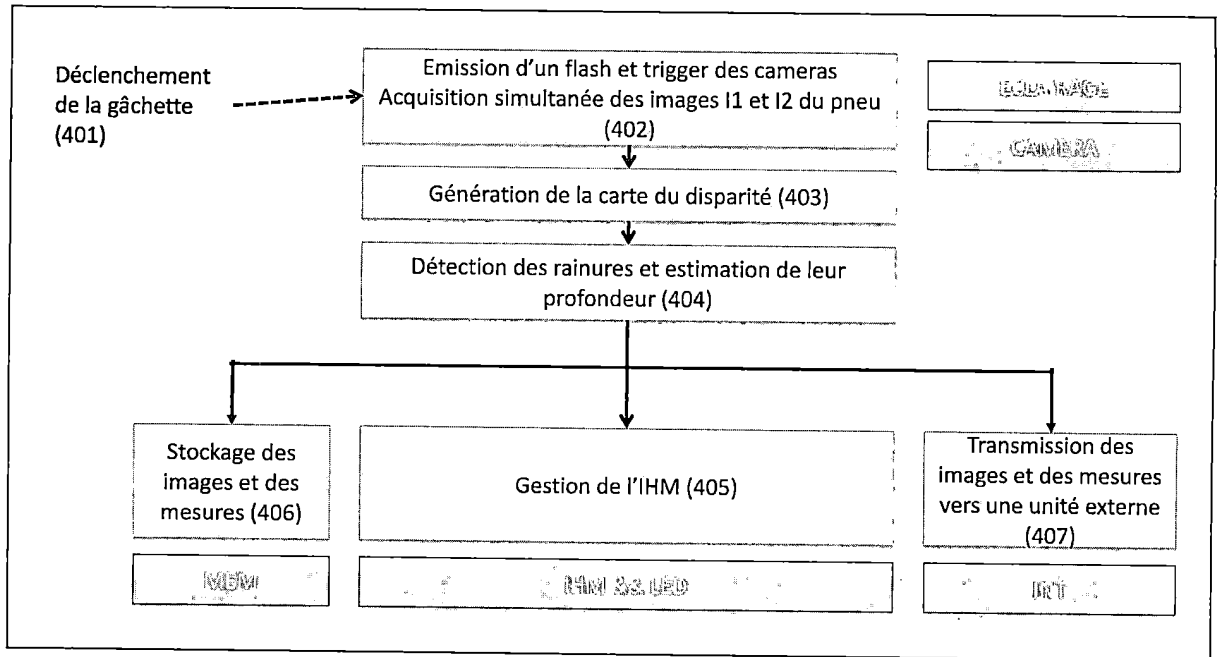


Fig. 4

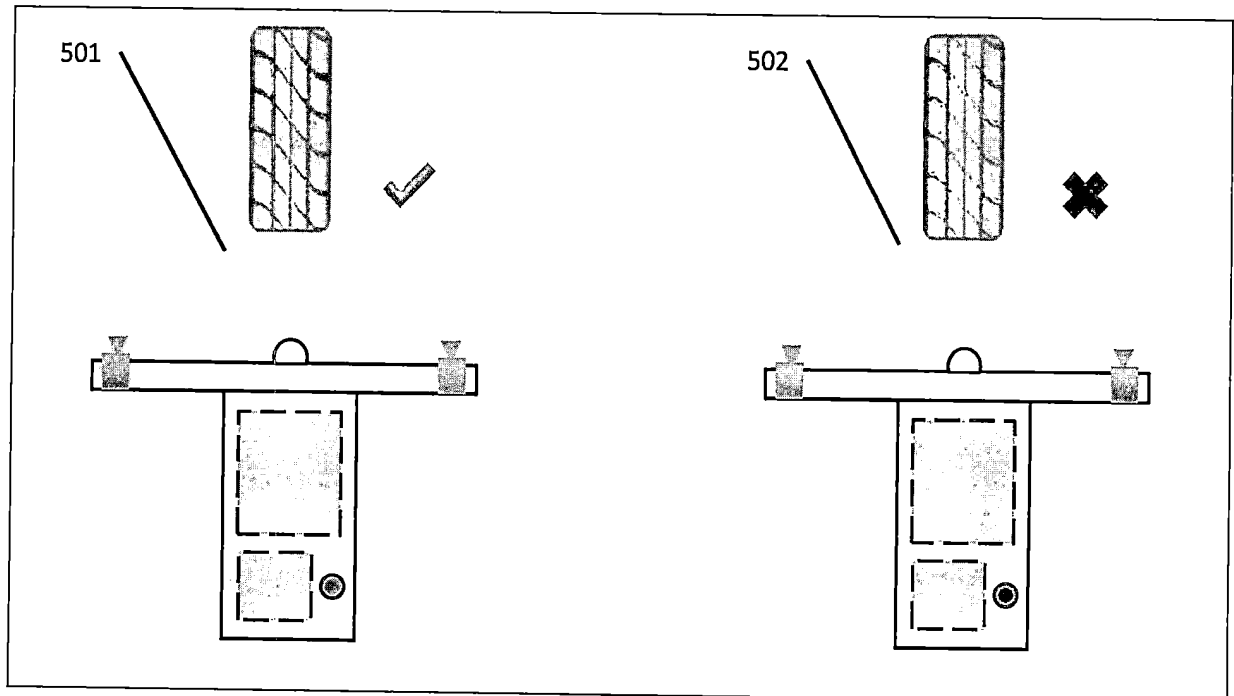


Fig. 5

ROYAUME DU MAROC  
\*\*\*\*\*  
OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE  
\*\*\*\*\*



المملكة المغربية  
-----  
المكتب المغربي  
للملكية الصناعية والتجارية  
-----

## RAPPORT DE RECHERCHE DEFINITIF AVEC OPINION SUR LA BREVETABILITE

*Établi conformément à l'article 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*

<b>Renseignements relatifs à la demande</b>	
N° de la demande : 41473	Date de dépôt : 17/11/2017
Déposant : Moroccan foundation for Advanced Science Innovation and Resaerch (MASclR)	
Intitulé de l'invention : Système d'évaluation de la profondeur des rainures des pneus grâce à un pistolet stéréoscopique.	
<b>Classement de l'objet de la demande :</b> CIB : G01M 17/02, G01B11/00, G01B11/22	
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	
Partie 2 : Opinion sur la brevetabilité	
<input type="checkbox"/> Cadre 3 : Remarques de clarté <input type="checkbox"/> Cadre 4 : Observations à propos de revendications modifiées qui s'étendent au-delà du contenu de la demande telle qu'initialement déposée <input type="checkbox"/> Cadre 5 : Défaut d'unité d'invention <input type="checkbox"/> Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications exclues de la brevetabilité <input checked="" type="checkbox"/> Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle	
Examineur: Ilham Oubiyi	Date d'établissement du rapport: 15/07/2019
Téléphone: (+212) 5 22 58 64 14	

**Partie 1 : Considérations générales****Cadre 1 : base du présent rapport**

Les pièces suivantes servent de base à l'établissement du présent rapport :

- Demande telle qu'initialement déposée
- Demande modifiée suite à la notification du rapport de recherche préliminaire :
- Revendications  
9
- Observations à l'appui des revendications maintenues
- Observations des tiers suite à la publication de la demande
- Réponses du déposant aux observations des tiers
- Nouveaux documents constituant des antériorités :
- Suite à la recherche complémentaire (Couvrant les documents de l'état de la technique qui n'étaient pas disponibles à la date de la recherche préliminaire)
  - Suite à la recherche additionnelle (couvrant les éléments n'ayant pas fait l'objet de la recherche préliminaire)
- Observations à l'encontre de la décision de rejet

**Partie 2 : Opinion sur la brevetabilité****Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle**

Nouveauté	Revendications 1-9 Revendications aucune	Oui Non
Activité inventive	Revendications 1-9 Revendications aucune	Oui Non
Application Industrielle	Revendications 1-9 Revendications aucune	Oui Non

Il est fait référence aux documents suivants:

D1 : EP3282222 A1

**1. Nouveauté**

Aucun des documents cités ci-dessus ne divulgue l'ensemble des caractéristiques techniques énoncées dans les revendications 1-9. Par conséquent, l'objet desdites revendications est nouveau au sens de l'art. 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

## 2. Activité inventive

Le document D1 divulgue (les références entre parenthèses s'appliquant à ce document) un procédé (voir figures, § [0016], [0060] et [0104]) d'estimation d'usure des pneus dans un dispositif portable permettant d'estimer la profondeur des rainures d'un pneu comprenant au moins deux caméras, une unité de traitement d'images et une unité d'interface homme machine. Ledit procédé comprenant l'étape d'acquisition d'au moins deux images par les deux caméras et envoi de ces images vers l'unité de traitement d'images.

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 diffère de D1 par :

- Etape 2 : calcul de la carte de disparité entre L1 et L2 ;
- Etape 3 : identification d'une ou plusieurs parties d'une image L1 ou L2 comprenant une zone d'interface entre rainure et surface du pneu ;
- Etape 4 : calcul sur au moins une zone de la distance entre le fond des rainures et la surface du pneu (mesure stéréoscopique).

Le problème que la présente invention se propose de résoudre peut donc être considéré comme une alternative d'estimation de la profondeur des rainures des pneus en utilisant le phénomène de la stéréoscopie.

La solution à ce problème proposée dans la revendication indépendante de la présente demande est considérée comme impliquant une activité inventive. En effet, l'homme du métier ne serait pas parvenu d'une manière évidente à reproduire l'invention revendiquée en partant de D1. Aussi, aucun enseignement n'a été trouvé dans le reste de l'état de la technique disponible qui aurait incité la personne du métier, en partant du document D1, à atteindre le résultat recherché. Par conséquent, l'objet de la revendication 1 implique une activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

Les revendications 2-9 dépendent de la revendication indépendante 1 et dont l'objet est considéré inventif, comme indiqué auparavant, et elles satisfont donc également, en tant que telles, aux exigences de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13 concernant l'activité inventive.

## 3. Application industrielle

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.