

⑤④ VEHICULE AUTOMOBILE EQUIPE DE TELEDETECTEURS PAR LASER.

②② Date de dépôt : 11.05.15.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 18.11.16 Bulletin 16/46.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 16.08.19 Bulletin 19/33.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥① Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : VALEO SCHALTER UND
SENSOREN GMBH — DE.

⑦② Inventeur(s) : GARNAULT ALEXANDRE,
HEITMANN THOMAS et RESENDE PAULO.

⑦③ Titulaire(s) : VALEO SCHALTER UND SENSOREN
GMBH.

⑦④ Mandataire(s) : VALEO COMFORT AND DRIVING
ASSISTANCE.



VEHICULE AUTOMOBILE EQUIPE DE TELEDETECTEURS PAR LASER

DOMAINE TECHNIQUE AUQUEL SE RAPPORTE L'INVENTION

La présente invention concerne de manière générale l'aide au pilotage
5 des véhicules automobiles.

Elle concerne plus particulièrement un véhicule automobile comportant un châssis suspendu sur des roues avant et arrière qui reposent sur le sol, et des moyens de détermination d'un angle de tangage du châssis par rapport au sol.

Elle concerne également un procédé de détermination d'un angle de
10 tangage d'un châssis d'un véhicule automobile tel que précité.

ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE

Il est connu de chercher à déterminer l'assiette d'un véhicule automobile afin, par exemple, de piloter au mieux le couple d'accélération ou de freinage exercé sur chaque roue du véhicule ou afin de régler l'orientation des phares de
15 manière que, lorsque le véhicule est très chargé sur l'arrière, les phares n'éblouissent par les véhicules circulant en sens inverse.

Une première méthode pour déterminer l'assiette du véhicule consiste à équiper ce dernier d'une centrale inertielle et à en déduire l'orientation du véhicule dans l'espace.

20 Cette méthode, si elle donne des résultats satisfaisants, permet seulement de déterminer l'orientation du véhicule dans un repère terrestre. Si la route n'est pas horizontale, les résultats ne permettent alors pas de déterminer l'assiette du véhicule par rapport à la route, sauf à connaître l'orientation de la route dans le repère terrestre.

25 Une autre méthode consiste à équiper les amortisseurs du véhicule de capteurs permettant de mesurer l'amplitude de détente ou de compression de chaque amortisseur, et, en comparant ces amplitudes, à en déduire l'assiette du véhicule.

Cette seconde méthode fournit toutefois des résultats peu fiables. On
30 comprend en effet que dans le cas où l'une des roues du véhicule passe brièvement dans un creux de la route, l'assiette du véhicule ne change pas sensiblement alors que, du fait de la détente de l'amortisseur correspondant, le calcul de l'assiette est affecté par ce creux.

Enfin, l'inconvénient commun à ces deux solutions est qu'elles

nécessitent de prévoir sur le véhicule des moyens de mesure spécifiquement conçus pour la détermination de l'assiette du véhicule. Elles s'avèrent donc toutes deux onéreuses à mettre en œuvre.

OBJET DE L'INVENTION

5 Afin de remédier aux inconvénients précités de l'état de la technique, la présente invention propose de déterminer l'assiette, et notamment l'angle de tangage du véhicule, au moyen de capteurs déjà présents sur le véhicule, ces capteurs permettant en effet d'assurer d'autres fonctions que celle de détermination de l'assiette du véhicule.

10 Plus particulièrement, on propose selon l'invention un véhicule automobile tel que défini dans l'introduction, dans lequel lesdits moyens de détermination comportent :

- un capteur avant de télédétection par lumière, qui est fixé à l'avant du châssis et qui est orienté vers l'avant de façon à mesurer une première distance
15 avant entre le capteur avant et un premier point d'impact avant situé sur le sol, à l'avant du véhicule automobile,

- un capteur arrière de télédétection par lumière, qui est fixé à l'arrière du châssis et qui est orienté vers l'arrière de façon à mesurer une première distance
20 arrière entre le capteur arrière et un premier point d'impact arrière situé sur le sol, à l'arrière du véhicule automobile, et

- une unité de calcul de l'angle de tangage en fonction de la première distance avant et/ou de la première distance arrière.

Ainsi, les deux capteurs avant et arrière, de type LIDAR (acronyme de l'expression en langue anglaise « light detection and ranging ») sont utilisés pour
25 déterminer la distance entre chaque capteur et un point sur la route.

Ces deux capteurs, qui peuvent par ailleurs être utilisés pour d'autres fonctions (détection d'obstacles, aide au parking, ...), permettent alors de calculer de manière très fiable l'angle de tangage du véhicule.

On comprend en effet par exemple que si la distance mesurée à l'avant
30 augmente et si celle mesurée à l'arrière diminue, on peut en déduire que le véhicule a tendance à pencher vers l'arrière (par exemple parce que l'usager charge le coffre du véhicule, ou parce qu'il accélère).

D'autres caractéristiques avantageuses et non limitatives du véhicule automobile conforme à l'invention sont les suivantes :

- les roues avant et arrière définissant, lorsqu'elles sont alignées, une direction longitudinale, il est prévu que ledit capteur avant est adapté à mesurer une seconde distance avant entre le capteur avant et un second point d'impact avant distinct du premier point d'impact avant, lesdits premier et second points d'impact avant étant situés sur un axe parallèle à ladite direction longitudinale, et ledit capteur arrière est adapté à mesurer une seconde distance arrière entre le capteur arrière et un second point d'impact arrière distinct du premier point d'impact arrière, lesdits premier et second points d'impact arrière étant situés sur un axe parallèle à ladite direction longitudinale ;

10 - ladite unité de calcul comporte des moyens d'acquisition d'une première distance avant de référence et d'une première distance arrière de référence, des moyens de calcul de l'écart entre la première distance avant et la première distance avant de référence, et/ou de l'écart entre la première distance arrière et la première distance arrière de référence, et des moyens de déduction de l'angle de tangage du châssis en fonction de l'un au moins desdits écarts ;

- il est prévu des moyens de détermination de la variation temporelle de chacune desdites premières distances avant et arrière, et des moyens de déduction, en fonction desdites variations temporelles, de la forme du sol à l'avant du véhicule automobile ;

20 - le capteur avant, ou respectivement le capteur arrière, est adapté à mesurer une autre distance entre le capteur avant, ou respectivement le capteur arrière, et un autre point d'impact qui est distinct du premier point d'impact avant, ou respectivement du premier point d'impact arrière, et qui est situé avec celui-ci sur un axe orthogonal à ladite direction longitudinale.

25 L'invention propose également un procédé de détermination d'un angle de tangage d'un châssis d'un véhicule automobile tel que précité, comportant :

- une étape de mesure d'une première distance avant entre le capteur avant et un premier point d'impact avant situé sur le sol, à l'avant du véhicule automobile, et d'une première distance arrière entre le capteur arrière et un premier point d'impact arrière situé sur le sol, à l'arrière du véhicule automobile, et

30 - une étape de déduction dudit angle de tangage en fonction de l'une au moins desdites premières distances avant et arrière mesurées.

D'autres caractéristiques avantageuses et non limitatives du procédé conforme à l'invention sont les suivantes :

- il est prévu, à l'étape de mesure, de mesurer une seconde distance avant entre le capteur avant et un second point d'impact avant distinct du premier point d'impact avant, et une seconde distance arrière entre le capteur arrière et un second point d'impact arrière distinct du premier point d'impact arrière, et, à l'étape de déduction, de déduire ledit angle de tangage de l'une au moins des secondes distances avant et arrière mesurées ;

- il est prévu d'acquérir une première distance avant de référence et une première distance arrière de référence, de calculer l'écart entre la première distance avant et la première distance avant de référence, et l'écart entre la première distance arrière et la première distance arrière de référence, et, à l'étape de déduction, de déduire l'angle de tangage du châssis en fonction desdits écarts ;

- il est prévu de déterminer la variation temporelle de chacune desdites premières distances avant et arrière, et de déduire desdites variations temporelles, la forme du sol à l'avant du véhicule automobile ;

- il est prévu, à l'étape de mesure, de mesurer une autre distance entre le capteur avant, ou respectivement le capteur arrière, et un autre point d'impact qui est distinct du premier point d'impact avant, ou respectivement du premier point d'impact arrière, et qui est situé avec celui-ci sur un axe orthogonal à ladite direction longitudinale, puis il est prévu de calculer un angle de roulis du châssis par rapport au sol en fonction, d'une part, de ladite autre distance mesurée et, d'autre part, de ladite première distance avant ou de ladite première distance arrière.

DESCRIPTION DETAILLEE D'UN EXEMPLE DE REALISATION

La description qui va suivre en regard des dessins annexés, donnés à titre d'exemples non limitatifs, fera bien comprendre en quoi consiste l'invention et comment elle peut être réalisée.

Sur les dessins annexés :

- la figure 1 est une vue schématique de côté d'un véhicule automobile conforme à l'invention, représenté sur une route plane, avec un angle de tangage nul ;

- la figure 2 est une vue schématique de côté du véhicule automobile de la figure 1, représenté sur une route plane, avec un angle de tangage non nul ;

- la figure 3 est une vue schématique de côté du véhicule automobile de

la figure 1, représenté avec un angle de tangage nul, sur une route non plane ;

- la figure 4 est une vue schématique arrière du véhicule automobile de la figure 1, représenté sur une route plane, avec un angle de roulis nul ;

5 la figure 5 est une vue schématique arrière du véhicule automobile de la figure 1, représenté sur une route plane, avec un angle de roulis non nul.

Sur les figures 1 à 5, on a représenté un véhicule automobile 1. Tel que représenté sur ces figures, il s'agit d'une voiture comportant quatre roues, à savoir deux roues avant 20 et deux roues arrière 25.

10 En variante, il pourrait s'agir d'un véhicule automobile comprenant deux, trois ou davantage de roues.

Classiquement, ce véhicule automobile 1 comporte un châssis qui supporte notamment un moteur, des éléments de carrosserie et des éléments d'habitacle.

15 On dit du châssis 10 qu'il est suspendu sur les roues avant et arrière 20, 25. Il est en effet relié à celles-ci par des moyens de suspension et/ou d'amortissement, qui permettent d'améliorer le confort des passagers et d'optimiser la tenue de route du véhicule.

20 On comprend alors qu'en fonction de l'amplitude d'enfoncement ou de détente de chacun des moyens de suspension et/ou d'amortissement, l'assiette du châssis 10 par rapport à la route est susceptible de varier.

A ce stade, on pourra définir un repère (X, Y, Z) lié à la route, l'axe X étant dirigé selon (ou tangentiellement à) la direction de la route, vers l'avant, et l'axe Z étant dirigé orthogonalement au plan de la route, vers le haut.

25 Lorsque les roues avant et arrière 20, 25 du véhicule automobile 1 sont alignées dans l'axe X de la route, elles définissent ensemble une direction longitudinale parallèle à l'axe X. La direction transversale sera quant à elle définie comme étant parallèle à l'axe Y.

30 On peut également définir le plan de référence 11 du châssis 10 comme un plan qui passe par un point du châssis 10 (par exemple par son centre de gravité) et qui est parallèle au plan de la route lorsque celle-ci est horizontale et que le véhicule est à l'arrêt.

Alors, l'assiette du châssis 10 est définie par deux angles appelés angle de tangage α et angle de roulis β .

L'angle de tangage α est défini comme l'angle formé entre le plan de

référence 11 du châssis 10 et le plan de la route, autour de l'axe Y (voir figure 2).

L'angle de roulis β est quant à lui défini comme l'angle formé entre le plan de référence 11 du châssis 10 et le plan de la route, autour de l'axe X (voir figure 5).

5 Ici, le véhicule automobile 1 comporte alors des moyens de détermination de l'assiette du châssis 10 par rapport à la route sur laquelle le véhicule automobile 1 évolue.

Ces moyens de détermination comportent, selon une caractéristique particulièrement avantageuse de l'invention :

- 10 - un capteur avant 30 de type LIDAR (acronyme de l'expression en langue anglaise « light detection and ranging », c'est-à-dire de télédétection par lumière), qui est fixé à l'avant du châssis 10 et qui est orienté vers l'avant de façon à mesurer une première distance avant $D1_{av}$ entre le capteur avant 30 et un premier point d'impact avant $P1_{av}$ situé sur le sol, devant le véhicule automobile 1,
- 15 - un capteur arrière 35 de type LIDAR, qui est fixé à l'arrière du châssis 10 et qui est orienté vers l'arrière de façon à mesurer une première distance arrière $D1_{ar}$ entre le capteur arrière 35 et un premier point d'impact arrière $P1_{ar}$ situé sur le sol, derrière le véhicule automobile 1, et
- 20 - une unité de calcul de l'angle de tangage α en fonction de la première distance avant $D1_{av}$ et de la première distance arrière $D1_{ar}$.

En pratique, les capteurs avant et arrière 30, 35 sont des télédétecteurs laser qui, compte tenu de la vitesse de la lumière, sont capables de mesurer une distance en fonction du délai entre l'émission d'une impulsion par le capteur et la détection par ce même capteur d'une impulsion réfléchie.

25 Ces capteurs avant et arrière 30, 35 sont directionnels, en ce sens qu'ils visent un ou plusieurs points particuliers, appelés point d'impact, de sorte qu'ils permettent de mesurer une distance très précise entre chacun de ces points et le capteur.

30 Ici, chaque capteur est conçu pour viser plusieurs points particuliers, afin de déterminer plusieurs distances entre le capteur et ces points.

On pourrait pour cela envisager que le capteur comporte plusieurs cellules d'émission de lumière laser et plusieurs cellules de détection d'impulsions réfléchies.

On préférera toutefois ici utiliser une seule et même cellule adaptée à

émettre plusieurs impulsions chaque seconde, associée à un système de balayage angulaire permettant de dévier chaque impulsion d'un angle ε connu, typiquement à l'aide de miroirs qui dévient l'axe d'émission et de réception de la lumière.

5 On utilisera ainsi ici deux capteurs avant et arrière 30, 35 adaptés à mesurer des distances $D1_{av}$, $D2_{av}$, $D3_{av}$, $D1_{ar}$, $D2_{ar}$, $D3_{ar}$ entre le capteur et des points distincts $P1_{av}$, $P2_{av}$, $P3_{av}$, $P1_{ar}$, $P2_{ar}$, $P3_{ar}$ répartis sur un axe parallèle à la direction longitudinale.

De préférence, comme cela est illustré sur la figure 1, chacun de ces
10 deux capteurs avant et arrière 30, 35 sera adapté à mesurer trois distances $D1_{av}$, $D2_{av}$, $D3_{av}$, $D1_{ar}$, $D2_{ar}$, $D3_{ar}$ entre le capteur et trois points distincts $P1_{av}$, $P2_{av}$, $P3_{av}$, $P1_{ar}$, $P2_{ar}$, $P3_{ar}$ répartis sur un axe parallèle à la direction longitudinale.

Comme le montre la figure 4, au moins l'un de ces deux capteurs, ici le capteur arrière 35, sera entre outre adapté à mesurer au moins deux (ici cinq)
15 distances $D1_{ar}$, $D4_{ar}$, $D5_{ar}$, $D6_{ar}$, $D7_{ar}$ entre le capteur arrière 35 et des points distincts $P1_{ar}$, $P4_{ar}$, $P5_{ar}$, $P6_{ar}$, $P7_{ar}$ répartis sur un axe parallèle à la direction transversale.

L'unité de calcul précitée est quant à elle prévue pour traiter les signaux émis par les capteurs avant et arrière 30, 35 afin de déterminer notamment l'angle
20 de tangage α du châssis 10.

Cette unité de calcul est ici formée par le calculateur principal du véhicule automobile. En variante, elle pourrait être formée par un calculateur dédié à la détermination de l'assiette du véhicule, auquel cas ce calculateur dédié serait connecté au calculateur principal pour communiquer avec lui.

25 Quoi qu'il en soit, le calculateur comporte un processeur (CPU), une mémoire vive (RAM), une mémoire morte (ROM), des convertisseurs analogiques-numériques (A/D), et différentes interfaces d'entrée et de sortie.

Grâce à ses interfaces d'entrée, le calculateur est adapté à recevoir des capteurs avant et arrière 30, 35 des signaux relatifs aux distances $D1_{av}$, $D2_{av}$,
30 $D3_{av}$, $D1_{ar}$, $D2_{ar}$, $D3_{ar}$, $D4_{ar}$, $D5_{ar}$, $D6_{ar}$, $D7_{ar}$ mesurées. Grâce à ses convertisseurs analogiques-numériques, les signaux reçus par le calculateur sont échantillonnés par pas de temps δt et sont numérisés.

Dans sa mémoire vive, le calculateur mémorise ainsi en continu les distances $D1_{av}$, $D2_{av}$, $D3_{av}$, $D1_{ar}$, $D2_{ar}$, $D3_{ar}$, $D4_{ar}$, $D5_{ar}$, $D6_{ar}$, $D7_{ar}$ mesurées au

dernier pas de temps, ainsi que celles mesurées au pas de temps précédent.

Les distances mesurées au pas de temps précédent seront notées $D1_{av\delta t}$, $D2_{av\delta t}$, $D3_{av\delta t}$, $D1_{ar\delta t}$, $D2_{ar\delta t}$, $D3_{ar\delta t}$, $D4_{ar\delta t}$, $D5_{ar\delta t}$, $D6_{ar\delta t}$, $D7_{ar\delta t}$.

Grâce à une cartographie prédéterminée sur banc d'essais et mémorisée dans sa mémoire morte, le calculateur est adapté à calculer différentes valeurs, notamment l'angle de tangage α , l'angle de roulis β et le profil de la route à l'avant du véhicule.

Le calculateur comporte à cet effet :

- des moyens d'acquisition de distances de référence $D1_{av0}$, $D2_{av0}$, $D3_{av0}$, $D1_{ar0}$, $D2_{ar0}$, $D3_{ar0}$, $D4_{ar0}$, $D5_{ar0}$, $D6_{ar0}$, $D7_{ar0}$,
- des moyens de calcul de l'écart $\Delta D1_{av}$, $\Delta D2_{av}$, $\Delta D3_{av}$, $\Delta D1_{ar}$, $\Delta D2_{ar}$, $\Delta D3_{ar}$, $\Delta D4_{ar}$, $\Delta D5_{ar}$, $\Delta D6_{ar}$, $\Delta D7_{ar}$ entre chaque distance mesurée et chaque distance de référence correspondante, et
- des moyens de déduction de l'angle de tangage α et de l'angle de roulis β du châssis 10 en fonction desdits écarts.

Il comporte également :

- des moyens de détermination de la variation temporelle de chacune des distances mesurées, et
- des moyens de déduction, en fonction desdites variations temporelles, de la forme du sol à l'avant du véhicule automobile 1.

Le fonctionnement de ces différents moyens sera décrit en détail dans la suite de cet exposé.

Enfin, grâce à ses interfaces de sortie, le calculateur est adapté à transmettre des signaux de sortie aux différents organes du véhicule, par exemple à des moyens de réglages de l'orientation des phares avant, compte tenu des angles de tangage et de roulis et de la forme de la route calculés.

En préliminaire, le calculateur étalonne les deux capteurs avant et arrière 30, 35. Cette opération d'étalonnage peut avantageusement être réalisée par le constructeur du véhicule automobile 1, en fin de chaîne d'assemblage du véhicule. Elle peut également être opérée régulièrement par le calculateur lui-même, lorsque le véhicule est à l'arrêt sur un sol plat et horizontal, dans une zone dégagée.

Dans ces conditions illustrées sur les figures 1 et 4, le calculateur

acquiert les distances avant $D1_{av}$, $D2_{av}$, $D3_{av}$ mesurées par le capteur avant 30 et les distances arrière $D1_{ar}$, $D2_{ar}$, $D3_{ar}$, $D4_{ar}$, $D5_{ar}$, $D6_{ar}$, $D7_{ar}$ mesurées par le capteur arrière 35.

Ces différentes distances sont alors stockées dans la mémoire morte du
5 calculateur, et forment des distances de référence $D1_{av0}$, $D2_{av0}$, $D3_{av0}$, $D1_{ar0}$, $D2_{ar0}$, $D3_{ar0}$, $D4_{ar0}$, $D5_{ar0}$, $D6_{ar0}$, $D7_{ar0}$.

Par la suite, lorsque le véhicule automobile est utilisé, le procédé mis en œuvre par le calculateur à chaque pas de temps δt est le suivant.

Au cours d'une première étape, le calculateur acquiert les distances
10 avant $D1_{av}$, $D2_{av}$, $D3_{av}$ mesurées par le capteur avant 30 et les distances arrière $D1_{ar}$, $D2_{ar}$, $D3_{ar}$, $D4_{ar}$, $D5_{ar}$, $D6_{ar}$, $D7_{ar}$ mesurées par le capteur arrière 35.

Au cours d'une seconde étape, le calculateur calcule l'écart $\Delta D1_{av}$, $\Delta D2_{av}$, $\Delta D3_{av}$, $\Delta D1_{ar}$, $\Delta D2_{ar}$, $\Delta D3_{ar}$, $\Delta D4_{ar}$, $\Delta D5_{ar}$, $\Delta D6_{ar}$, $\Delta D7_{ar}$ entre chaque distance mesurée et chaque distance de référence correspondante, ce que l'on
15 peut écrire :

$$\Delta D1_{av} = D1_{av} - D1_{av0},$$

$$\Delta D2_{av} = D2_{av} - D2_{av0},$$

$$\Delta D3_{av} = D3_{av} - D3_{av0},$$

$$\Delta D1_{ar} = D1_{ar} - D1_{ar0},$$

$$20 \quad \Delta D2_{ar} = D2_{ar} - D2_{ar0},$$

$$\Delta D3_{ar} = D3_{ar} - D3_{ar0},$$

$$\Delta D4_{ar} = D4_{ar} - D4_{ar0},$$

$$\Delta D5_{ar} = D5_{ar} - D5_{ar0},$$

$$\Delta D6_{ar} = D6_{ar} - D6_{ar0},$$

$$25 \quad \Delta D7_{ar} = D7_{ar} - D7_{ar0}.$$

Au cours d'une troisième étape, le calculateur en déduit l'angle de tangage α du châssis 10 par rapport au sol (voir figures 1 et 2).

En pratique et en considérant que le sol est plat, la mesure de seulement deux distances avant $D1_{av}$, $D2_{av}$ par le capteur avant 30 ou de deux distances
30 arrière $D1_{ar}$, $D2_{ar}$ par le capteur arrière 35 aurait été suffisante pour obtenir l'angle de tangage α .

En effet, et à titre d'exemple, on pourra obtenir l'angle de tangage α du châssis 10 par rapport au sol à l'aide des formules mathématiques suivantes :

$$\alpha = \pi - (\delta + \gamma), \text{ avec}$$

$$\delta = \arccos \frac{D12_{av0}^2 + D2_{av0}^2 - D1_{av0}^2}{2 \cdot D12_{av0} \cdot D2_{av0}}$$

$$D12_{av0} = \sqrt{D1_{av0}^2 + D2_{av0}^2 - 2 \cdot D1_{av0} \cdot D2_{av0} \cdot \cos \varepsilon}$$

$$\gamma = \arcsin \left(\frac{D12_{av0}}{D} \cdot \sin(\delta) \right)$$

$$D = \frac{D12_{av} \cdot D1_{av0}}{\Delta D1_{av}}$$

$$D12_{av} = \sqrt{D1_{av}^2 + D2_{av}^2 - 2 \cdot D1_{av} \cdot D2_{av} \cdot \cos \varepsilon}$$

On rappelle que ε est l'angle de déviation entre les deux rayons émis pour mesurer les distances $D1_{av}$ et $D2_{av}$.

5 Toutefois, afin d'obtenir davantage de précision, notamment si la route n'est pas parfaitement plane, cet angle de tangage α est ici calculé en fonction de plusieurs distances avant et de plusieurs distances arrière.

Pour cela, le calcul exposé ci-dessus (effectué en considérant seulement les distances avant $D1_{av}$, $D2_{av}$) est répété :

- une première fois en considérant les distances avant $D2_{av}$, $D2_{av}$, puis
- 10 - une seconde fois en considérant les distances arrière $D1_{ar}$, $D2_{ar}$, puis
- une troisième fois en considérant les distances arrière $D2_{ar}$, $D3_{ar}$.

On obtient ainsi quatre approximations de l'angle de tangage α .

L'angle de tangage α considéré est alors ici égale à la moyenne de ces quatre approximations.

15 Au cours d'une quatrième étape, le calculateur déduit des mesures effectuées l'angle de roulis β du châssis 10 par rapport au sol (voir figures 4 et 5).

Ici encore, en considérant que le sol est plat, la mesure de seulement deux distances arrière $D1_{ar}$, $D6_{ar}$ par le capteur arrière 35 pourrait être suffisante pour obtenir l'angle de roulis β .

20 En effet, on peut alors écrire :

$$\beta = \phi + \rho - \frac{\pi}{2}$$

$$\text{avec } \phi = \arccos (D1_{ar0} / D6_{ar0}), \text{ et}$$

$$\rho = \arcsin (D1_{ar} \cdot \cos \beta / D6_{ar}).$$

Toutefois, ici encore, afin d'obtenir davantage de précision, cet angle de

roulis est ici calculé en fonction de l'ensemble des distances arrière $D1_{ar}$, $D4_{ar}$, $D5_{ar}$, $D6_{ar}$, $D7_{ar}$.

Pour cela, le calcul précédent est répété avec plusieurs couples de distances arrière, de manière à obtenir plusieurs approximations de l'angle de roulis, la moyenne de ces approximations fournissant l'angle de roulis β considéré.

Au cours d'une cinquième étape, le calculateur détermine la forme de la route à l'avant du véhicule automobile 1.

Pour cela, le calculateur considère les dernières distances avant et arrière $D1_{av}$, $D1_{ar}$, $D2_{av}$, $D2_{ar}$, $D3_{av}$, $D3_{ar}$ mesurées, ainsi que les distances avant et arrière mesurées au pas de temps précédent $D1_{av\delta t}$, $D1_{ar\delta t}$, $D2_{av\delta t}$, $D2_{ar\delta t}$, $D3_{av\delta t}$, $D3_{ar\delta t}$.

Il calcule alors les variations temporelles $\delta D1_{av}$, $\delta D1_{ar}$, $\delta D2_{av}$, $\delta D2_{ar}$, $\delta D3_{av}$, $\delta D3_{ar}$ de ces distances selon les formules suivantes :

$$\begin{aligned} \delta D1_{av} &= D1_{av} - D1_{av\delta t} \\ \delta D2_{av} &= D2_{av} - D2_{av\delta t} \\ \delta D3_{av} &= D3_{av} - D3_{av\delta t} \\ \delta D1_{ar} &= D1_{ar} - D1_{ar\delta t} \\ \delta D2_{ar} &= D2_{ar} - D2_{ar\delta t} \\ \delta D3_{ar} &= D3_{ar} - D3_{ar\delta t} \end{aligned}$$

Dans la situation représentée sur la figure 3 où le véhicule roule sur une route plane, excepté à l'avant du véhicule, on comprend que les variations temporelles $\delta D1_{ar}$, $\delta D2_{ar}$, $\delta D3_{ar}$ des distances mesurées à l'arrière du véhicule resteront sensiblement nulles.

On comprend également que, du fait du creux de la route, les variations temporelles $\delta D1_{av}$, $\delta D2_{av}$, $\delta D3_{av}$ des distances mesurées à l'avant du véhicule seront sensiblement différentes de zéro.

Dans ces conditions, le calculateur pourra déterminer le profil de la route à l'avant du véhicule, en fonction de ces variations.

Le profil sera alors pris en compte pour corriger l'angle de tangage α calculé au cours de la troisième étape.

On comprend en effet que la formule de calcul donné ci-dessus ne fournit pas une valeur fiable d'angle de tangage α , du fait du creux sur la route.

REVENDEICATIONS

1. Véhicule automobile (1) comportant un châssis (10), des roues avant et arrière (20, 25) reposant sur le sol, et des moyens de détermination (30, 35) d'un angle de tangage (α) du châssis (10) par rapport au sol, caractérisé en ce que lesdits moyens de détermination (30, 35) comportent :
 - un capteur avant (30) de télédétection par lumière, qui est fixé à l'avant du châssis (10) et qui est orienté vers l'avant de façon à mesurer une première distance avant ($D1_{av}$) entre le capteur avant (30) et un premier point d'impact avant ($P1_{av}$) situé sur le sol, devant le véhicule automobile (1),
 - un capteur arrière (35) de télédétection par lumière, qui est fixé à l'arrière du châssis (10) et qui est orienté vers l'arrière de façon à mesurer une première distance arrière ($D1_{ar}$) entre le capteur arrière (35) et un premier point d'impact arrière ($P1_{ar}$) situé sur le sol, derrière le véhicule automobile (1), et
 - une unité de calcul de l'angle de tangage (α) en fonction de la première distance avant ($D1_{av}$) et/ou de la première distance arrière ($D1_{ar}$).
2. Véhicule automobile (1) selon la revendication précédente, dans lequel, les roues avant et arrière (20, 25) définissant, lorsqu'elles sont alignées, une direction longitudinale (X) :
 - ledit capteur avant (30) est adapté à mesurer une seconde distance avant ($D2_{av}$) entre le capteur avant (30) et un second point d'impact avant ($P2_{av}$) distinct du premier point d'impact avant ($P1_{av}$), lesdits premier et second points d'impact avant ($P1_{av}$, $P2_{av}$) étant situés sur un axe parallèle à ladite direction longitudinale (X), et
 - ledit capteur arrière (35) est adapté à mesurer une seconde distance arrière ($D2_{ar}$) entre le capteur arrière (35) et un second point d'impact arrière ($P2_{ar}$) distinct du premier point d'impact arrière ($P1_{ar}$), lesdits premier et second points d'impact arrière ($P1_{ar}$, $P2_{ar}$) étant situés sur un axe parallèle à ladite direction longitudinale (X).
3. Véhicule automobile (1) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ladite unité de calcul comporte :
 - des moyens d'acquisition d'une première distance avant de référence ($D1_{av0}$) et d'une première distance arrière de référence ($D1_{ar0}$),

- des moyens de calcul de l'écart ($\Delta D1_{av}$) entre la première distance avant ($D1_{av}$) et la première distance avant de référence ($D1_{av0}$), et/ou de l'écart ($\Delta D1_{ar}$) entre la première distance arrière ($D1_{ar}$) et la première distance arrière de référence ($D1_{ar0}$), et

5 - des moyens de déduction de l'angle de tangage (α) du châssis (10) en fonction de l'un au moins desdits écarts ($\Delta D1_{av}$, $\Delta D1_{ar}$).

4. Véhicule automobile (1) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel il est prévu :

10 - des moyens de détermination de la variation temporelle ($\delta D1_{av}$, $\delta D1_{ar}$) de chacune desdites premières distances avant et arrière ($D1_{av}$, $D1_{ar}$), et
 - des moyens de déduction, en fonction desdites variations temporelles ($\delta D1_{av}$, $\delta D1_{ar}$), de la forme du sol à l'avant du véhicule automobile (1).

5. Véhicule automobile (1) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel, les roues avant et arrière (20, 25) définissant, lorsqu'elles sont
 15 alignées, une direction longitudinale (X), le capteur avant (30), ou respectivement le capteur arrière (35), est adapté à mesurer une autre distance ($D4_{ar}$) entre le capteur avant (30), ou respectivement le capteur arrière (35), et un autre point d'impact ($P4_{ar}$) qui est distinct du premier point d'impact avant ($P1_{av}$), ou respectivement du premier point d'impact arrière ($P1_{ar}$), et qui est situé avec celui-
 20 ci sur un axe orthogonal à ladite direction longitudinale (X).

6. Procédé de détermination de l'assiette d'un châssis (10) d'un véhicule automobile (1) conforme à l'une des revendications précédentes, comportant :

25 - une étape de mesure d'une première distance avant ($D1_{av}$) entre le capteur avant (30) et un premier point d'impact avant ($P1_{av}$) situé sur le sol, à l'avant du véhicule automobile (1), et d'une première distance arrière ($D1_{ar}$) entre le capteur arrière (35) et un premier point d'impact arrière ($P1_{ar}$) situé sur le sol, à l'arrière du véhicule automobile (1), et

30 - une étape de déduction d'un angle de tangage (α) du châssis (10) par rapport au sol, en fonction de la première distance avant et/ou de la première distance arrière ($D1_{av}$, $D1_{ar}$) mesurées.

7. Procédé de détermination selon la revendication 6, appliqué à un véhicule automobile (1) tel que défini dans la revendication 2, dans lequel il est prévu :

- à l'étape de mesure, de mesurer une seconde distance avant ($D2_{av}$) entre le capteur avant (30) et un second point d'impact avant ($P2_{av}$) distinct du premier point d'impact avant ($P1_{av}$), et une seconde distance arrière ($D2_{ar}$) entre le capteur arrière (35) et un second point d'impact arrière ($P2_{ar}$) distinct du premier point d'impact arrière ($P1_{ar}$), et

- à l'étape de déduction, de déduire ledit angle de tangage (α) en fonction également de la seconde distance avant et/ou de la seconde distance arrière ($D2_{av}$, $D2_{ar}$) mesurées.

8. Procédé de détermination selon l'une des revendications 6 et 7, appliqué à un véhicule automobile (1) tel que défini dans la revendication 3, dans lequel il est prévu :

- d'acquérir une première distance avant de référence ($D1_{av0}$) et une première distance arrière de référence ($D1_{ar0}$),

- de calculer l'écart ($\Delta D1_{av}$) entre la première distance avant ($D1_{av}$) et la première distance avant de référence ($D1_{av0}$), et l'écart ($\Delta D1_{ar}$) entre la première distance arrière ($D1_{ar}$) et la première distance arrière de référence ($D1_{ar0}$), et

- de déduire l'angle de tangage (α) du châssis (10) en fonction de l'un au moins desdits écarts ($\Delta D1_{av}$, $\Delta D1_{ar}$).

9. Procédé de détermination selon l'une des revendications 6 à 8, appliqué à un véhicule automobile (1) tel que défini dans la revendication 4, dans lequel il est prévu :

- de déterminer la variation temporelle ($\delta D1_{av}$, $\delta D1_{ar}$) de chacune desdites premières distances avant et arrière ($D1_{av}$, $D1_{ar}$), et

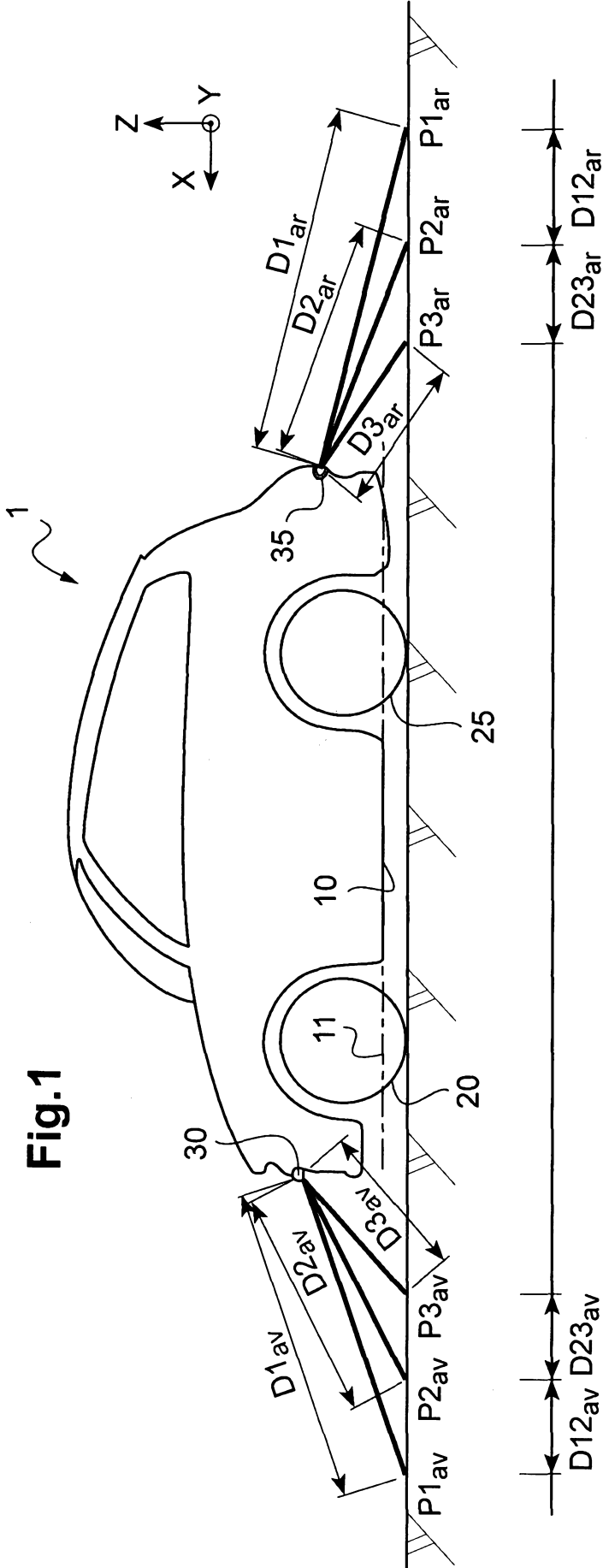
- de déduire desdites variations temporelles ($\delta D1_{av}$, $\delta D1_{ar}$), la forme du sol à l'avant du véhicule automobile (1).

10. Procédé de détermination selon l'une des revendications 6 à 9, appliqué à un véhicule automobile (1) tel que défini dans la revendication 5, dans lequel il est prévu :

- à l'étape de mesure, de mesurer une autre distance ($D4_{ar}$) entre le capteur avant (30), ou respectivement le capteur arrière (35), et un autre point d'impact ($P4_{ar}$) qui est distinct du premier point d'impact avant ($P1_{av}$), ou respectivement du premier point d'impact arrière ($P1_{ar}$), et qui est situé avec celui-ci sur un axe orthogonal à ladite direction longitudinale (X), et

- de calculer un angle de roulis (β) du châssis (10) par rapport au sol en fonction, d'une part, de ladite autre distance ($D4_{ar}$) mesurée et, d'autre part, de ladite première distance avant ($D1_{av}$) ou de ladite première distance arrière ($D1_{ar}$).

Fig. 1



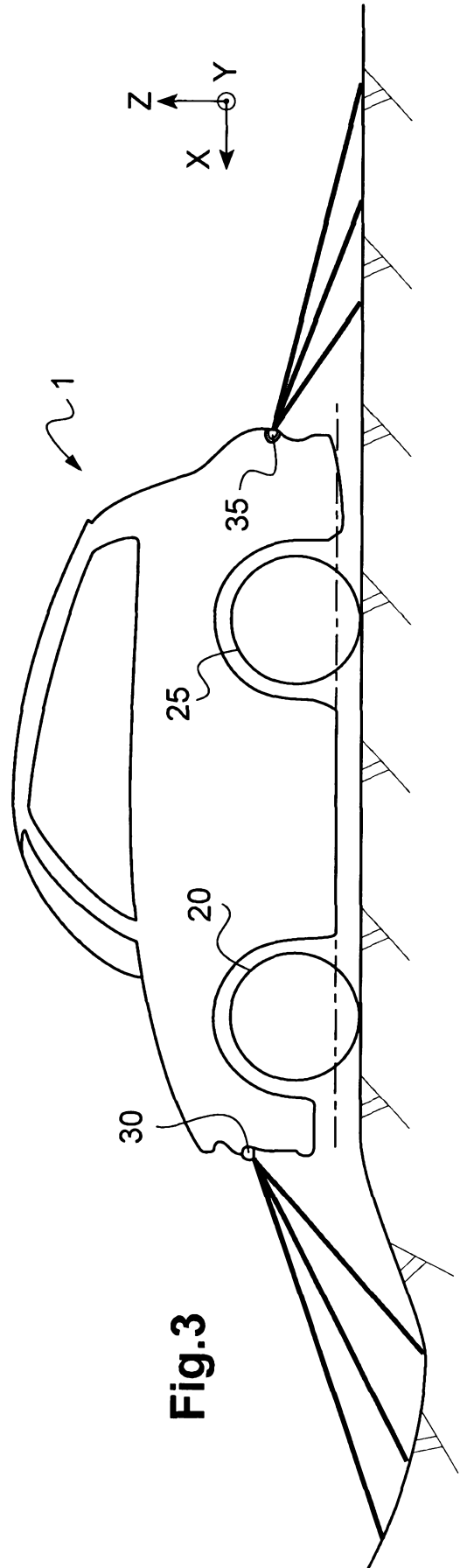
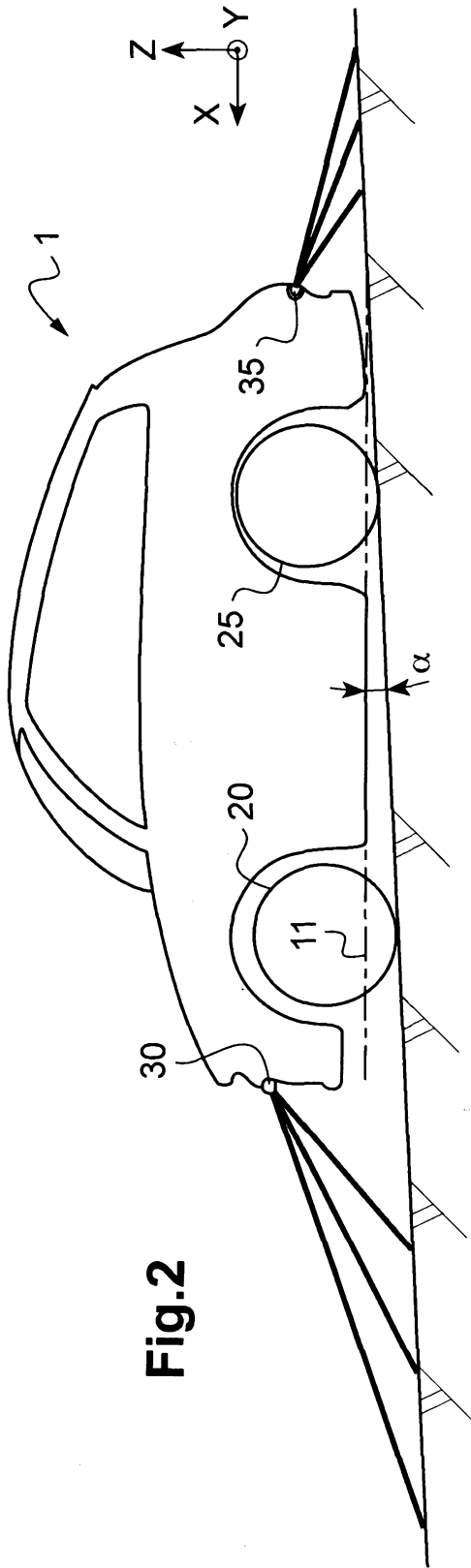


Fig.4

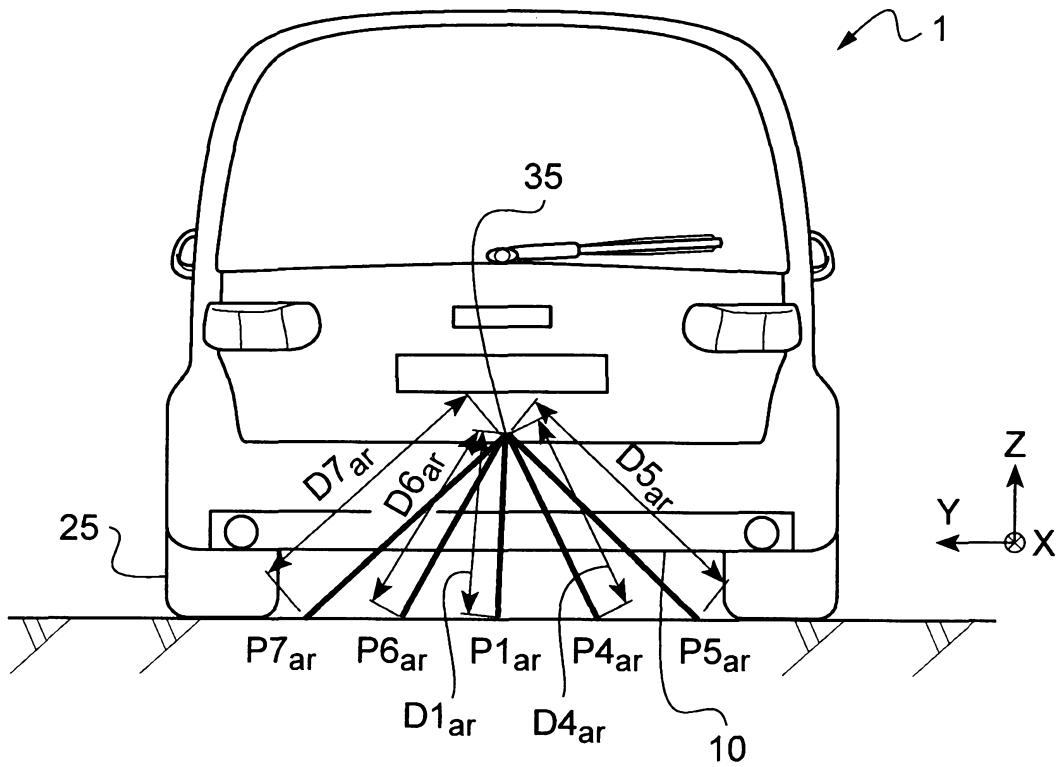
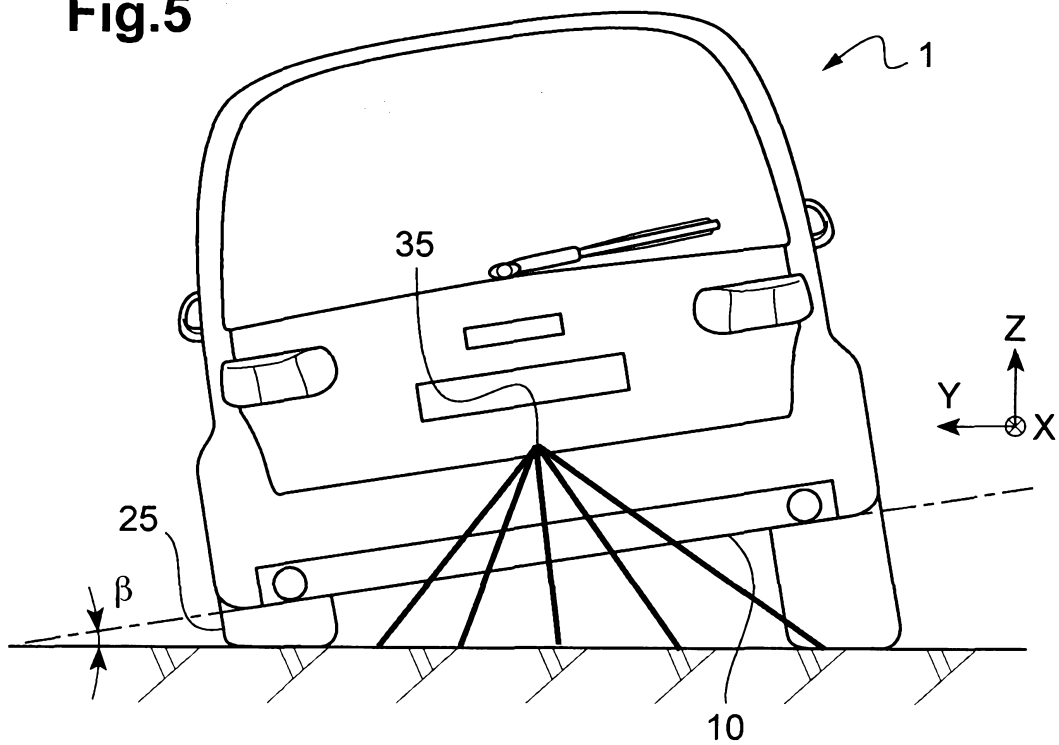


Fig.5



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

DE 197 04 466 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 13 août 1998 (1998-08-13)

EP 1 203 694 A2 (HELLA KG HUECK & CO [DE]) 8 mai 2002 (2002-05-08)

EP 1 375 249 A1 (VALEO VISION [FR]) 2 janvier 2004 (2004-01-02)

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

US 2003/156585 A1 (MINAMI FUMIHIRO [JP] ET AL) 21 août 2003 (2003-08-21)

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

NEANT