

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
—  
**INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**  
—  
COURBEVOIE  
—

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

**3 055 702**

②① N° d'enregistrement national : **17 58090**

⑤① Int Cl<sup>8</sup> : **G 01 N 21/35 (2017.01)**

⑫

**BREVET D'INVENTION**

**B1**

⑤④ **DISPOSITIF ET PROCÉDE POUR DETERMINER L'ETAT DE LA SURFACE D'UNE CHAUSSEE.**

②② **Date de dépôt** : 01.09.17.

③③ **Priorité** : 07.09.16 DE 102016216928.9.

④③ **Date de mise à la disposition du public de la demande** : 09.03.18 Bulletin 18/10.

④⑤ **Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention** : 14.08.20 Bulletin 20/33.

⑤⑥ **Liste des documents cités dans le rapport de recherche** :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥⑥ **Références à d'autres documents nationaux apparentés** :

**Demande(s) d'extension** :

⑦① **Demandeur(s)** : *ROBERT BOSCH GMBH — DE.*

⑦② **Inventeur(s)** : BEHRENS HOLGER et MIHALJEVIC JOSIP.

⑦③ **Titulaire(s)** : ROBERT BOSCH GMBH.

⑦④ **Mandataire(s)** : CABINET HERRBURGER.

**FR 3 055 702 - B1**



**Domaine de l'invention**

La présente invention se rapporte à un dispositif et à un procédé pour déterminer l'état de la surface d'une chaussée. Déterminer l'état d'une chaussée consiste à déterminer si cette surface est en asphalte (et présente ainsi un coefficient de frottement élevé) ou est couverte de glace et présente ainsi un faible coefficient de frottement ou encore est couverte d'eau.

**Etat de la technique**

Pour de nombreuses applications, il est avantageux de connaître l'état de la surface d'une chaussée. En particulier, pour les véhicules qui circulent sur la chaussée, connaître l'état de la surface de la chaussée est une information précieuse, par exemple pour le système d'assistance de conduite.

Il est connu de déterminer le revêtement d'une chaussée en faisant des mesures optiques. Pour cela, on émet des rayons lumineux qui excitent les molécules de la surface de la chaussée et renvoient des rayons lumineux de réponse. Ces rayons lumineux de réponse sont détectés et analysés quant à leur composition spectrale pour tirer des conclusions concernant l'éventuel revêtement de chaussée, s'il est couvert par exemple par du verglas ou de l'eau.

Le document WO 1991014170 A1 décrit un procédé pour déterminer l'état de la surface d'une chaussée.

**Exposé et avantages de l'invention**

La présente invention a pour objet un dispositif pour déterminer l'état d'une surface de chaussée comprenant :

- une installation d'éclairage qui a une source laser supercontinuum et une installation à micro-miroir,
- la source laser supercontinuum générant des premiers rayons lumineux de longueur d'onde dans la plage spectrale de l'infrarouge,
- l'installation de micro-miroir déviant le premier faisceau lumineux généré pour balayer au moins une plage d'angle solide prédéfinie,
- une installation de détection pour détecter à la surface de la chaussée et dans la plage de l'angle solide prédéfinie par des premiers rayons lumineux apparaissant, les rayons lumineux en ré-

ponse générés par les premiers rayons lumineux incidents dans la plage spectrale de l'infrarouge, et

- une installation de calcul pour déterminer en fonction des rayons lumineux de réponse, détectés, l'état de la surface de chaussée et générer un signal de sortie qui indexe l'état déterminé de la surface de chaussée.

Ainsi, l'invention a pour objet un dispositif servant à déterminer l'état de la surface d'une chaussée et comportant une installation d'éclairage avec une source laser supercontinuum et une installation à micro-miroir ainsi qu'une installation de détection et une installation de calcul.

La source laser supercontinuum génère des premiers rayons lumineux de longueurs d'onde dans la plage spectrale de l'infrarouge. L'installation de micro-miroir dévie les premiers rayons lumineux pour balayer au moins une plage prédéfinie d'angle solide. Les premiers rayons lumineux peuvent être monochromatiques ou avoir plusieurs longueurs d'onde dans la plage spectrale de l'infrarouge, notamment dans la plage du proche infrarouge. Les sources de lumière supercontinuum ont habituellement un spectre de bande large qui s'étend à la fois dans le domaine spectral visible et en partie au-delà, dans le domaine spectral de l'infrarouge.

Le balayage d'une plage d'angle solide consiste à balayer périodiquement cette plage d'angle solide avec un rayon lumineux, par exemple suivant un motif en zigzag. Un tel balayage est habituellement fait par des lasers de balayage dont le rayon est déplacé périodiquement en une ou deux dimensions pour balayer la plage de l'angle solide.

L'installation de détection détecte les rayons lumineux de réponse, générés par les premiers rayons lumineux émis et déviés à la surface de la chaussée dans l'angle solide prédéfini, en particulier des rayons lumineux dans la plage spectrale de l'infrarouge, notamment dans le proche infrarouge et de préférence dans la plage spectrale dans laquelle se situent les longueurs d'onde des premiers rayons lumineux.

L'installation de calcul s'appuyant sur les rayons lumineux de réponse, détectés, détermine l'état de la surface de la chaussée et fournit un signal de sortie qui indexe l'état déterminé de la surface de

la chaussée. L'installation de calcul peut notamment faire l'analyse de la composition spectrale des rayons lumineux de réponse qui ont été détectés.

5 En outre, l'invention a pour objet un véhicule équipé d'un dispositif pour déterminer l'état de la surface d'une chaussée. Le dispositif peut être intégré en totalité ou en partie dans un ou plusieurs projecteurs du véhicule.

De plus, l'invention a pour objet un procédé pour déterminer l'état de la surface d'une chaussée consistant à :

- 10 – générer des premiers rayons lumineux de longueurs d'onde dans la plage spectrale de l'infrarouge à l'aide d'une source laser supercontinuum,
- dévier les premiers rayons lumineux générés pour balayer au moins une plage d'angle solide, prédéfinie,
- 15 – détecter les rayons lumineux de réponse générés par la surface de la chaussée dans la plage d'angle solide prédéfinie par les premiers rayons lumineux dans le domaine spectral de l'infrarouge,
- déterminer l'état de la surface de la chaussée en se fondant sur les rayons lumineux de réponse, détectés, et
- 20 – fournir un signal d'émission qui indexe la propriété déterminée de la surface de la chaussée.

### **Avantages de l'invention**

La considération à la base de l'invention consiste à utiliser une source laser supercontinuum qui est une source stable et efficace pour générer les premiers rayons lumineux et déterminer l'état de la surface de la chaussée. En plus, on dispose d'éventuels autres rayons lumineux générés par la source laser supercontinuum, notamment avec des longueurs d'onde au-delà de la plage spectrale de l'infrarouge pour d'autres applications. Par exemple les rayons lumineux avec des longueurs d'onde dans la plage spectrale visible peuvent servir à éclairer la surface de la chaussée dont on détermine l'état.

Selon un développement avantageux, l'installation d'éclairage balaie une plage d'angle solide plus grande que la plage d'angle solide prédéfinie avec les premiers rayons lumineux, et l'installation de calcul fonde la détermination de l'état de la surface de

chaussée exclusivement sur les rayons lumineux de réponse de la plage d'angle solide prédéfinie dans la plage d'angle solide plus grande balayée. Cela permet de diminuer ou d'éliminer les effets qui peuvent se répercuter sur la détermination de l'état de la surface de la chaussée par des effets qui dépendent des différentes distances entre la surface de la chaussée et le dispositif.

Selon un autre développement avantageux, l'installation de calcul compare les rayons lumineux de réponse détectés d'au moins deux parties de plage de l'angle solide de la plage d'angle solide prédéfinie et détermine l'état de la surface de la chaussée en se fondant sur le résultat de la comparaison. Ainsi, on améliore la précision de la détermination de l'état de la surface de la chaussée. On peut par exemple constater ou évaluer si de l'eau ne se trouve qu'en certains endroits de la surface de la chaussée (par exemple des flaques d'eau) ou si toute la chaussée est revêtue d'un film d'eau, ce qui crée un risque d'aquaplaning.

Selon un autre développement, l'installation d'éclairage fait que la source laser supercontinuum génère également des seconds faisceaux lumineux de longueur d'onde dans la plage spectrale visible, et l'installation de micro-miroir est conçue pour balayer au moins la plage d'angle solide prédéfinie avec les seconds rayons lumineux pour éclairer la plage d'angle solide prédéfinie. Cela permet à l'installation d'éclairage d'assurer d'une manière particulièrement efficace plusieurs fonctions sans nécessiter des composants supplémentaires pour ces fonctions. Les seconds rayons lumineux permettent également de balayer une plage d'angle solide plus grande que celle de la plage d'angle solide prédéfinie.

Selon un autre développement avantageux, l'installation d'éclairage est intégrée dans un projecteur du véhicule. Le dispositif peut également comporter le projecteur. On peut ainsi utiliser les seconds rayons lumineux dont les longueurs d'onde sont dans la plage spectrale visible pour assurer une fonction d'éclairage alors que les premiers rayons lumineux avec des longueurs d'onde dans la plage spectrale de l'infrarouge servent à déterminer l'état de la surface de la chaussée.

Selon un autre développement avantageux, le dispositif comporte au moins deux projecteurs du véhicule, dont chacun a une installation d'éclairage intégrée. Cela permet de détecter globalement une plage d'angle solide plus importante dans l'environnement du véhicule.

Selon un autre développement avantageux, chacun des deux projecteurs a sa propre installation de détection pour détecter les rayons lumineux de réponse. Cela permet de déterminer d'une manière particulièrement précise l'état de la surface de la chaussée.

Selon un autre développement avantageux, au moins deux projecteurs ont une seule installation de détection, commune, pour détecter les rayons lumineux de réponse, ce qui correspond à une réalisation du dispositif avec une quantité de matière relativement réduite et un encombrement faible.

Selon un autre développement, l'installation d'éclairage comporte un élément de séparation pour diviser la lumière générée à l'origine par la source laser supercontinuum en des premiers rayons lumineux et des seconds rayons lumineux, l'installation de micro-miroir comporte un premier élément de micro-miroir et un second élément de micro-miroir, et le premier élément de micro-miroir dévie uniquement les premiers rayons lumineux et le second élément de micro-miroir dévie uniquement les seconds rayons lumineux. Ainsi, les premiers et les seconds éléments de micro-miroir et éventuellement d'autres éléments optiques pourront être accordés de façon plus précise en fonction des premiers et des seconds rayons lumineux. En particulier, on pourra utiliser des éléments optiques optimisés pour chaque longueur d'onde.

### **Dessins**

La présente invention sera décrite ci-après de manière plus détaillée à l'aide d'un dispositif et d'un procédé pour déterminer l'état de la surface d'une chaussée, représentés dans les dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est un schéma d'un dispositif pour déterminer l'état de la surface d'une chaussée correspondant à un mode de réalisation de l'invention,

- la figure 2 montre un schéma d'un autre mode de réalisation d'un dispositif pour déterminer l'état de la surface de la chaussée selon l'invention,
- la figure 3 est un schéma de l'environnement du dispositif des figures 1 et 2 pour décrire le fonctionnement du dispositif selon ces figures,
- la figure 4 est un schéma d'un autre mode de réalisation d'un dispositif pour déterminer l'état de la surface d'une chaussée selon l'invention,
- la figure 5 est un schéma d'un autre mode de réalisation d'un dispositif pour déterminer l'état de la surface de la chaussée selon l'invention,
- la figure 6 représente schématiquement un autre mode de réalisation du dispositif servant à déterminer l'état de la surface de la chaussée, et
- la figure 7 est un ordinogramme schématique servant à décrire un procédé pour déterminer l'état de la surface de la chaussée selon un autre mode de réalisation de l'invention.

Dans toutes les figures, les éléments et les dispositifs identiques ou de même fonction portent les mêmes références sauf indication contraire. Les numéros des étapes du procédé servent à la présentation mais ne constituent pas un ordre imposé.

### **Description de modes de réalisation**

La figure 1 montre schématiquement un dispositif servant à déterminer l'état de la surface d'une chaussée selon un mode de réalisation de l'invention. Dans la description du dispositif, on se reportera en partie également à la figure 3 qui est un schéma représentant l'environnement du dispositif, servant à décrire son fonctionnement.

Le dispositif 10 comporte une installation d'éclairage ayant elle-même une source laser supercontinuum et une installation de micro-miroir, une installation de détection et une installation de calcul.

La source laser supercontinuum génère des premiers rayons lumineux ayant des longueurs d'onde dans la plage spectrale

de l'infrarouge. La plage spectrale de l'infrarouge englobe notamment les longueurs d'onde comprises entre 780 nm ou plus. De façon préférentielle, les premiers rayons lumineux 50 ont des longueurs d'onde de la plage spectrale du proche infrarouge (appelée également en abrégé plage NIR) et d'une manière particulièrement préférentielle dans la plage spectrale de référence IR-A. La source laser supercontinuum 12 peut en plus des premiers rayons lumineux, en même temps et/ou de façon combinée dans le temps, générer également d'autres rayons lumineux 51 dont les longueurs d'onde sont en totalité ou en partie en dehors de la plage spectrale de l'infrarouge, notamment dans la plage spectrale visible (encore appelée en abrégé VIS).

Pour la plage spectrale du proche infrarouge, on se reportera à la norme DIN 5031, (partie 7 janvier 1984) qui définit la plage spectrale de longueurs d'onde comprise entre 780 nm et 3 000 nm. Selon la même information, la plage spectrale IR-A correspond à des longueurs d'onde comprises entre 780 nm et 1 400 nm.

En particulier (ou du moins également) les premiers rayons lumineux 50 ont une ou plusieurs longueurs d'onde dans la plage comprise entre 900 nm et 1 000 nm et servent à déterminer l'état de la surface de la chaussée. Dans cette plage de longueur d'onde, on a avantageusement les courbes spectrales de l'eau et de la glace qui ont une différence importante de sorte que les premiers rayons lumineux 50 peuvent distinguer d'une manière particulièrement précise l'eau et la glace couvrant la surface de la chaussée 2.

L'installation de micro-miroir 14 sert à dévier les premiers rayons lumineux 50 pour balayer une plage d'angle solide 60 comme le montre schématiquement la figure 3. L'installation de micro-miroir 14 est notamment conçue pour dévier les premiers rayons lumineux 50 dans deux dimensions. Pour cela, l'installation de micro-miroir 14 a un micro-miroir 2D ou la succession de deux micro-miroirs 1D, l'un derrière l'autre. Cela signifie que l'installation de micro-miroir 14 peut également dévier d'autres rayons lumineux générés par la source de lumière supercontinuum 12, par exemple des seconds rayons lumineux 51 ayant une longueur d'onde de la plage spectrale visible pour éclairer la surface de la chaussée 2.



L'installation de détection 16 détecte les rayons lumineux de réponse 52 générés par les premiers rayons lumineux 50 sur la surface de la chaussée 2 dans la plage d'angle solide 60, au moins dans la plage spectrale de l'infrarouge et en particulier la plage spectrale du proche infrarouge et d'une manière très préférentielle dans une plage spectrale comprenant également les longueurs d'onde des premiers rayons lumineux 50. L'installation de détection 16 peut comporter par exemple un spectromètre Fabry-Pérot, un spectromètre par diffraction ou un moyen analogue.

De façon préférentielle, les rayons lumineux 50 déviés balaient la plage d'angle solide 60 selon un motif en zigzag 65. Le motif en zigzag 65 peut être fortement simplifié et agrandi à la surface de la chaussée 2 comme le montre la figure 3 et l'extension du motif en zigzag 65 correspond à l'augmentation de la distance entre la surface de la chaussée et le dispositif 10.

L'installation de calcul 18 s'appuyant sur les rayons lumineux de réponse 52, détectés, c'est-à-dire sur le signal de détection 92 fourni par l'installation de détection 16 à partir des rayons lumineux détectés 52, détermine l'état de la surface d'une chaussée 2 et génère un signal de sortie 91 qui indexe l'état déterminé de la surface de la chaussée 2. Comme état de la surface de la chaussée 2, on considère notamment de l'eau ou de la glace 3 couvrant la surface de la chaussée 2. A la figure 1, on a représenté schématiquement un flocon de neige, ce qui indique qu'il y a une couverture de verglas 3 à la surface de la chaussée 2. L'installation de calcul 18 permet également de commander l'installation d'éclairage 22, notamment pour émettre des signaux servant à actionner l'installation de micro-miroir 14.

Le signal de sortie 91 peut être par exemple transmis à un véhicule, notamment au véhicule équipé du dispositif 10. En se fondant sur le signal de sortie 91, l'installation d'émission du véhicule émet un avertissement optique et/ou acoustique, par exemple un avertissement contre le risque d'aquaplaning (par exemple si un film d'eau couvre partiellement la surface de la chaussée et que l'on a déterminé cet état de la surface) ou un avertissement de verglas (si par exemple de

la glace 3 a été détectée à la surface de la chaussée comme partie de l'état de la surface de la chaussée.

En variante ou en plus, le signal de sortie 91 ou un signal qui en est déduit est transmis au système de sécurité du véhicule si bien que ce système adapte automatiquement ces fonctions au signal de sortie 91, par exemple pour prendre en compte une moindre force de frottement (dans le cas de la glace ou du risque d'aquaplaning). Ainsi l'invention a également pour objet un véhicule équipé du dispositif 10 et qui a en plus le dispositif d'émission décrit et/ou les systèmes de sécurité.

La figure 2 est une représentation schématique d'un autre mode de réalisation du dispositif 110 pour déterminer l'état de la surface d'une chaussée 2 selon l'invention. Le dispositif 110 est une variante du dispositif 10 et s'adapte à toutes les variantes décrites à propos du dispositif 10 et réciproquement.

Le dispositif 110 diffère du dispositif 10 en ce que l'installation d'éclairage 122 (à la place de l'installation d'éclairage 22 du dispositif 10) comporte en plus une fibre optique 111 et un collimateur 113. La fibre optique 111 conduit les premiers rayons lumineux 50 générés par la source lumineuse supercontinuum 12 (et le cas échéant d'autres rayons lumineux 51 générés par la source lumineuse supercontinuum 12) sur le collimateur 113. Le collimateur 113 découple les rayons lumineux 50 en rayons lumineux libres et les regroupe sur la surface du miroir d'une installation à micro-miroir 114 du dispositif 110 (à la place de l'installation de micro-miroir 14 du dispositif 10). L'installation de micro-miroir 114 est représentée à la figure 2 à titre d'exemple comme un micro-miroir 2D encore appelé micro-miroir de balayage. Comme cela a été décrit ci-dessus en référence à l'installation de micro-miroir 14, on peut également envisager d'autres réalisations de l'installation de micro-miroir 114.

Les rayons lumineux 50 déviés par l'installation de micro-miroir 114 sont conduits par le diffuseur 115 de l'installation d'éclairage 122 et en option au-delà par l'optique secondaire 117 de l'installation d'éclairage 122, pour être découplés du dispositif 110 et balayer la plage d'angle solide 60. Le diffuseur 115 permet d'étendre

avantageusement les premiers rayons lumineux 50 pour diminuer l'intensité des rayons lumineux 50.

Les fonctions des dispositifs 10 et 110 seront explicitées ci-après de manière plus détaillée à l'aide de la figure 3.

5 La source laser supercontinuum 12 génère habituellement en plus des premiers rayons lumineux 50 ayant des longueurs d'onde dans la plage spectrale de l'infrarouge (comme cela a été décrit ci-dessus) également les seconds rayons lumineux 51 avec de la lumière dans la plage spectrale visible et qui sont également déviés par  
10 l'installation de micro-miroir 14 ; 114 comme cela a été décrit en référence à la figure 1 et à la figure 2.

Pour balayer la plage d'angle solide 60 avec les seconds rayons lumineux 51, on éclaire avantageusement cette plage d'angle solide 60. Cela permet d'utiliser le dispositif 10 ; 110 comme projecteur  
15 ou l'installer dans un projecteur, notamment celui d'un véhicule.

De façon préférentielle, lorsqu'on détermine l'état de la surface d'une chaussée 2, on n'utilise qu'une plage d'angle solide 61 prédéfinie. L'installation de détection 16 reçoit uniquement les rayons lumineux de réponse 52 provenant de la plage d'angle solide 61 prédéfinie.  
20

En variante, l'installation de calcul 18 peut également déterminer l'état de la surface d'une chaussée 2 en se fondant uniquement sur les rayons lumineux de réponse 52 générés dans la plage d'angle solide 61 prédéfinie. L'installation de calcul 18 peut également  
25 traiter les informations de l'installation de micro-miroir 14 ; 114 ou provenant de celle-ci et qui indexe dans quelle plage d'angle solide les premiers et seconds rayons lumineux 50, 51 ont été émis actuellement (en éliminant la vitesse de la lumière). En d'autres termes, la résolution locale se fait avantageusement par la position ou l'orientation de  
30 l'installation de micro-miroir 14 ; 114 et la corrélation dans le temps des rayons lumineux de réponse 52 reçus par l'installation de détection 16. Si l'on utilise l'installation de calcul 18 pour commander l'installation de micro-miroir 14, on aura des informations sur la position ou l'orientation de l'installation de micro-miroir 14 ; 114 dans  
35 l'installation de calcul 18.

De façon préférentielle, l'installation de détection 16 et/ou l'installation de calcul 18 tiennent compte uniquement des signaux lumineux de réponse 52 provenant d'une plage d'angle solide 61 prédéfinie, en forme de bande, à une distance comprise entre 25 et 50 mètres, par exemple à une distance de 30 ou de 40 mètres pour déterminer l'état de la surface de la chaussée 2. La plage d'angle solide 61 en forme de bande comme cela est prédéfini, peut avoir par exemple une largeur d'un mètre ou moins.

De façon préférentielle, la plage d'angle solide 61 prédéfinie est une bande perpendiculaire à la direction d'extension principale des rayons lumineux 50, 51 à partir du dispositif 10 ; 110. Si le dispositif 10 ; 110 équipe un véhicule, alors la plage d'angle solide 61 prédéfinie est de préférence une bande perpendiculaire à la direction de circulation du véhicule, parallèle à la surface de la chaussée 2.

Les signaux lumineux de réponse 52 provenant de la plage d'angle solide prédéfinie 61 peuvent être exploités en moyenne par l'installation de calcul 18. En variante, on peut également avoir une résolution de lieux plus étendue pour les parties de plages d'angle solide 162, 164 dans la plage d'angle solide prédéfinie 61. Par exemple, comme le montre simplement la figure 3, on détermine séparément l'état de la surface de la chaussée 2 dans une première partie de la plage d'angle solide 162 indépendamment de la seconde partie de la plage d'angle solide 164. Plus précisément, on peut déterminer un premier état de la surface de la chaussée 2 en se fondant sur des premiers rayons lumineux de réponse 152 provenant de la première partie de la plage d'angle solide 162 séparément d'un second état de la surface de la chaussée 2 s'appuyant sur des seconds rayons lumineux de réponse 154 provenant de la seconde partie de la plage d'angle solide 164.

La figure 3 montre de manière très schématique à titre d'exemple, que dans la première partie de la plage d'angle solide 162, on a constaté de la glace 3 alors que dans la seconde partie de la plage d'angle solide 164, on n'a pas constaté de glace. Le signal de sortie 91 qui en résulte sera par exemple indexé pour indiquer qu'il n'y a pas de revêtement de glace couvrant la surface 2 de la chaussée.

La figure 4 montre schématiquement un dispositif 210 pour déterminer l'état de la surface de la chaussée 2 correspondant à un autre mode de réalisation de l'invention. Le dispositif 210 est une variante du dispositif 110 et peut être adapté en fonction de toutes les variantes décrites ci-dessus pour le dispositif 110 et réciproquement.

Le dispositif 210 diffère du dispositif 110, notamment en ce qu'à la place de l'installation d'éclairage 122 du dispositif 110, le dispositif 210 a une installation d'éclairage 222. L'installation d'éclairage 222 comporte un élément de séparation 223 pour diviser le faisceau de lumière 55 généré à l'origine par la source lumineuse supercontinuum et le diviser spectralement en des premiers rayons lumineux 50 et des seconds rayons lumineux 51.

Les premiers rayons lumineux 50 sont conduits par une fibre optique 211-1, un collimateur 213-1, un élément de micro-miroir 225-1, un diffuseur 215-1 et une optique secondaire en option 217-1 de l'installation d'éclairage 222 comme cela a été décrit en référence à la fibre optique 111, au collimateur 113, à l'installation de micro-miroir 114, au diffuseur 115 et à l'optique secondaire en option 117 de l'installation d'éclairage 122 du dispositif 110 ; et on adapte de manière précise les différents éléments aux premiers rayons lumineux 50, c'est-à-dire aux rayons lumineux avec les longueurs d'onde dans la plage spectrale de l'infrarouge, notamment dans la plage spectrale du proche infrarouge.

Les seconds rayons lumineux 51 sont conduits par une première fibre optique 211-2, un collimateur 213-2, un élément de micro-miroir 225-2, un diffuseur 215-2 et une optique secondaire en option 217-2 de l'installation d'éclairage 222 comme cela a été décrit en référence à la fibre optique 111, au collimateur 113, à l'installation de micro-miroir 114, au diffuseur 115 et à l'optique secondaire 117 de l'installation d'éclairage 122 du dispositif 110 ; l'adaptation précise des différents éléments aux seconds rayons lumineux 51, c'est-à-dire que l'adaptation se fera en fonction des rayons lumineux ayant des longueurs d'onde dans la plage spectrale visible.

Le dispositif 210, peut avantageusement dévier les seconds rayons lumineux 51 pour balayer une plage d'angle solide 60

plus grande et ayant sensiblement une fonction de projecteur alors que les premiers rayons lumineux 50 sont uniquement déviés pour balayer la plage d'angle solide prédéfinie 61 qui est une partie de la plage d'angle solide 60 plus grande. Cela permet de concentrer efficacement l'intensité disponible des premiers rayons lumineux 50 sur la plage d'angle solide 61 prédéfinie sans avoir à renoncer à éclairer une grande surface de la plage de l'angle solide 60 avec de la lumière visible. La plage d'angle solide 61 prédéfinie peut être une fraction quelconque de la plage d'angle solide éclairée 60 ou être identique à celle-ci.

La figure 5 est une représentation schématique d'un dispositif 310 pour déterminer l'état de la surface d'une chaussée 2 selon un autre mode de réalisation de l'invention. Le dispositif 310 est une variante de l'un des dispositifs 10 ; 110 ; 210 et peut être adapté selon toutes les variantes décrites pour les dispositifs 10 ; 110 ; 210 et réciproquement. Le dispositif 310 peut être intégré dans un véhicule 1.

Le dispositif 310 comporte un premier projecteur 320-1 et un second projecteur 320-2 équipés chacun d'une installation d'éclairage 322-1, 322-2 et d'une installation de détection 316-1, 316-2 respective. L'installation de calcul 18 pour exploiter les signaux de détection 392-1, 392-2 et l'installation de détection 316-1, 316-2 génèrent et émettent le signal de sortie 91. L'installation de calcul 18 peut en outre commander les installations d'éclairage 322-1, 322-2.

Les installations d'éclairage 322-1, 322-2 peuvent balayer chacune une plage d'angle solide prédéfinie. En variante, les installations d'éclairage 322-1, 322-2, comme le montre la figure 5, balayent respectivement une plage d'angle solide 361-1, 361-2 prédéfinie. Ces plages peuvent se chevaucher ou se toucher. Les deux plages d'angle solide 361-1, 361-2 prédéfinies peuvent être à des distances différentes du dispositif 310 ou du véhicule 1 et ainsi balayer globalement une plage plus grande.

Les plages dans lesquelles les deux plages d'angle solide prédéfinies 361-1, 361-2 se chevauchent, peuvent servir à l'installation de calcul 18 pour un contrôle de plausibilité consistant à vérifier si en fonction des rayons lumineux de réponse qui proviennent de la plage de chevauchement des plages d'angle solide prédéfinies 361-1, 361-2, font

que les deux installations de détection 316-1, 316-2 génèrent des signaux de détection 392-1, 392-2 plausibles l'un par rapport à l'autre.

Les installations d'éclairage 322-1, 322-2 peuvent être réalisées comme cela a été décrit en référence à l'une ou plusieurs des installations d'éclairage 22 ; 122 ; 222 des dispositifs 10 ; 110 ; 210 dans la description précédente et les deux installations d'éclairage 322-1, 322-2 peuvent être différentes. Les installations de détection 316-1, 316-2 peuvent être réalisées comme l'installation de détection 16 des dispositifs 10 ; 110 ; 210 ; les deux installations de détection 316-1, 316-2 peuvent être différentes.

Selon la figure 5, le dispositif 310 peut avantageusement être intégré dans un véhicule 1. Ainsi on aura ainsi un véhicule 1 équipé d'un dispositif 310 faisant partie de l'invention. Les projecteurs 320-1, 320-2 peuvent fonctionner comme des projecteurs du véhicule 1, notamment comme des projecteurs frontaux.

La figure 6 est un schéma d'un dispositif 410 pour déterminer l'état de la surface de la chaussée 2 selon une autre forme de réalisation de l'invention. Le dispositif 410 est une variante du dispositif 310 et peut être adapté selon toutes les variantes décrites pour le dispositif 310 et réciproquement.

Le dispositif 410 diffère du dispositif 310 en ce que celui-ci comporte des projecteurs 420-1, 420-2 à la place des projecteurs 320-1, 320-2 intégrant chaque fois une installation d'éclairage 322-1, 322-2 mais non nécessairement également une installation de détection. Le dispositif 410 a une installation de détection centrale 416 à la place des installations de détection 316-1, 316-2. L'installation de détection centrale 416 détecte à la fois les rayons lumineux de réponse des plages d'angle solide prédéfinies 361-1 qui sont balayées par l'installation d'éclairage 322-1 du premier projecteur 420-1 comme rayons lumineux de réponse provenant de la plage d'angle solide 361-2 prédéfinie, et qui est balayée par l'installation d'éclairage 322-2 du second projecteur 420-2.

L'installation de détection centrale 416 peut être reliée à un système Lidar du véhicule 1. L'installation de détection centrale 416

peut également être intégrée dans l'un des projecteurs 420-1, 420-2 du dispositif 410.

La figure 7 montre l'ordinogramme schématique servant à décrire un procédé pour déterminer l'état de la surface de chaussée 2 selon un autre mode de réalisation de l'invention. Le procédé selon la figure 7 peut se réaliser avec tous les dispositifs 10 ; 110 ; 210 ; 310 ; 410 décrits ci-dessus et il peut être adapté avec tous les dispositifs décrits pour les dispositifs 10 ; 110 ; 210 ; 310 ; 410 et réciproquement.

Dans l'étape S01, on génère les premiers rayons lumineux 50 avec des longueurs d'onde dans la plage spectrale d'infrarouge, notamment dans la plage spectrale du proche infrarouge à l'aide d'une source lumineuse supercontinuum 12, par exemple comme cela a été décrit pour les sources lumineuses supercontinuum des dispositifs 10 ; 110 ; 210. En option, dans cette étape, on génère également des seconds rayons lumineux 51 ayant des longueurs d'onde dans la plage spectrale du visible comme cela a été décrit ci-dessus.

Dans l'étape S02, on dévie au moins les premiers rayons lumineux générés 50, le cas échéant également les seconds rayons lumineux générés 51 pour balayer au moins une plage d'angle solide prédéfinie 60 ; 61 ; 361-1, 361-2 comme cela a été décrit ci-dessus en référence aux installations à micro-miroir 14 ; 114 ; 214.

Comme décrit ci-dessus, les premiers et les seconds rayons lumineux 50, 51 peuvent également être déviés pour balayer différentes plages d'angle solide 60 ; 61 ; 361-1, 361-2. En particulier les seconds rayons lumineux 51 peuvent être déviés pour balayer une plage d'angle solide 60 plus grande qui comprend la plage d'angle solide prédéfinie 61 ; 361-1, 361-2. La plage d'angle solide prédéfinie 61 ; 361-1, 361-2 balayée par les premiers rayons lumineux 50 peut également être distincte de la plage d'angle solide 60 balayée par les seconds rayons lumineux 51.

Dans une première étape S03, on détecte un objet, notamment la surface de chaussée 2, dans la plage d'angle solide prédéfinie 61 ; 361-1, 361-2, les rayons lumineux de réponse 52 ; 152, 154 générés par les premiers rayons lumineux 50 détectés dans la plage



spectrale de l'infrarouge comme par exemple en référence aux installations de détection 16 ; 316-1, 316-2 ; 416 décrites ci-dessus.

5 Dans l'étape S04, on détermine l'état de l'objet, notamment de la surface de la chaussée 2 en se fondant sur les rayons lumineux de réponse 52 ; 152, 154 détectés et comme cela a été décrit à propos de l'installation de calcul 18 dans ce qui précède.

10 Dans l'étape S05, on émet un signal de sortie 91 qui indexe un certain état de la surface supérieure de la chaussée 2 tel que cela a été décrit ci-dessus, par exemple en référence à l'installation de calcul 18.

**NOMENCLATURE**

(des éléments principaux, limités aux références de base)

	1	Véhicule
5	2	Surface de la chaussée
	3	Glace/verglas
	10	Dispositif pour déterminer l'état de la surface d'une chaussée
	111	Fibre optique
10	113	Collimateur
	12	Source lumineuse, source laser supercontinuum
	14	Installation de micro-miroir
	117	Optique secondaire
	22	Installation d'éclairage
15	223	Élément de séparation
	15	Diffuseur
	16	Installation de détection
	18	Installation de calcul
	22	Installation d'éclairage
20	50	Rayon lumineux dans la plage spectrale de l'infrarouge
	51	Rayon lumineux partiellement en dehors de la plage spectrale de l'infrarouge
	52	Rayon lumineux de réponse
	55	Faisceau
25	60	Plage d'angle solide
	61	Plage d'angle solide
	65	Motif en zigzag
	91	Signal de sortie
	92	Signal de détection
30	162, 164	Partie de la plage d'angle solide
	320, 420	Projecteur

### REVENDEICATIONS

1°) Dispositif (10 ; 110 ; 210 ; 310 ; 410) pour déterminer l'état d'une surface de chaussée (2) comprenant :

- 5       – une installation d'éclairage (22 ; 122 ; 222 ; 322-1, 322-2) qui a une source laser supercontinuum (12) et une installation à micro-miroir (14 ; 114 ; 214),
- la source laser supercontinuum (12) générant des premiers rayons lumineux (50) de longueur d'onde dans la plage spectrale de l'infrarouge,
- 10     – l'installation de micro-miroir (14 ; 114 ; 214) déviant le premier faisceau lumineux (50) généré pour balayer au moins une plage d'angle solide (61 ; 361-1, 361-2) prédéfinie,
- une installation de détection (16 ; 316-1, 316-2 ; 416) pour détecter à la surface de la chaussée (2) et dans la plage de l'angle solide
- 15     (61 ; 361-1, 361-2) prédéfinie par des premiers rayons lumineux (50) apparaissant, les rayons lumineux en réponse (52 ; 152 ; 154) générés par les premiers rayons lumineux incidents (50) dans la plage spectrale de l'infrarouge, et
- une installation de calcul (18) pour déterminer fonction des rayons
- 20     lumineux de réponse, détectés (52 ; 152 ; 154), l'état de la surface de chaussée (2) et générer un signal de sortie (91) qui indexe l'état déterminé de la surface de chaussée (2),

caractérisé en ce que

25 l'installation d'éclairage (22 ; 122 ; 222 ; 322-1, 322-2) fait que la source laser supercontinuum (12) génère également des seconds faisceaux lumineux (51) de longueur d'onde dans la plage spectrale visible, et l'installation de micro-miroir (14 ; 114 ; 214) est conçue pour balayer au moins la plage d'angle solide prédéfinie (61 ; 361-1, 361-2) avec les seconds rayons lumineux (51) pour éclairer la plage d'angle solide

30 prédéfinie.

2°) Dispositif (10 ; 110 ; 210 ; 310) selon la revendication 1, caractérisé en ce que

- 35     – l'installation d'éclairage (22 ; 122 ; 222 ; 322-1, 322-2) balaie une plage d'angle solide (60) plus grande que la plage d'angle solide

(61 ; 361-1, 361-2) prédéfinie avec les premiers rayons lumineux (50), et

... l'installation de calcul (18) fonde la détermination de l'état de la surface de chaussée (2) exclusivement sur les rayons lumineux de réponse (52, 54) de la plage d'angle solide prédéfinie (61 ; 361-1, 361-2) dans la plage d'angle solide plus grande balayée (60).

3°) Dispositif (10 ; 110 ; 210 ; 310 ; 410) selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que

10 l'installation de calcul (18) compare les rayons lumineux de réponse détectés (151, 154) d'au moins deux parties de plage de l'angle solide (162, 164) de la plage d'angle solide prédéfinie (61) et détermine l'état de la surface (2) de la chaussée en se fondant sur le résultat de la comparaison.

15

4°) Dispositif (310 ; 410) selon la revendication 1, caractérisé en ce que

l'installation d'éclairage (322-1, 322-2) est intégrée dans le projecteur (320-1, 320-2 ; 420-1, 420-2) d'un véhicule (1).

20

5°) Dispositif (310 ; 410) selon la revendication 4, caractérisé en ce que

le dispositif (310 ; 410) comporte au moins deux projecteurs (320-1, 320-2 ; 420-1, 420-2) d'un véhicule (1) dont chacun est équipé d'une installation d'éclairage intégrée (322-1, 322-2).

25

6°) Dispositif (310) selon la revendication 5, caractérisé en ce que

30 chacun des deux projecteurs (320-1, 320-2) a sa propre installation de détection (316-1, 316-2) pour détecter les rayons lumineux de réponse (52 ; 152, 154).

7°) Dispositif (410) selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'

au moins deux projecteurs (420-1, 420-2) ont une seule installation de détection (416) commune pour détecter les rayons lumineux de réponse (52 ; 152, 154).

5 8°) Dispositif (210) selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que

- l'installation d'éclairage (222) comporte un élément de séparation (223) pour diviser la lumière (55) générée à l'origine par la source laser supercontinuum en des premiers rayons lumineux (50) et des  
10 seconds rayons lumineux (51),
- l'installation de micro-miroir (214) comporte un premier élément de micro-miroir (225-1) et un second élément de micro-miroir (225-2), et
- le premier élément de micro-miroir (225-1) dévie uniquement les  
15 premiers rayons lumineux (50) et le second élément de micro-miroir (225-2) dévie uniquement les seconds rayons lumineux (51).

9°) Véhicule (1) comportant un dispositif (10 ; 110 ; 210 ; 310 ; 410) selon l'une des revendications 1 à 8, pour déterminer l'état d'une surface  
20 de chaussée (2) comprenant :

- une installation d'éclairage (22 ; 122 ; 222 ; 322-1, 322-2) qui a une source laser supercontinuum (12) et une installation à micro-miroir (14 ; 114 ; 214),
- la source laser supercontinuum (12) générant des premiers rayons  
25 lumineux (50) de longueur d'onde dans la plage spectrale de l'infrarouge,
- l'installation à micro-miroir (14 ; 114 ; 214) déviant le premier faisceau lumineux (50) généré pour balayer au moins une plage d'angle solide (61 ; 361-1, 361-2) prédéfinie,
- une installation de détection (16 ; 316-1, 316-2 ; 416) pour détec-  
30 ter à la surface de la chaussée (2) et dans la plage de l'angle solide (61 ; 361-1, 361-2) prédéfini, par des premiers rayons lumineux (50) apparaissant, les rayons lumineux en réponse (52 ; 152 ; 154) générés par les premiers rayons lumineux incidents (50) dans la  
35 plage spectrale de l'infrarouge, et

- une installation de calcul (18) pour qu'en fonction des rayons lumineux de réponse, détectés (52 ; 152 ; 154), elle détermine l'état de la surface de chaussée (2) et génère un signal de sortie (91) qui indexe l'état déterminé de la surface de chaussée (2).

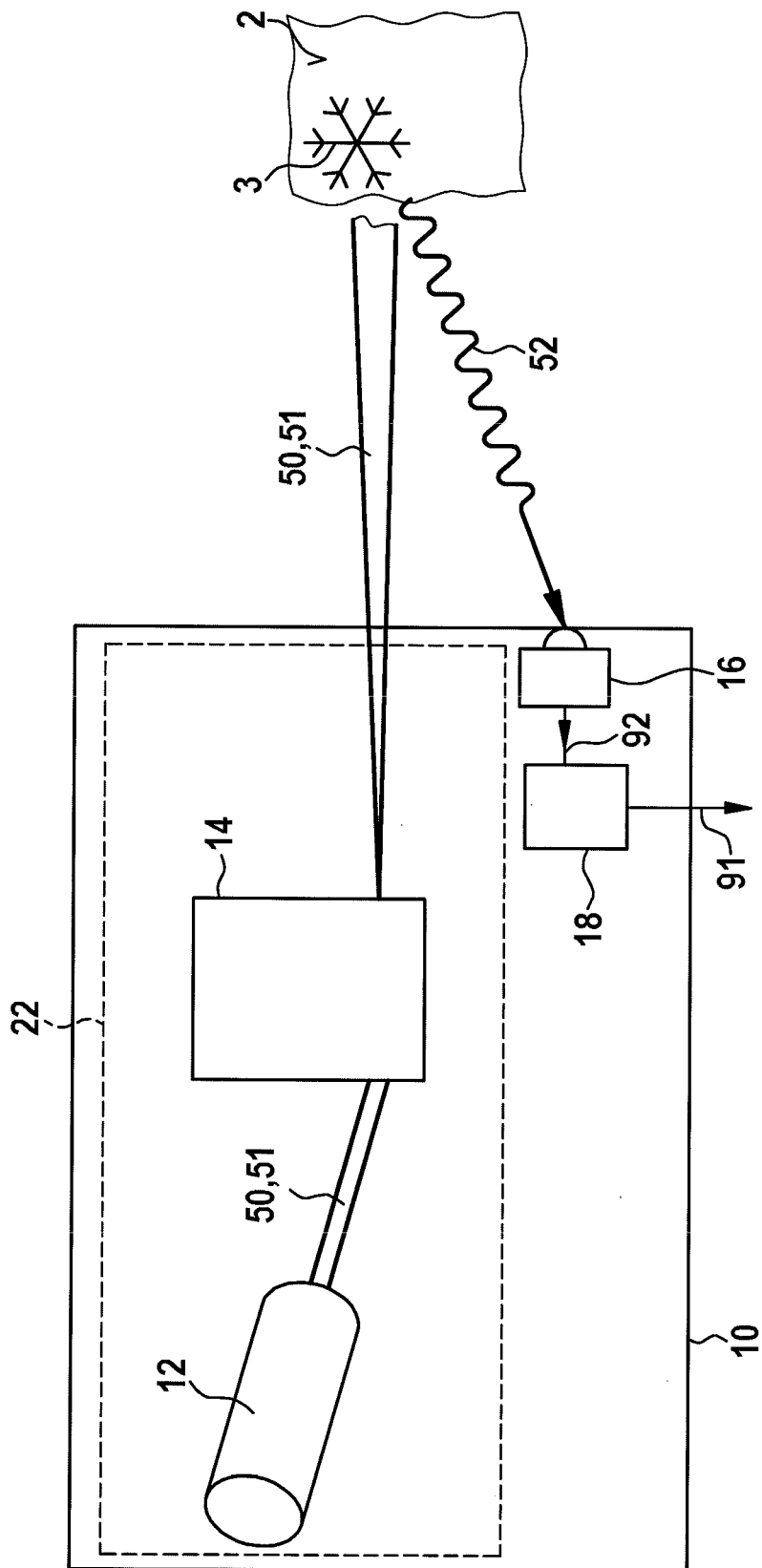


Fig. 1

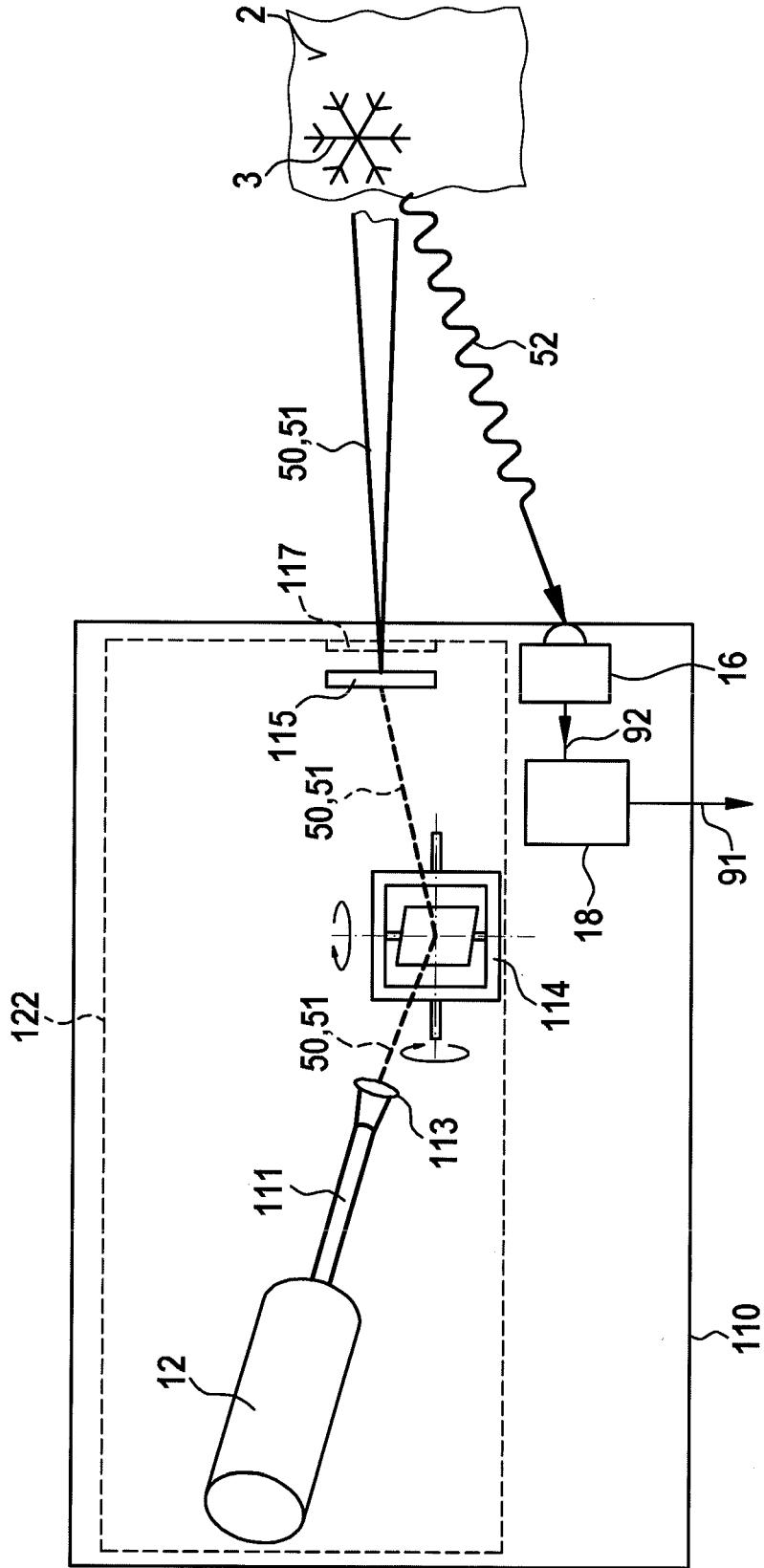


Fig. 2



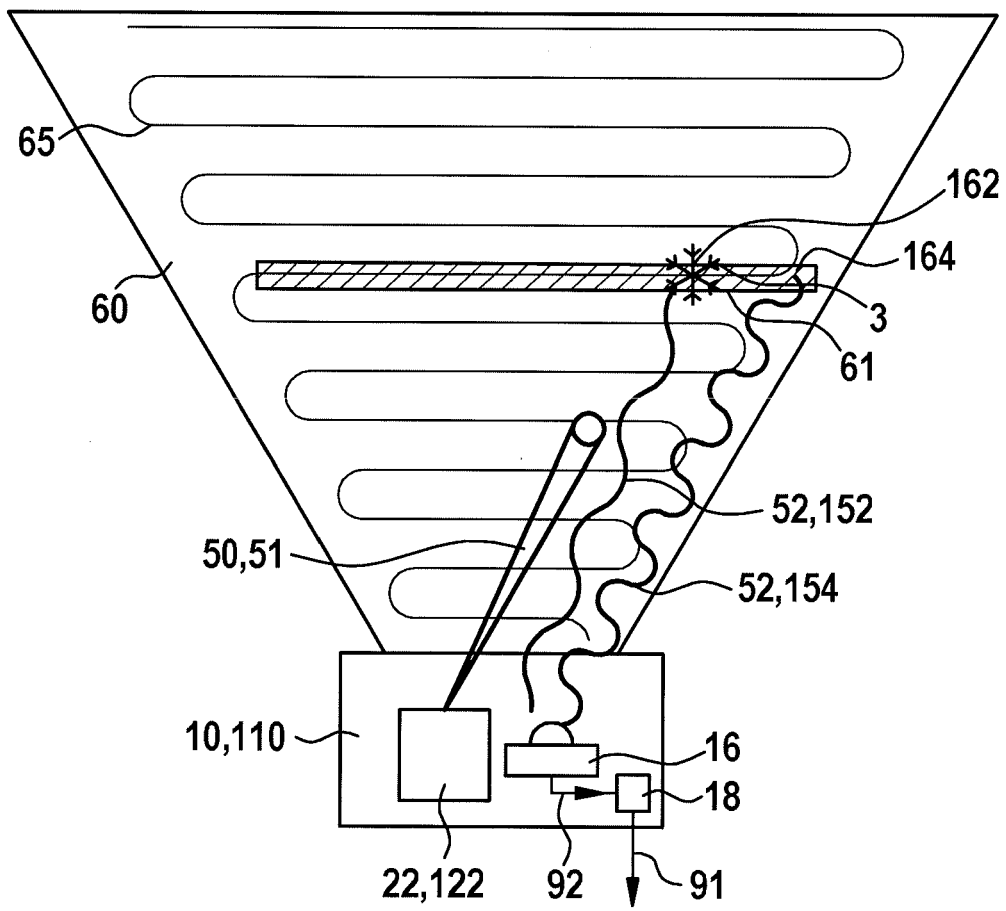


Fig. 3

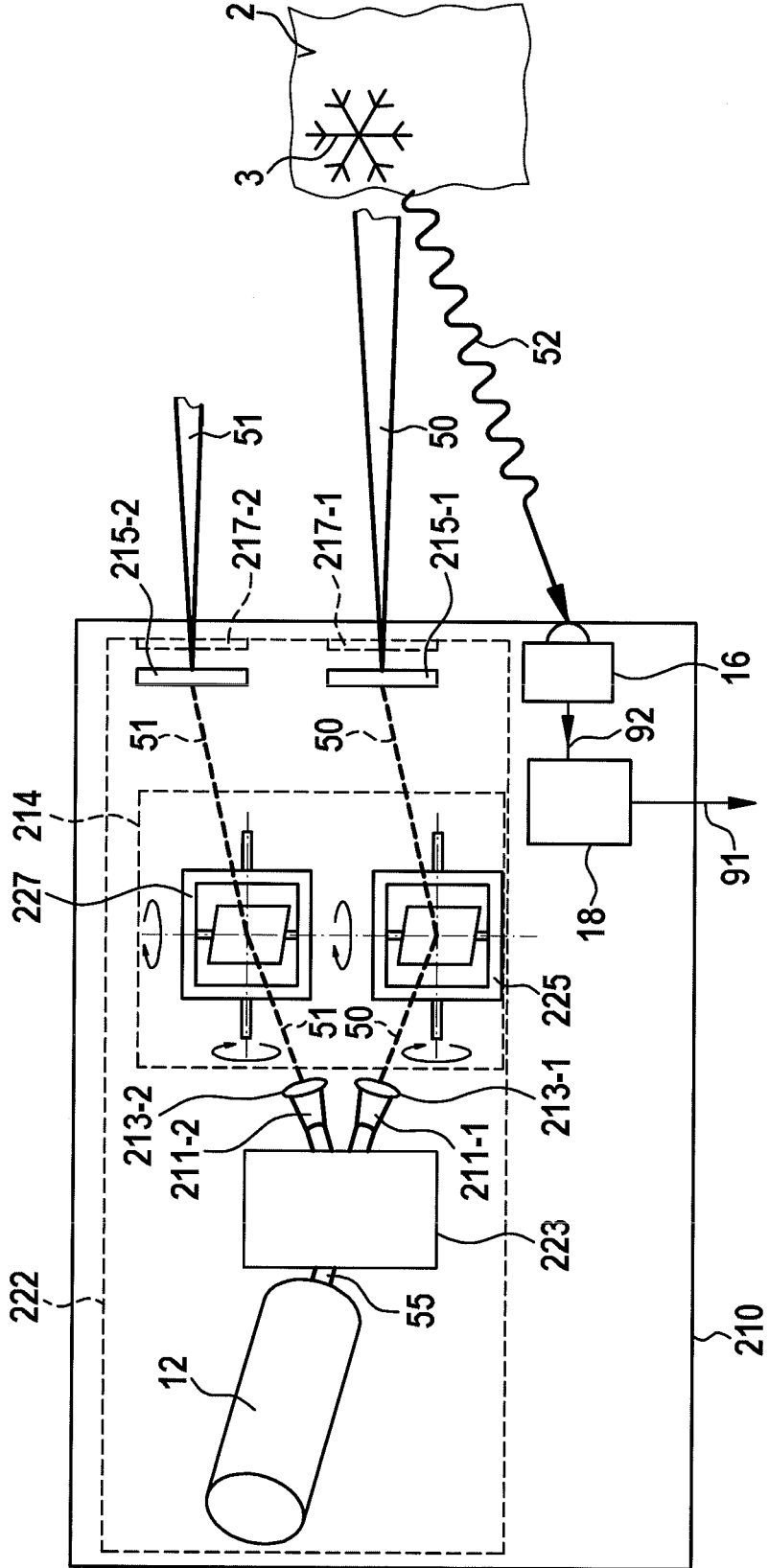


Fig. 4

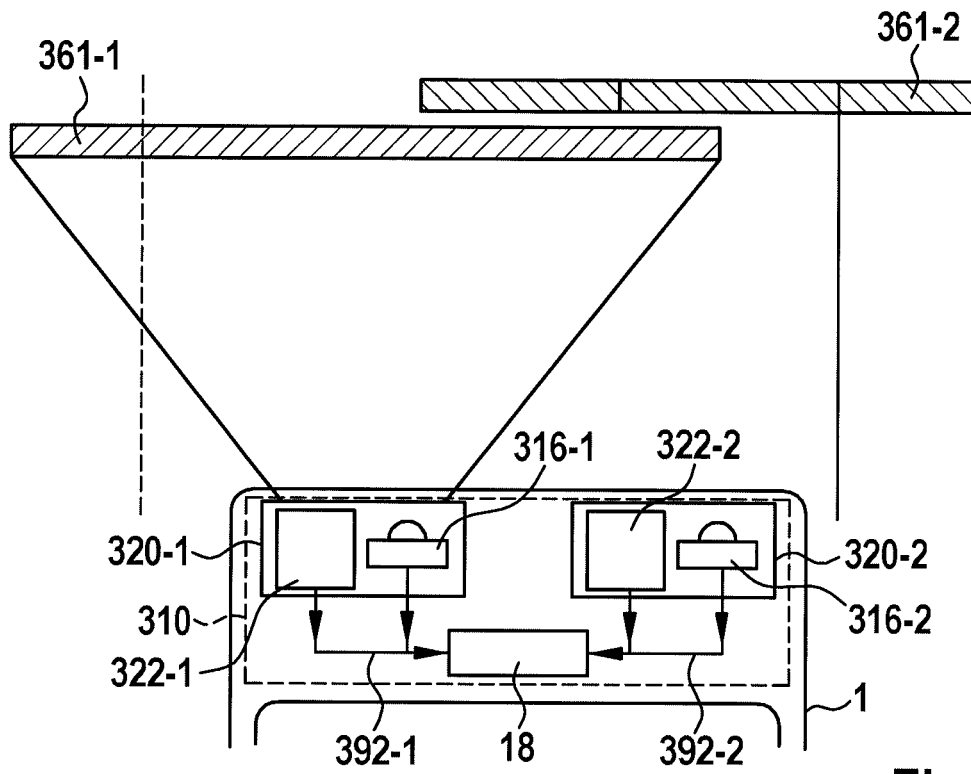


Fig. 5

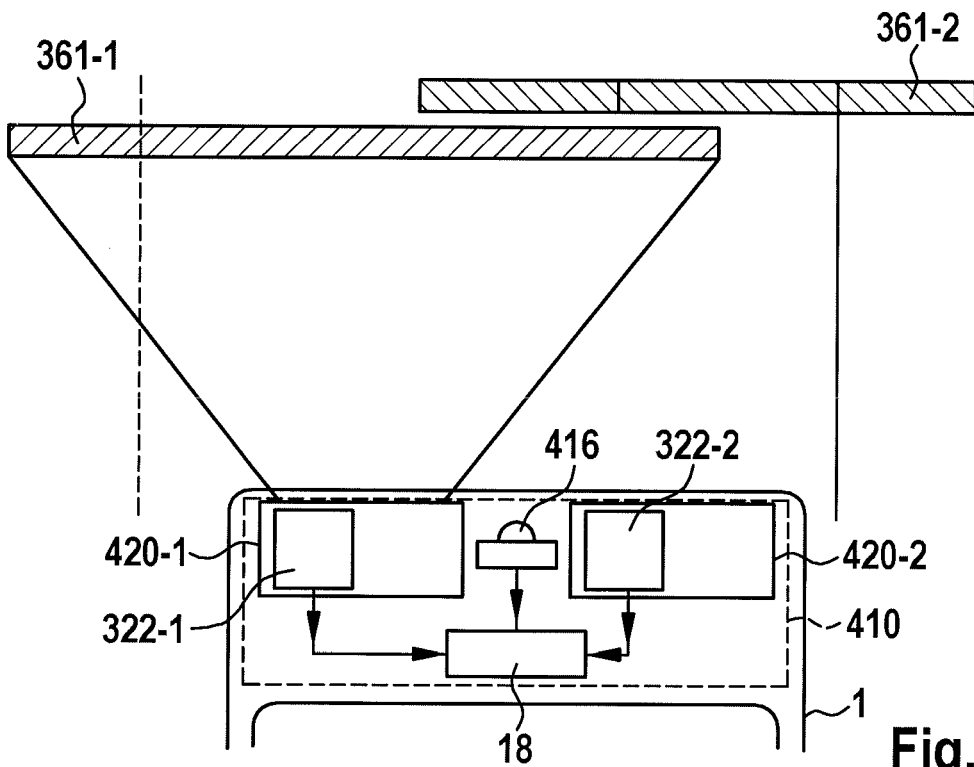
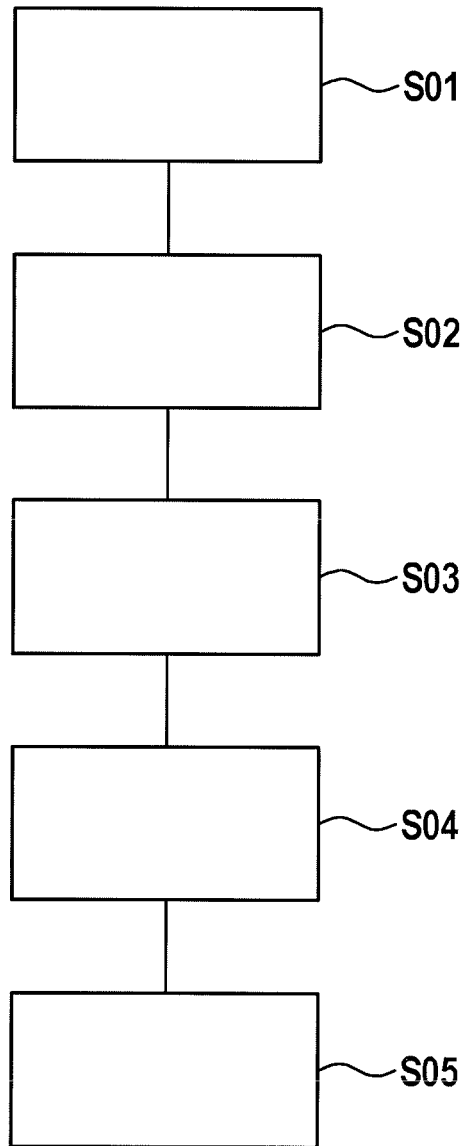


Fig. 6



**Fig. 7**

# RAPPORT DE RECHERCHE

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

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

---

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

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

## CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

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

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

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

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

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

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

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

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

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

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

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

NEANT

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

EP1976296 A1 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES [JP])  
01 octobre 2008 (2008/10/01)

US2018066985 A1 (GUT CARSTEN [DE])  
08 mars 2018 (2018/03/08)

WO2016104089 A1 (STANLEY ELECTRIC CO LTD [JP])  
30 juin 2016 (2016/06/30)

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

NEANT