

DISPOSITIF D'AIDE AU PARKING ET VEHICULE EQUIPE D'UN TEL DISPOSITIF

La présente invention concerne un dispositif d'aide au parking d'un véhicule.

5 Elle s'applique notamment pour l'aide au parking de véhicules longs ou à gabarit exceptionnel. Elle concerne également un véhicule équipé d'un tel dispositif.

10 L'aide au parking peut être vue comme un confort dans certains cas, notamment pour les véhicules de tourisme ou autres véhicules légers. Mais pour un nombre croissant d'applications, l'aide au parking est devenue une fonction indispensable. C'est notamment le cas pour parquer des véhicules longs avec une grande précision.

15 Un tel besoin existe en particulier dans le trafic intra-portuaire. Ce trafic consiste à déplacer des containers entre les points de chargement/déchargement des cargos et les zones de stockage temporaire (relié aux infrastructures de transports routières et ferroviaires). Les phases de chargement/déchargement sont opérées à l'aide de moyens de levage
20 mobiles (grues) qui vont charger/décharger des plateformes mobiles qui vont réaliser le transport entre les différents points du port. La précision du positionnement de la plateforme mobile lors de son stationnement est cruciale pour sécuriser et accélérer la tâche de chargement/déchargement,

25 En effet, les opérations de parking d'une plateforme ou remorque, véhiculée au moyen d'une cabine motorisée, est délicate et demande beaucoup de temps, même lorsqu'elles sont effectuées par des chauffeurs expérimentés. Des accidents peuvent par ailleurs survenir, portant atteinte aux matériels contenus dans les containers mais aussi aux personnes impliquées dans les
30 manœuvres alentour. Pour augmenter la productivité et la sécurité du trafic portuaire, il faut donc accélérer les opérations de parking et diminuer de façon importante le nombre d'accidents. Pour diminuer ces accidents, il faut charger et décharger les containers avec précision, ce qui exige de positionner précisément les plateformes dans les places de parking.

Pour améliorer la précision et sécuriser les opérations de chargement et de déchargement de containers sur des plateformes il existe des stations de parking équipées de parois latérales. Le problème est alors de parquer rapidement une plateforme, remorque ou véhicule long dans une aire de stationnement à quelques centimètres près. Une aide au parking ou un parking automatique est à cet effet nécessaire.

Un exemple d'application est de parvenir à faire s'insérer automatiquement un véhicule long de 13 mètre et large de 3 mètres, portant une charge utile de l'ordre de 60 tonnes, dans une place de parking avec une précision de positionnement de l'ordre du centimètre à partir d'une position de départ distante d'une quinzaine de mètres ou plus de la place de parking, lieu de stationnement.

Les solutions existantes utilisent des bornes magnétiques ou la technologie dite filoguidée. Ces solutions ont plusieurs inconvénients :

- Tout d'abord, elles nécessitent l'installation sur le véhicule d'antennes très proches du sol. Or, installer des éléments proches du sol sur un véhicule limite sa garde au sol et fait courir un risque aux antennes à travers des chocs avec des objets se trouvant sur le sol ;
- Dans tous les cas, les antennes doivent être positionnées très précisément, horizontalement et verticalement, ainsi qu'en termes de planéité. Cela est à la fois difficile techniquement et difficile à garantir sur la durée en raison des vibrations et des chocs, inévitables en phases opérationnelles ;
- De plus, il faut installer des dispositifs parfois actifs, transpondeurs ou fils métalliques alimenté, dans le sol, ce qui nécessite des travaux importants.

Ces solutions sont donc peu fiables et coûteuses.

Un but de l'invention est notamment de pallier les inconvénients précités, et de permettre un stationnement rapide et précis, en toute sécurité, en particulier pour des véhicules longs ou ayant un gabarit exceptionnel. A cet effet l'invention a pour objet un dispositif d'aide au parking d'un véhicule à l'intérieur d'une aire de stationnement pourvue d'au moins une paroi latérale ayant des caractéristiques géométriques réparties longitudinalement, ledit dispositif étant apte à équiper un véhicule, et comportant au moins :

- un premier capteur placé sur le côté dudit véhicule faisant face à l'entrée de ladite aire, le faisceau de mesure dudit capteur balayant ladite aire, ledit capteur effectuant des mesures de distance et d'orientation dudit véhicule par rapport à ladite aire à partir de la reconstruction d'un nuage de points appartenant à la surface desdites parois ou de points d'échos réémis par lesdites parois ;
5
- une série de capteurs placés sur les côtés latéraux dudit véhicule destinés à mesurer la distance desdits côtés auxdites aux parois latérales, les faisceaux de mesure desdits capteurs balayant lesdites parois de l'intérieur ;
10
- des moyens de traitement calculant la position et l'orientation relative dudit véhicule par rapport auxdites parois selon au moins trois phases successives :
 - une phase d'approche de ladite aire dans laquelle, lesdites parois étant balayés par le faisceau de mesure dudit premier capteur, la position et l'orientation relatives sont calculées par rapport à la position et l'orientation d'une forme globale desdites parois déduite dudit nuage ;
15
 - une phase d'entrée dans la dite aire dans laquelle, la position et l'orientation relative sont au moins calculées par rapport à la position et l'orientation de formes géométriques simples déduites dudit nuage, fonctions desdits caractéristiques géométriques ;
20
 - une phase d'avancée dans ladite aire dans laquelle, les moyens de traitement calculent une position et une orientation relatives par comparaison dudit nuage avec un modèle mémorisé desdites parois et calculent une autre position et une autre orientation relative à partir des mesures de distance effectuées par les capteurs de ladite série ;
25
- 30 lesdits moyens de traitement comportant un module de fusion des données effectuant un filtrage spatio-temporel des calculs de position et d'orientation relatives produits à partir des différents capteurs, les calculs ainsi filtrés donnant une information de position et d'orientation dudit véhicule pour le contrôle de son déplacement.

Le premier capteur est par exemple au moins un capteur lidar, ou au moins un capteur radar ou au moins un capteur vidéo.

Les capteurs de ladite série sont par exemple des capteurs ultrasoniques ou des capteurs télémétriques optiques.

- 5 Le filtrage spatio-temporel est par exemple effectué par un filtre de Kalman ou par une méthode de Monte Carlo.

Les moyens de traitement calculent par exemple une position et une orientation relatives à partir des mesures de distance effectuées par les capteurs de ladite série pendant la phase d'entrée.

- 10 Les moyens de traitement calculent par exemple une position et une orientation relatives par comparaison dudit nuage avec un modèle mémorisé est effectuée par application d'un algorithme d'estimation de transformation entre nuages de points.

- 15 Les mesures obtenues par ledit premier capteur sont par exemple échantillonnées selon une première période T1 et les mesures obtenues à partir des capteurs de ladite série sont échantillonnées selon une deuxième période T2, les calculs de positions et d'orientation étant effectués à l'intérieur d'une période.

- 20 Dans un mode de réalisation possible, les capteurs de ladite série sont par exemple positionnés selon des écarts croissants entre deux capteurs consécutifs, à partir du côté supportant ledit premier capteur.

- 25 Les moyens de traitement effectuent par exemple des vérifications de cohérences dans le temps et dans l'espace entre les calculs de position et d'orientation relatives successifs obtenus à partir des mesures dudit premier capteur, et entre les calculs de position et d'orientation relatives successifs obtenus à partir des mesures des capteurs de ladite série, les calculs cohérents étant fournis audit module de fusion de données. En cas de détection d'une incohérence entre deux positions et orientations successives, un signal d'alerte est par exemple émis.

- 30 Dans un mode de réalisation possible, le dispositif comporte en outre au moins un odomètre, placé sur une roue du véhicule, les moyens de

traitement effectuant l'estimation du vecteur vitesse de déplacement dudit véhicule à partir des mesures de vitesse de roue produites par l'odomètre, ladite estimation produisant une estimation de position et d'orientation dudit véhicule pris en compte par le module de fusion de données pour définir la position et l'orientation relative dudit véhicule pour le contrôle de son déplacement.

L'invention concerne également un véhicule comportant un système de contrôle et de commande pour l'aide au pilotage, équipé d'un dispositif tel que décrit précédemment, ledit système fournissant les informations de positions et d'orientation dudit véhicule audit système de contrôle et de commande. Le véhicule est par exemple piloté automatiquement. Il est par exemple composé d'une cabine et d'une remorque, lesdits capteurs étant placés sur ladite remorque. Ledit véhicule peut être destiné à être chargé et déchargé de containers dans ladite aire de stationnement, par exemple dans une zone portuaire.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'aide de la description qui suit, faite en regard de dessins annexés qui représentent :

- Les figures 1a et 1b, un exemple d'application d'aide au parking ;
- Les figures 2a et 2b, un exemple de véhicule et d'aire de stationnement utilisés dans l'exemple précédent ;
- La figure 3, sous forme simplifiée, un dispositif selon l'invention ;
- Les figures 4a à 4e, une illustration de différentes phases de parking effectuées à l'aide d'un dispositif selon l'invention ;
- Les figures 5a, 5b et 5c, une illustration des phases d'approche, d'entrée et de recul ;
- La figure 6, les modules possibles constituant les moyens de traitement d'un dispositif selon l'invention ;
- Les figures 7a et 7b, une illustration du fonctionnement d'un algorithme de transformation entre nuages de points pouvant être utilisé par un dispositif selon l'invention ;

Les figures 1a et 1b présentent un exemple d'aide au parking auquel s'applique avantageusement l'invention. La figure 1a présente une

5 Dans l'exemple de la figure 1a, la remorque 1 mesure par exemple 13 mètres de long et 3 mètres de large. Elle est utilisée dans le trafic portuaire pour être chargée d'un container dont le poids atteint plusieurs dizaines de tonnes.

10 La figure 1b présente une station de parking 3 destinée à accueillir la remorque 1. La station de parking sera décrite plus en détail par la suite. Dans l'exemple de la figure 1, elle supporte un container 4 prêt à être chargé sur la remorque 3 lorsque celle-ci sera en stationnement dans la station 3. L'invention est présentée avec un exemple d'aire de stationnement particulier 3. Elle s'applique bien sûr pour d'autres types d'aires de

15 stationnement. Plus généralement elle s'applique également pour l'aide au parking précis, notamment de véhicules long, en dehors du trafic portuaire.

Les figures 2a et 2b précisent l'exemple particulier d'application de l'invention évoqué aux figures 1a et 1b. La figure 2b présente par une vue de dessus la

20 remorque 1 en stationnement dans la station de parking 3, station que l'on pourra appeler par la suite station de chargement, signifiant que la remorque est chargée ou déchargée de son container dans cette station.

La figure 2b présente par une vue en perspective partielle, la remorque 1 pénétrant dans la station 3. Cette station comporte deux parois latérales 21, 22 en forme de créneaux. Les créneaux correspondent à des poteaux 23 surmontés de support 24, en sailli vers l'intérieur des parois. Ces supports 24

25 sont destinés à porter ensemble un container, l'ensemble des supports formant une surface d'accueil. Dans l'exemple de la figure 2a, trois poteaux 23 sont disposés de chaque côté.

30 La remorque 1 comporte une série de supports 25, en saillie vers l'extérieur, disposés latéralement de chaque côté. En stationnement, comme illustré par la figure 2a, les supports 25 de la remorque sont disposés entre les poteaux. La remorque est alors prête à être chargée.

Le chargement d'un container 4 sur la remorque 1 se passe de la façon

35 suivante :

- La remorque est mise de façon adéquat en stationnement comme illustré sur la figure 2a ;
- Le container 4 est posé sur les supports 24 de la station comme illustré par la figure 1b ;
- 5 - Les supports 25 de la remorque étant fixés sur une structure qui se soulève, les supports sont levés avec la structure pour atteindre le dessous du container, puis encore levés pour dépasser le niveau des supports 24 de la station, le container étant alors portés par les supports 25 seuls de la remorque ;
- 10 - Lorsque les supports 25 de la remorque ont atteint un niveau donné, la remorque 1 peut être retirée de la station, chargée par le container, les supports 25 portant le container passant alors au-dessus des supports 24 de la station.

15 Pour le déchargement du container, on effectue les étapes dans l'ordre inverse.

Les étapes précédentes montrent que la remorque 1 doit être placée avec précision dans la station de chargement 3, notamment en regard des parois latérales 21, 22. La précision attendue peut être de l'ordre du centimètre, voire moins. A cette exigence de précision, s'ajoute une
20 contrainte de temps, la remorque devant être garée rapidement dans la station 3.

La figure 3 illustre de façon simplifiée un dispositif d'aide au parking selon l'invention, le dispositif étant présenté installé sur un véhicule. Le
25 dispositif comporte des capteurs 30, 31 et des moyens de traitement 39. Plus particulièrement, la figure 3 présente la remorque 1 équipée de capteurs 30, 31, les moyens de traitement 39 étant par exemple disposés dans la cabine 2. Un dispositif selon l'invention a notamment pour fonction de fournir des informations de positionnement relatif de la
30 remorque par rapport à une place de stationnement visée.

Un lidar 30 est placé à l'arrière de la remorque, plus particulièrement sur le côté qui fait face à l'entrée de l'aire de stationnement 3. Le lidar balaye un angle large, par exemple supérieur à 180°. Des capteurs ultrasoniques 31 sont disposés sur les côtés latéraux de la remorque.

Ayant une forme cylindre et une petite taille, ils peuvent être insérés dans la structure du véhicule, du châssis de la remorque 1 dans cet exemple.

Avantageusement, il n'est pas nécessaire de positionner ces capteurs près du sol, car ils présentent des cônes de détection suffisamment large.

5 Ils peuvent être positionnés régulièrement le long des côtés latéraux de la remorque 1, l'écart entre capteurs étant fonction des caractéristiques géométriques à détecter. De préférence, et avantageusement, les capteurs ultrasoniques 31 sont disposés selon des distances croissantes entre capteurs comme illustré par la figure 3, les deux premiers capteurs 10 311, 312 partant de l'arrière de la remorque étant les plus serrés. Dans l'exemple de la figure 3, six capteurs ultrasoniques sont placés de chaque côté de la remorque.

Le nombre de capteurs ultrasoniques dépend notamment des obstacles à rencontrer. Dans le présent exemple où la station 3 comporte des 15 créneaux, il faut suffisamment de capteurs 31 pour mesurer en même temps les distances aux parois les plus rapprochées, correspondant aux créneaux, et les distances aux parois les plus éloignées.

Les données issues du capteur lidar 30 et des capteurs ultrasoniques 31 20 sont fusionnées et traitées par les moyens de traitement 39 d'une façon qui sera décrite par la suite.

Le lidar a une portée de plusieurs dizaines de mètres permettant dans un premier temps d'effectuer des recherches d'approche pour détecter l'entrée de l'aire de stationnement, c'est-à-dire l'entrée de la station de 25 chargement 3 dans l'exemple d'application. Les capteurs ultrasoniques, d'une portée de plusieurs dizaines de centimètres, inférieure à un mètre, permettent d'obtenir des mesures précises.

Les figures 4a à 4e illustrent les phases de parking effectuées à l'aide 30 d'un dispositif selon l'invention, ces phases sont illustrées pour le parking dans une station de chargement 3. La fonction de parking effectuée par ce dispositif comporte trois phases successives :

- Une première phase illustrée par les figures 4a et 4b, dite phase 35 d'approche, dans laquelle le dispositif fait approcher le véhicule 1, 2 jusqu'à quelques mètres de l'entrée de l'aire de stationnement 3,

depuis un point de départ qui peut être à plusieurs dizaines de mètres, la seule contrainte étant que l'entrée de l'aire de stationnement soit couverte par le balayage 41 du lidar, c'est-à-dire détectable par ce dernier, en pratique l'arrière du véhicule peut s'approcher jusqu'à un
 5 ou deux mètres de l'entrée dans cette phase d'approche comme illustré par la figure 4b, le positionnement étant réalisé avec une précision de l'ordre de quelques centimètres, trois centimètres par exemple ;

- Un deuxième phase illustrée par la figure 4c, dite phase d'entrée,
 10 dans laquelle le dispositif fait s'insérer l'arrière du véhicule 1, 2 à l'intérieur de l'aire de stationnement 3, à l'intérieur de la station de décharge dans l'exemple des figures 1a, 1b, 2a et 2b. L'entrée, l'insertion, est réalisée sur une courte distance, quelques dizaines de centimètres, cinquante centimètres par exemple. Dans cette phase
 15 d'entrée, la précision de positionnement est de l'ordre du centimètre ;
- Une troisième phase illustrée par les figures 4d et 4e, dite phase de d'avancée, dans laquelle le dispositif fait avancer le véhicule 1, 2 jusqu'à sa position de stationnement finale (figure 4e), c'est-à-dire sa position de chargement/déchargement dans le présent exemple. Dans
 20 cette phase, la précision de positionnement peut être de l'ordre du millimètre. Cette phase d'avancée sera appelée par la suite phase de recul, en se référant à l'exemple d'application où le véhicule entre par l'arrière dans l'aire de stationnement. Il est bien sûr possible de prévoir des cas d'applications où le véhicule entre par l'avant.

25

Le capteur lidar 30 assure donc d'abord les phases d'approche et d'entrée. Ce capteur est capable de donner des mesures de distances :

- Sur un plan horizontal, la position du sol et l'orientation du véhicule en roulis étant essentielles ;
- 30 - Par rapport aux parois latérales 21, 22 de la station de chargement 3, pour connaître le lacet du véhicule et son positionnement latéral et longitudinal ;

Le lidar 30 est également capable de donner des informations pour détecter des arrêtes de la structure de la station formant des caractéristiques

géométriques, notamment les arrêtes des bords d'entrée des parois latérales 21, 22 ou les arrêtes des créneaux 23.

Le lidar envoie une liste importante de points détectés, plus de 1000 points dans l'exemple des figures 4a à 4e, en coordonnées polaires sur un plan horizontal balayé par le faisceau 41. Le lidar est par exemple situé au centre du côté arrière de la remorque ou du véhicule, au dessus du pare-choc. Avantageusement, il n'est pas nécessaire de positionner le lidar près du sol.

Les figures 5a, 5b et 5c illustrent les trois phases, approche, entrée et recul, en montrant les cônes de détection 51 produits par les capteurs ultrasoniques 31.

La figure 5a illustre la fin de la phase d'approche où seul le faisceau 41 du lidar balaye l'aire de stationnement 3, l'arrière de la remorque faisant face à l'entrée de l'aire de stationnement, à une distance d'environ un mètre.

La figure 5b illustre la fin de la phase d'entrée et le début de la phase de recul. Dans la phase de recul, les capteurs 31 commencent à produire des mesures qui sont exploitées comme l'illustre le positionnement des deux premiers cônes de détection 51 rencontrant les parois latérale 21, 22. Avantageusement, la courte distance entre ces deux premiers capteurs, conformément à la figure 3, permet d'obtenir très vite des informations de cap et de distance latérale.

La figure 5c illustre la suite de la phase de recul où les autres capteurs 31 repérés par leurs cônes de détection 51 rencontrent les parois latérales conduisant à l'obtention d'une série de mesure de distances latérales.

25

Sur le plan structurel, l'invention apporte notamment les avantages suivants :

- L'invention ne nécessite pas de dispositif actif dans la station 3 ou autour de la station, il suffit que les parois soient réfléchissantes aux ondes émises par le capteur lidar et les capteurs ultrasoniques, la plupart des parois répondant à cette nécessité, en particulier de simple tôles métalliques peuvent être utilisés pour tapisser les parois ;
- Les capteurs peuvent être situés dans des zones protégées du véhicule, ce qui n'est pas le cas d'antennes utilisées dans les solutions antérieures ;

30

- La fiabilité et la robustesse est assurée, notamment par le fait que, par leur position sur le véhicule, les capteurs sont moins soumis aux chocs, aux salissures, aux dégradations ou aux vibrations notamment, étant donné qu'ils ne sont pas placés près du sol. De plus, par construction les capteurs ultrasoniques sont redondants.

En combinaison avec cette structure, un dispositif selon l'invention comporte des moyens de traitement 39 pour exploiter toutes les données de mesures issues des capteurs, ces données arrivant de façon asynchrone et totalement désordonnée.

La figure 6 présente les différents modules de traitement possible composant les moyens de traitement 39 d'un dispositif selon l'invention. Les moyens de traitement présentés par cette figure 6 comportent quatre modules de localisation 61, 62, 63, 64, trois modules 61, 62, 63 exploitant les mesures du capteur lidar et un module 64 exploitant les mesures des capteurs ultrasoniques 31. Un autre module 65 permet d'obtenir si nécessaire des mesures de vecteurs vitesse.

Un premier module de traitement 61 effectue la recherche de l'aire de stationnement 3, correspondant à la phase d'approche de la figure 4a. Par la suite, en référence à l'exemple d'application des figures, l'aire de stationnement pourra être appelée station. Ce module 61 utilise à la fois les données de mesures issues du capteur lidar et de certaines caractéristiques géométrique 60 de la station 3. Dans cette phase, le système cherche à positionner le véhicule par rapport à une forme globalisante de la station, la forme globale des parois notamment incluant les créneaux ou poteaux.

L'espace des données reçues est discrétisé. Il s'agit d'un espace à deux dimensions dans lequel une donnée, représentant un écho laser, est repérée par un angle et une distance. On obtient des nuages de points, où chaque point correspond à un écho. La densité de points de chaque nuage, ou zone, est étudiée à l'aide de seuils, chaque zone dense étant répertoriée. Ces zones denses sont sensées représenter les poteaux 23 de la station 3, elles doivent donc respecter des distances spécifiques entre-elles. Ces distances spécifiques sont données par ailleurs par les caractéristiques géométriques de la station utilisées par ailleurs. De façon connue, un filtrage basé sur les

dimensions de la station est appliqué, permettant d'éliminer d'éventuelles erreurs de détection. De ce filtrage, plusieurs hypothèses de position relative de la station par rapport au véhicule peuvent apparaître. Dans le cas d'une aire de stationnement différente de la station de chargement 3 présentée à titre d'exemple, le module prendrait en considération d'autres caractéristiques géométriques. L'aire de stationnement doit au moins renvoyer des échos de caractéristiques géométriques correspondant à des éléments matériels, permettant de positionner le lidar, et donc l'arrière de la remorque 1, par rapport à ces éléments matériels. Le module 61 est actif au démarrage de la phase de parking.

A la fin de la phase d'approche, un deuxième module de traitement 62 effectue une recherche plus précise pour le positionnement. Il utilise toujours les données du capteur lidar ainsi que certaines caractéristiques géométriques de la station. Mais au lieu de recherche des formes globalisante propres à la station, il recherche des formes géométriques plus simples et plus précises.

Dans les nuages de points, le module recherche ainsi, par exemple, des éléments caractéristiques de la structure de la station comme par exemple les coins que forment les poteaux. Le repérage spatial de ces points de rupture de la structure permet un positionnement relatif latéral et longitudinal. Pour d'autres types d'aires de stationnement d'autres formes caractéristiques peuvent bien sûr être utilisées.

Le module 62 cherche donc par exemple à détecter une série de coins suivant la longueur de la station 3 en détectant les deux parois orthogonales visibles des poteaux. L'alignement de ces coins permet de définir la limite de passage du véhicule. L'estimation de cet alignement dans le repère du capteur permet le positionnement du véhicule par rapport à cette limite.

Un troisième module 63 utilise toujours les données issues du capteur lidar, mais au lieu d'utiliser des formes géométriques caractéristiques, telles que les coins comme décrit ci-dessus, il utilise le modèle géométrique complet de la station 3, pour optimiser notamment les calculs de position. Ce module comporte principalement un algorithme d'estimation de transformation entre

deux nuages de points. Ce type d'algorithme, en se basant sur deux nuages de points, calcule le mouvement à appliquer à un nuage pour se superposer à l'autre (algorithme de type « best fit »). Les données issues du lidar composent déjà une liste de points définis par des coordonnées polaires (angle, distance). Aussi, pour pouvoir utiliser l'algorithme d'estimation ci-dessus, une discrétisation du modèle de la station 3 est effectuée. De cette discrétisation, on récupère un nuage de points en coordonnées polaires représentant la station théorique. L'algorithme d'estimation, en se basant sur les deux listes de points fournit une estimation de transformation décrivant le mouvement relatif du véhicule entre l'instant présent et le dernier instant connu. Les figures 7a et 7b illustrent le fonctionnement de l'algorithme de transformation entre nuages de points. Sur la figure 7a, on représente par deux lignes 81, le modèle théorique de la station 3 en regard de nuages de points 82 correspondant aux mesures effectuées. A partir de ces deux courbes, on peut calculer le mouvement à appliquer au lidar 30, c'est-à-dire à l'arrière du véhicule, pour superposer les deux lignes comme illustré par la figure 7b.

Un module de traitement 64 utilise les données de mesures des capteurs ultrasoniques 31, ces mesures étant utilisées pour un guidage précis du véhicule dans la station 3. Le module 64 est notamment activé dans les phases illustrées par les figures 4c, 4d, 4e, 5b et 5c.

Les capteurs ultrasoniques 31 sont très précis sur de courtes distances et présentent un faisceau de détection 51 de forme conique. Ils ne peuvent pas être utilisés pour connaître la position longitudinale du véhicule, la nature de leurs mesures ne permettant d'apporter des informations que sur l'angle entre le véhicule et les limites longitudinales de la station, c'est-à-dire les parois longitudinales dans le cas de la station de chargement 3. Les mesures de capteurs ultrasoniques permettent également d'apporter des informations sur la position latérale du véhicule dans la station, c'est-à-dire en fait sur son centrage dans la station.

On peut représenter les mesures des capteurs ultrasoniques comme des arcs de cercles dans le repère local du véhicule dont les centres sont ceux des capteurs, les rayons étant les distances mesurées et le secteur angulaire ouvert correspondant à l'ouverture des cônes de mesure 51. Dans le cas de

la station de chargement 3, on remarque cependant que les parois 21, 22 ne sont pas des plans mais forment des créneaux. Les mesures peuvent aussi bien tomber sur la paroi la plus lointaine que sur la paroi la plus proche du véhicule.

5 Une solution est de garder en mémoire les largeurs maximales et minimales mesurées lors de l'accostage, c'est-à-dire lors de l'entrée dans la station en début de phase d'entrée, et d'associer chaque mesure soit à une mesure de plan lointain ou à une mesure de plan proche. Cette distinction étant faite, le module 64 calcule les quatre plans au mieux, dessinées à partir des
10 mesures.. On obtient alors par moyenne une estimation très précise de l'angle entre le repère local du véhicule et l'axe central de la station 3. Les plans des parois étant désormais connus, le module 64 peut calculer la position de l'axe central y du véhicule 1 dans le repère de référence de la station 3.

15 Les moyens de traitement utilisent par exemple un module de traitement 65 exploitant des informations de vitesse fournies par exemple par un odomètre. Dans ce cas, le dispositif selon comporte au moins un odomètre, placé sur une roue du véhicule 1. Les capteurs odométriques sont des capteurs de vitesse de rotation des roues. A l'aide de cette information de vitesse de
20 rotation, il est possible d'avoir une estimation de la vitesse de déplacement du véhicule connaissant le diamètre des roues. Si deux roues d'un même essieu sont équipées de ce type de dispositif, il est également possible de déterminer la direction de déplacement.

25 Deux modules 66, 67 effectuent la vérification de la cohérence des positions calculées par les modules de localisation décrits précédemment. Plus particulièrement un premier module 66 vérifie si les calculs réalisés à partir des mesures du capteur lidar 30 sont cohérents, notamment dans le temps et dans l'espace et un deuxième module 67 vérifie si les calculs réalisés à
30 partir des mesures des capteurs ultrasoniques 31 sont également cohérents, dans le temps et dans l'espace.

La cohérence est évaluée individuellement et collectivement dans le temps et en absolu par rapport aux mesures de capteurs. En pratique, les modules 66, 67 vérifient que deux positions calculées à deux instants
35 successifs ne donnent pas un déplacement incohérent avec les capacités du

véhicule et le déplacement demandé à celui-ci. Ils vérifient également que chaque mesure réalisée par un capteur a bien pu l'être dans le cas où le véhicule se trouve à la position calculée compte-tenu de la forme de la station 3. A cet effet, chaque module positionne le véhicule dans le modèle de la station à partir des mesures de position effectuées, le modèle de la station étant modélisé dans le module, ou au moins accessible par celui-ci. Le module analyse si la position est cohérente en fonction de la position précédente.

5 La vérification de cohérence exploite notamment la comparaison entre positions successives dans le modèle, en fonction des mesures issues des différents

10 capteurs. Cette vérification est effectuée par cycles selon les périodes d'échantillonnage des différents types de capteurs.

La période d'échantillonnage T1 des données issues du capteur lidar 30 est par exemple égale à 40 ms, compatible de la précision des mesures lidar attendue. La période T1 est alors la période du cycle de vérification de cohérence par rapport aux mesures du lidar. La vérification peut être effectuée entre deux échantillonnages successifs, utilisant les données du dernier échantillonnage.

20 La période d'échantillonnage T2 des données issues des capteurs ultrasoniques est par exemple égale à 20 ms, compatible de la précision des mesures ultrasoniques attendue. De même, la période T2 est la période du cycle de vérification de cohérence par rapport aux mesures ultrasoniques.

Enfin, dans le cas où le dispositif selon l'invention utilise un odomètre, la période d'échantillonnage T3 des mesures de vitesses est par exemple égale à 10 ms.

Le module 65 exploitant les mesures odométriques peut réaliser les vérifications lui-même ou transmettre ses données de vecteurs vitesses aux deux modules de vérification de cohérence 66, 67 pour que chacun effectue des vérifications de cohérence en combinant pour l'un 66, les mesures odométriques et les mesures lidar, et pour l'autre 67, les mesures odométriques et les mesures lidar. Dans tous les cas, les temps de vérifications doivent être inférieures aux périodes associées T1, T2, T3.

En cas de non cohérence, plusieurs décisions peuvent être prises, notamment parmi les suivantes :

- arrêt du dispositif et du véhicule ;
- transmission d'une alerte ;
- 5 - recalcul des positions.

Les modules 66, 67 transmettent l'information de non cohérence à un organe de commande non représenté qui prend la décision. En cas d'arrêt, l'information de non cohérence est envoyée au circuit de contrôle et de commande du véhicule.

- 10 En cas d'alerte, l'information peut être transmise à des moyens d'interface sonore ou visuelle à destination d'un utilisateur, le chauffeur du véhicule notamment si le pilotage n'est pas automatique.

Les moyens de traitement 39 comportent par ailleurs un module de fusion de
15 données 68. Ce module effectue par exemple un filtrage spatio-temporel sur les calculs de position et d'orientation relatives du véhicule par rapport aux parois de la station produits par les différents modules, par exemple du type filtre de Kalman. Le filtrage spatio-temporel peut également être réalisé par un filtre particulière (méthode de Monte-Carlo séquentielle).

- 20 Le filtrage spatio-temporel permet de rendre cohérent l'ensemble des informations calculées par les modules décrits précédemment pour fournir une information de position relative stabilisée, c'est-à-dire complète et peu bruitée. Grâce à ce filtrage spatio-temporel, ce module 68 est capable de fusionner des données asynchrones, issus de capteurs différents, et donc
25 fournissant des éléments de nature différentes. En particulier le lidar fournit des données en x (le long de l'axe longitudinal de la station), en y (le long de l'axe transversal de la station) et en angle θ° pour des mesures de cap. Les capteurs ultrasoniques fournissent une donnée en y, le long de l'axe transversal, et en angle θ° pour le cap. Un odomètre fournit des informations
30 de distance et éventuellement de direction.

Ce module 68 est également capable de gérer des données n'arrivant pas dans le bon ordre temporel, arrivant en ordre dispersé, sans cohérence les unes avec les autres, une mesure lidar échantillonnée avant une mesure ultrasonique pouvant arriver après celle-ci

Ce module 68 prend en compte la précision relative des calculs effectués par chaque module décrit précédemment.

5 Le dispositif selon l'invention délivre en sortie une information de position relative du véhicule par rapport aux limites de l'aire de stationnement. Cette information est transmise au système de contrôle et de commande du véhicule, connu par ailleurs. A partir de cette information de position relative, le système de contrôle et de commande active le pilotage du véhicule, plus ou moins automatisé, selon la présence ou non d'un chauffeur. L'information
10 de position est par exemple transmise périodiquement, selon les cycles de vérification de cohérence précédemment décrits, par exemple toutes les 10 ms. Les calculs de filtrage spatio-temporel 68 doivent alors être réalisés dans cette période.

15 La position des capteurs sur le véhicule a été décrite précédemment. Le capteur lidar est placé sur le côté du véhicule faisant face à l'entrée de l'aire de stationnement et les capteurs ultrasoniques sont placés sur les côtés latéraux du véhicule. Il est possible de placer un capteur lidar à l'arrière et aussi à l'avant du véhicule, notamment dans le cas d'une plateforme automobile, pilotée automatiquement, susceptible de rentrer dans un parking
20 par l'avant ou par l'arrière.

Les moyens de traitement 39 peuvent être situés sur la remorque 1 ou dans la cabine 2. Dans un mode de réalisation préférentiel, les capteurs 30, 31 délivrent directement des données numérisées. Celles-ci sont alors fournies aux moyens de traitement par un bus, par une liaison filaire par exemple.

25 L'invention a été décrite pour un véhicule composé d'une cabine 2 et d'une remorque 1, la remorque devant être parquées dans une station de chargement/déchargement de containers. L'invention s'applique bien sûr pour d'autres types de véhicules. Elle s'applique notamment
30 avantageusement pour des véhicules longs, des autobus par exemple, ou pour des véhicules ayant un gabarit exceptionnel, tous ces véhicules devant être garés avec précision. L'invention a également été présentée avec l'utilisation d'un capteur lidar. On peut utiliser un autre capteur pourvu qu'il présente les mêmes caractéristiques de portée et de précision. Il est ainsi
35 possible d'utiliser un ou plusieurs capteurs vidéo. On peut également utiliser

un capteur radar. Il est par ailleurs possible de combiner un ou plusieurs types de capteurs 30. On peut par exemple combiner à l'arrière du véhicule un capteur lidar et un capteur vidéo.

5 Il en est de même pour les capteurs ultrasoniques qui peuvent être remplacés par des capteurs ayant des caractéristiques analogues. En particulier, il est possible d'utiliser des capteurs télémétriques optiques.

L'invention s'applique pour des véhicules avec chauffeurs ou pour des véhicules pilotés automatiquement. Dans le cas d'un véhicule avec chauffeur, celui-ci contrôle notamment la vitesse.

10 L'invention a été décrite pour le parking dans une station de chargement et déchargement de containers. Elle s'applique bien sûr pour de nombreux autres types d'aire de stationnement, pourvu qu'elles soient équipées au moins d'une paroi latérale ayant des caractéristiques géométriques réparties longitudinalement. Dans l'exemple de la station 3, ces caractéristiques
15 géométriques sont fournies par les créneaux 23.

L'invention peut également s'appliquer avantageusement pour des aires de stationnement où les parois ne sont pas fixes. C'est le cas notamment pour l'application d'aide au parking d'un autobus entre deux autres autobus. Les parois de l'aire de stationnement sont alors les faces latérales des deux
20 autres autobus, les caractéristiques géométriques pouvant être déduites, par exemple, des portes réparties le long de ces faces latérales.

REVENDICATIONS

1. Dispositif d'aide au parking d'un véhicule à l'intérieur d'une aire de stationnement (3) pourvue d'au moins une paroi latérale (21, 22) ayant des caractéristiques géométriques (23) réparties longitudinalement, ledit dispositif
- 5 étant apte à équiper un véhicule (1, 2), caractérisé en ce qu'il comporte au moins :
- un premier capteur (30) placé sur le côté dudit véhicule faisant face à l'entrée de ladite aire (3), le faisceau de mesure (41) dudit capteur

10 balayant ladite aire, ledit capteur effectuant des mesures de distance et d'orientation dudit véhicule par rapport à ladite aire à partir de la reconstruction d'un nuage de points appartenant à la surface desdites parois (21, 22) ;

 - une série de capteurs (31) placés sur les côtés latéraux dudit véhicule destinés à mesurer la distance desdits côtés auxdites aux parois

15 latérales (21, 22), les faisceaux de mesure (51) desdits capteurs balayant lesdites parois (21, 22) de l'intérieur ;

 - des moyens de traitement (39) calculant la position et l'orientation relative dudit véhicule par rapport auxdites parois selon au moins trois

20 phases successives :

 - une phase d'approche de ladite aire (3) dans laquelle, lesdites parois étant balayés par le faisceau de mesure dudit premier capteur, la position et l'orientation relatives sont calculées (61) par rapport à la position et l'orientation d'une forme globale

25 desdites parois déduite dudit nuage ;

 - une phase d'entrée dans la dite aire (3) dans laquelle, la position et l'orientation relative sont au moins calculées (62) par rapport à la position et l'orientation de formes géométriques simples déduites dudit nuage, fonctions desdits caractéristiques

30 géométriques (23) ;

 - une phase d'avancée dans ladite aire (3) dans laquelle, les moyens de traitement calculent (63) une position et une orientation relatives par comparaison dudit nuage avec un modèle mémorisé desdites parois et calculent (64) une autre

position et une autre orientation relative à partir des mesures de distance effectuées par les capteurs (31) de ladite série ;

- lesdits moyens de traitement (49) comportant un module de fusion des données (68) effectuant un filtrage spatio-temporel des calculs de position et d'orientation relatives produits à partir des différents capteurs (30, 31), les calculs ainsi filtrés donnant une information de position et d'orientation dudit véhicule pour le contrôle de son déplacement.
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit premier capteur (30) est un capteur lidar.
 - 10 3. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit premier capteur (30) est formé d'au moins un capteur vidéo.
 4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit premier capteur (30) est un capteur radar.
 - 15 5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les capteurs (31) de ladite série sont des capteurs ultrasoniques.
 6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les capteurs (31) de ladite série sont des capteurs télémétriques optiques.
 - 20 7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le filtrage spatio-temporel est effectué par un filtre de Kalman.
 8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le filtrage spatio-temporel est effectué par une méthode de Monte Carlo.
 - 25 9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens de traitement (49) calculent une position et une orientation relatives à partir des mesures de distance effectuées par les capteurs (31) de ladite série pendant la phase d'entrée.
 - 30

10. Dispositif selon l'une quelconque des réceptions précédentes, caractérisé en ce que les moyens de traitement calculent une position et une orientation relatives par comparaison dudit nuage avec un modèle mémorisé est effectuée par application d'un algorithme d'estimation de transformation entre
5 nuages de points (81, 82).
11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les mesures obtenues par ledit premier capteur sont échantillonnées selon une première période (T1) et les mesures obtenues à partir des capteurs (31) de ladite série sont échantillonnées selon une
10 deuxième période (T2), les calculs de positions et d'orientation étant effectués à l'intérieur d'une période.
12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les capteurs (31) de ladite série sont positionnés selon des écarts croissants entre deux capteurs consécutifs, à partir du côté
15 supportant ledit premier capteur (30).
13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens de traitement effectuent (66, 67) des vérifications de cohérences dans le temps et dans l'espace entre les calculs de position et d'orientation relatives successifs obtenus à partir des mesures
20 dudit premier capteur, et entre les calculs de position et d'orientation relatives successifs obtenus à partir des mesures des capteurs (31) de ladite série, les calculs cohérents étant fournis audit module (68) de fusion de données.
14. Dispositif selon la revendication 13, caractérisé en ce qu'en cas de détection d'une incohérence entre deux positions et orientations successives,
25 un signal d'alerte est émis.
15. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte en outre au moins un odomètre, placé sur une roue du véhicule, les moyens de traitement effectuant (65) l'estimation du vecteur vitesse de déplacement dudit véhicule à partir des mesures de
30 vitesse de roue produites par l'odomètre, ladite estimation produisant une estimation de position et d'orientation dudit véhicule pris en compte par le

module (68) de fusion de données pour définir la position et l'orientation relative dudit véhicule pour le contrôle de son déplacement.

5 16. Véhicule comportant un système de contrôle et de commande pour l'aide au pilotage, caractérisé en ce qu'il est équipé d'un dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, ledit système fournissant les informations de positions et d'orientation dudit véhicule audit système de contrôle et de commande.

17. Véhicule selon la revendication 16, caractérisé en ce qu'il est piloté automatiquement.

10 18. Véhicule, selon l'une quelconque des revendications 16 ou 17, caractérisé en ce qu'il est composé d'une cabine (2) et d'une remorque (1), lesdits capteurs (30, 31) étant placés sur ladite remorque (1).

15 19. Véhicule selon l'une quelconque des revendications 16 à 18, caractérisé en ce que ledit véhicule est destiné à être chargé et déchargé de containers dans ladite aire de stationnement (3).

20. Véhicule selon la revendication 19, caractérisé en ce qu'il est utilisé dans une zone portuaire.

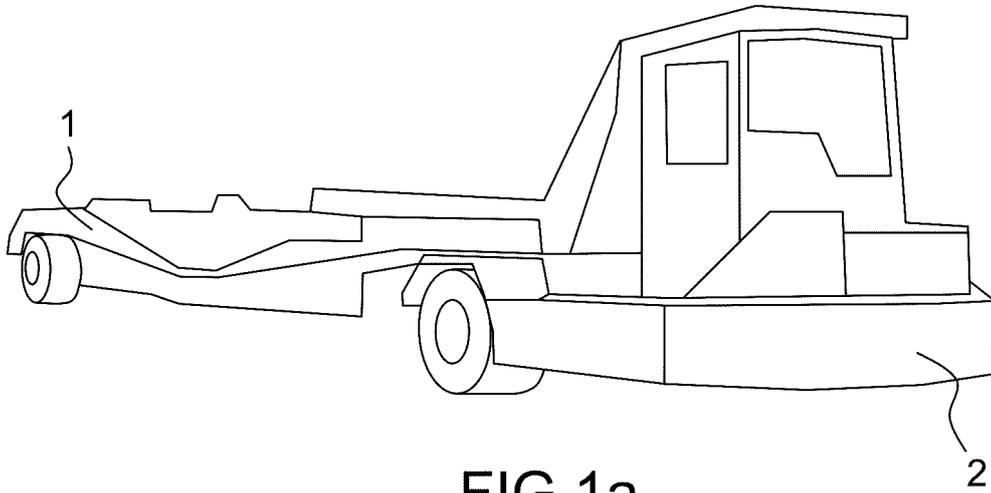


FIG. 1a

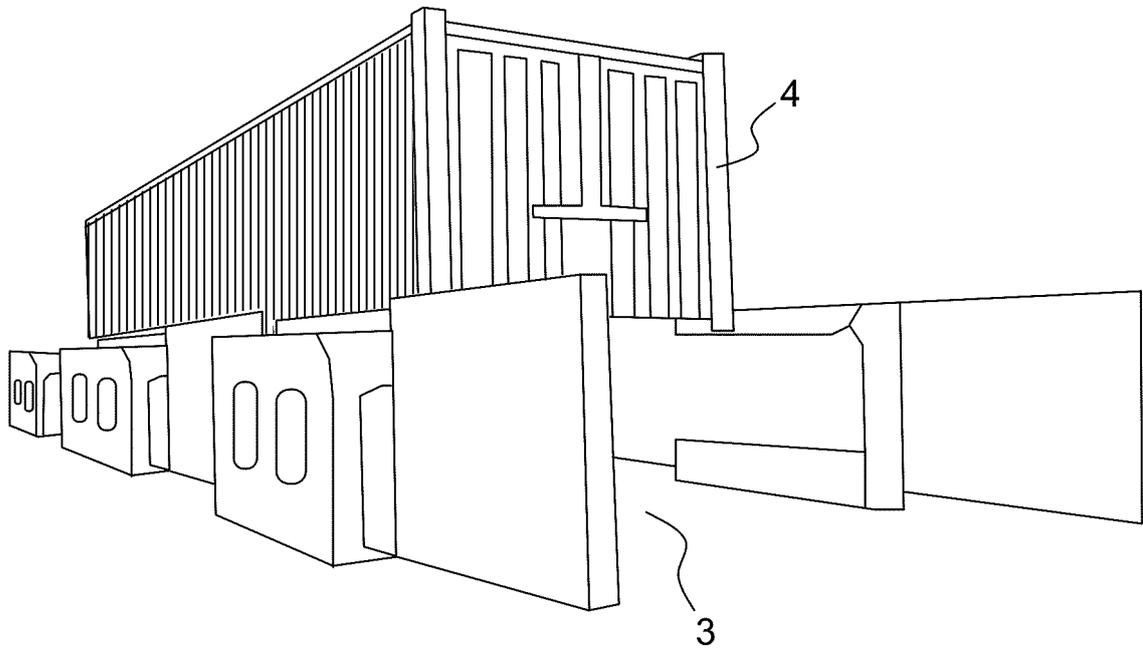


FIG. 1b

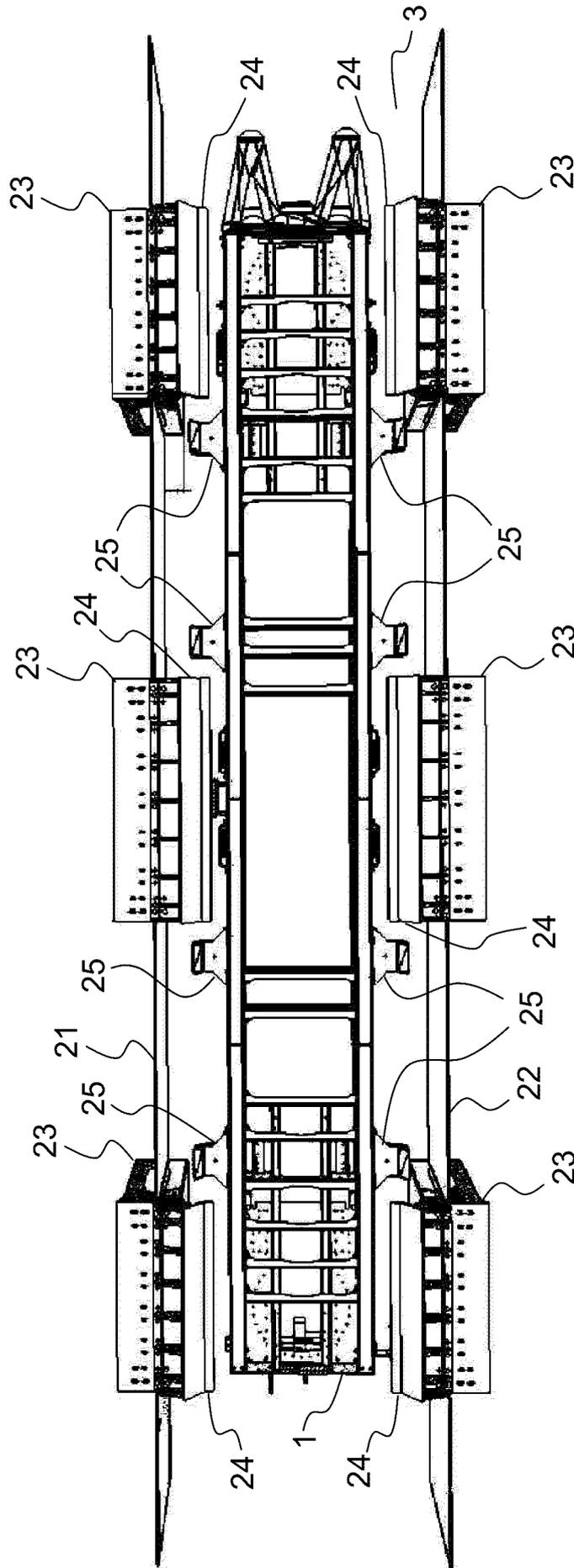


FIG.2a

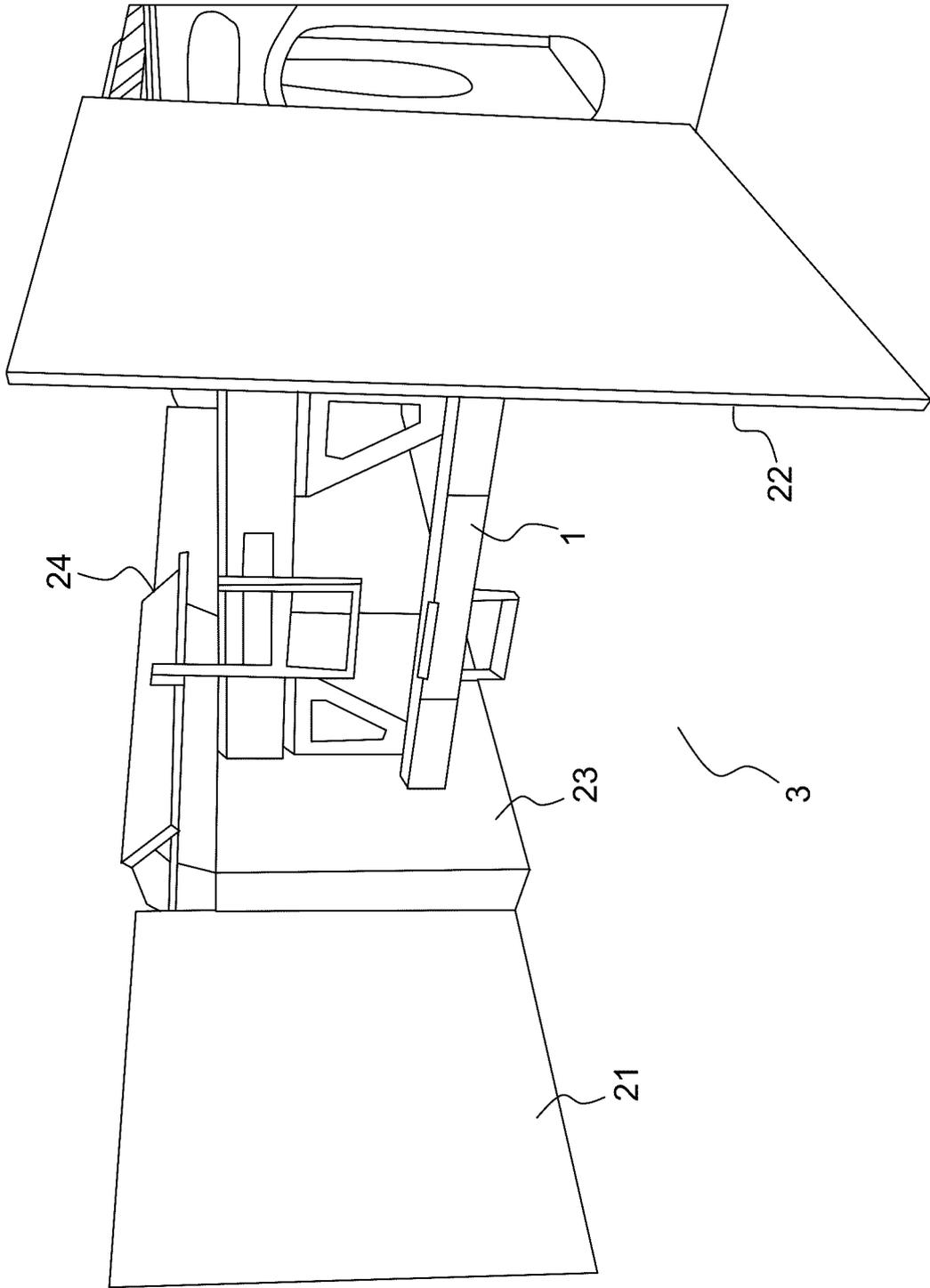


FIG.2b

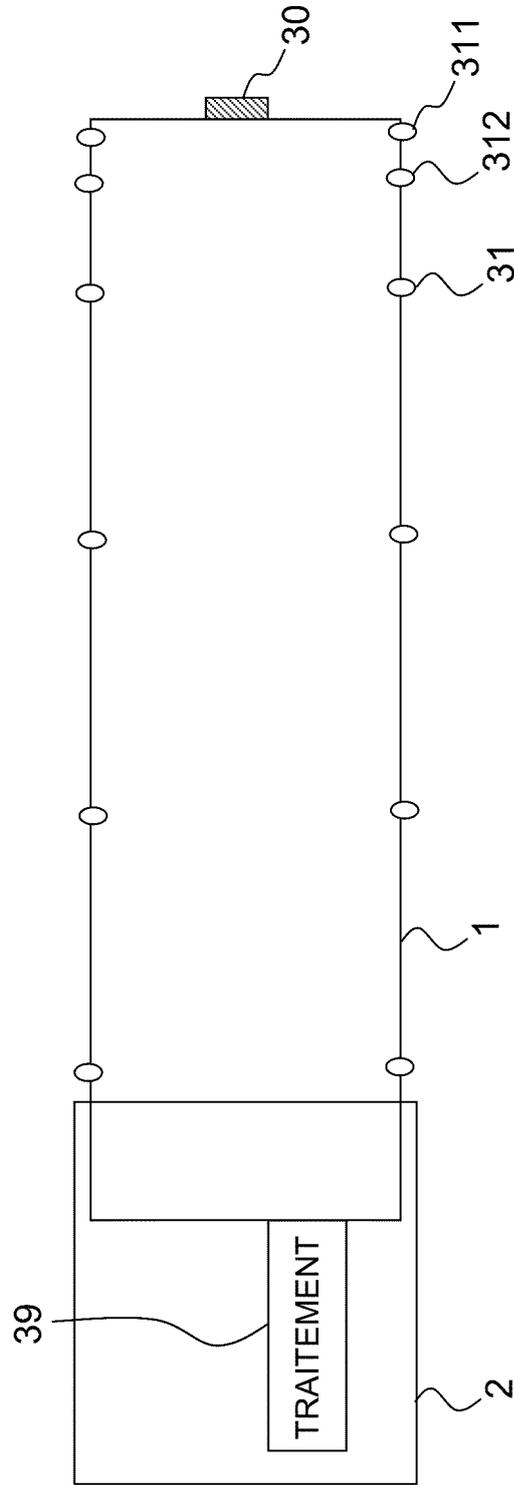


FIG.3

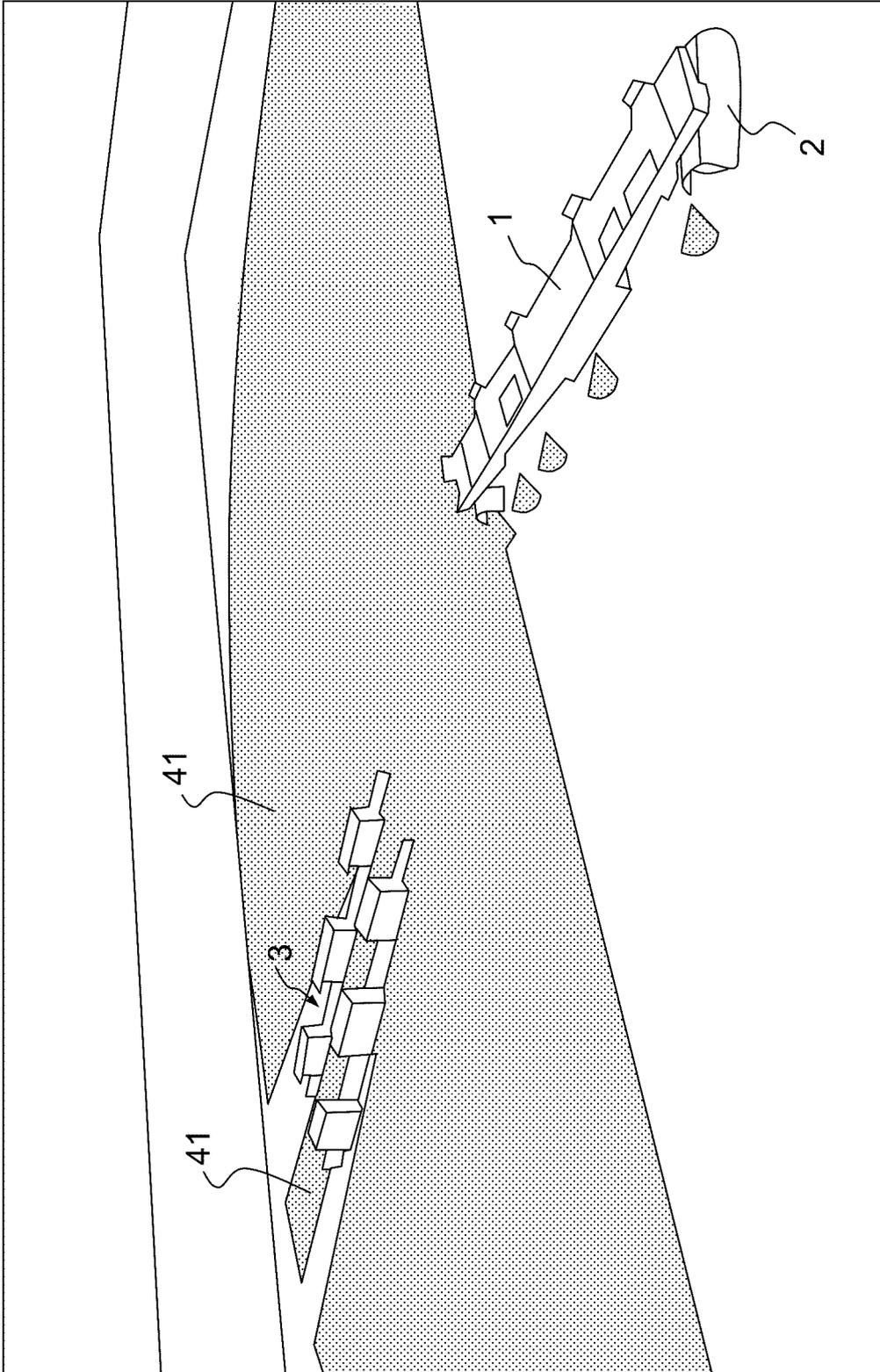


FIG.4a

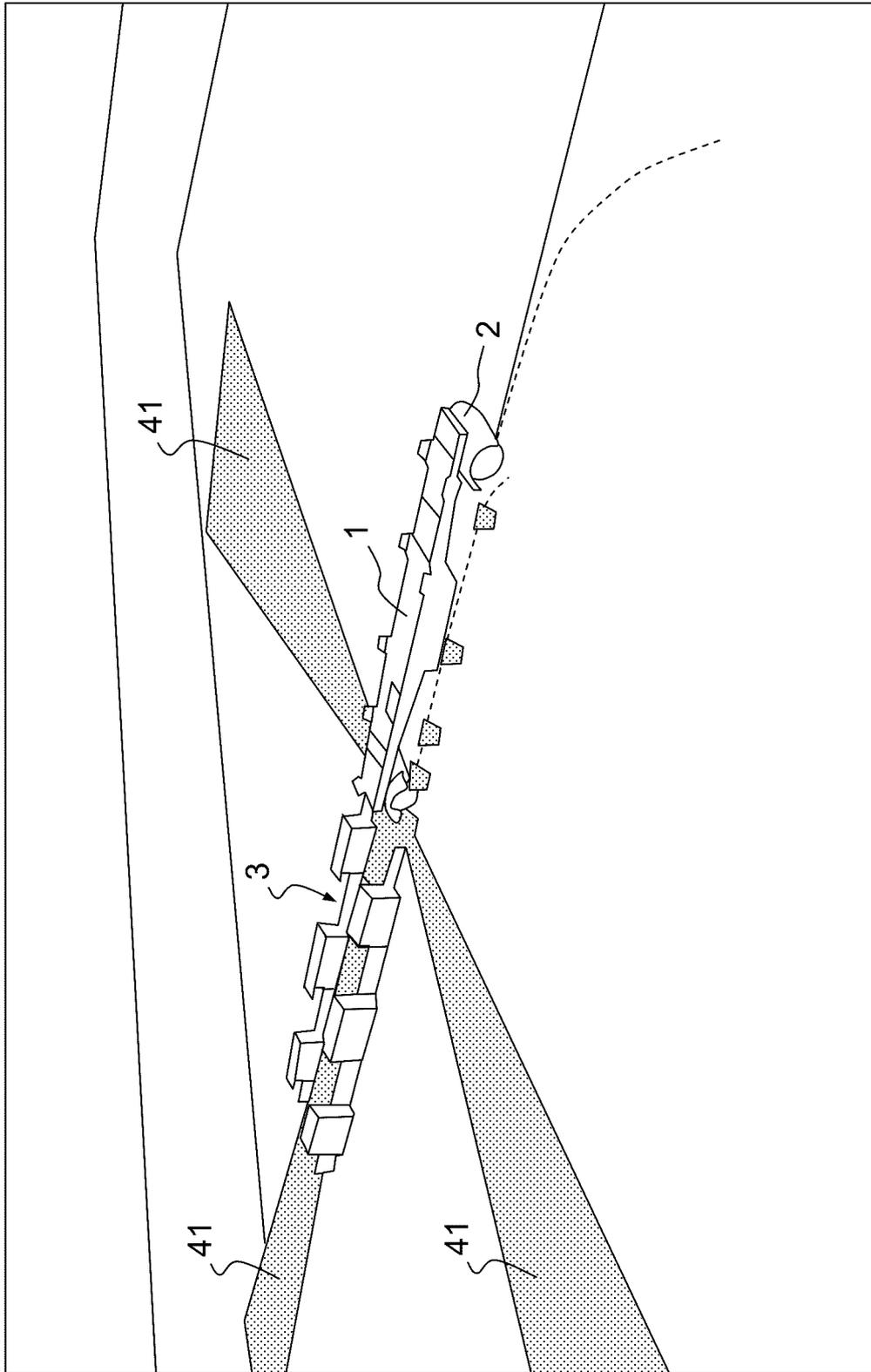


FIG.4b

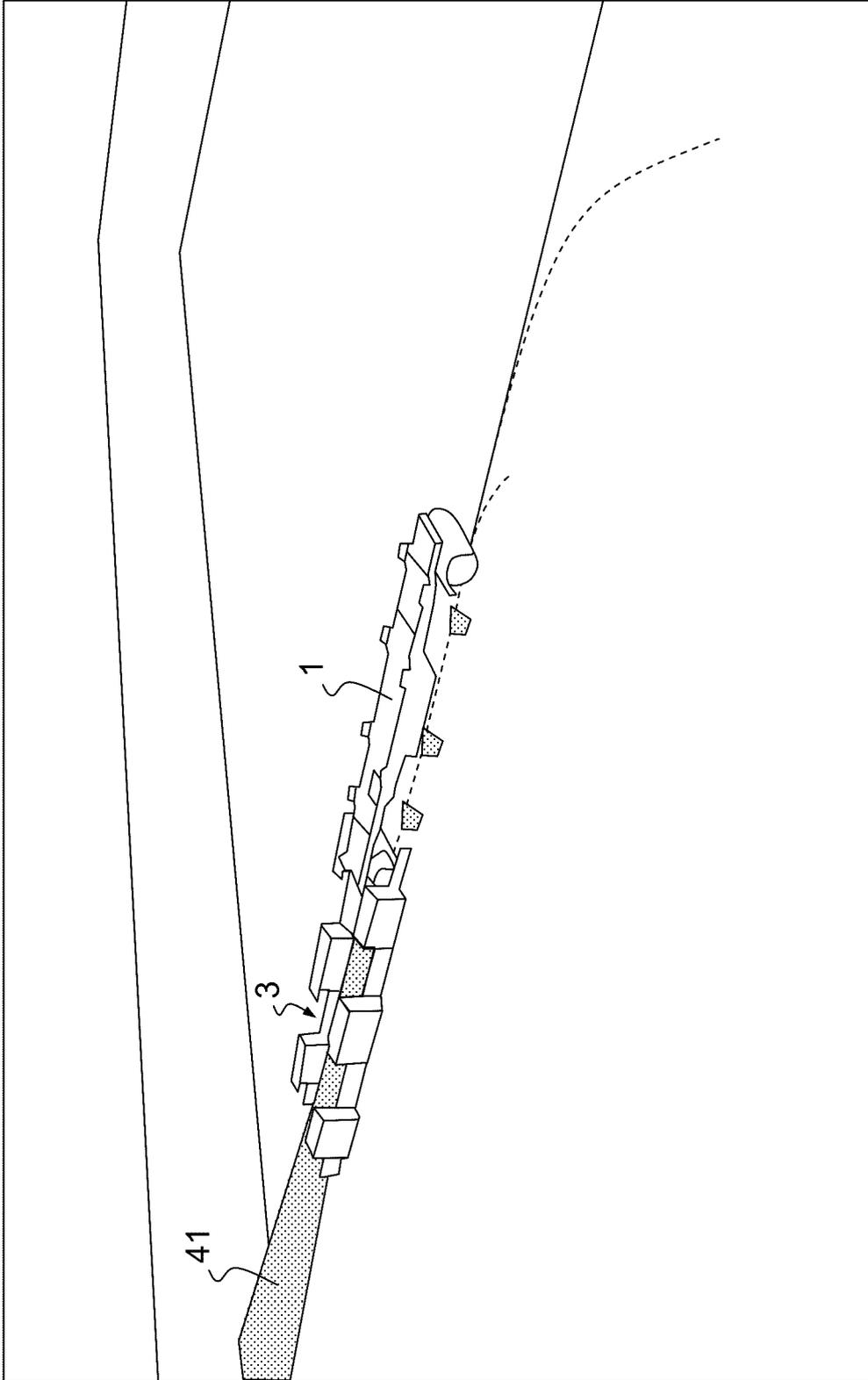


FIG.4c

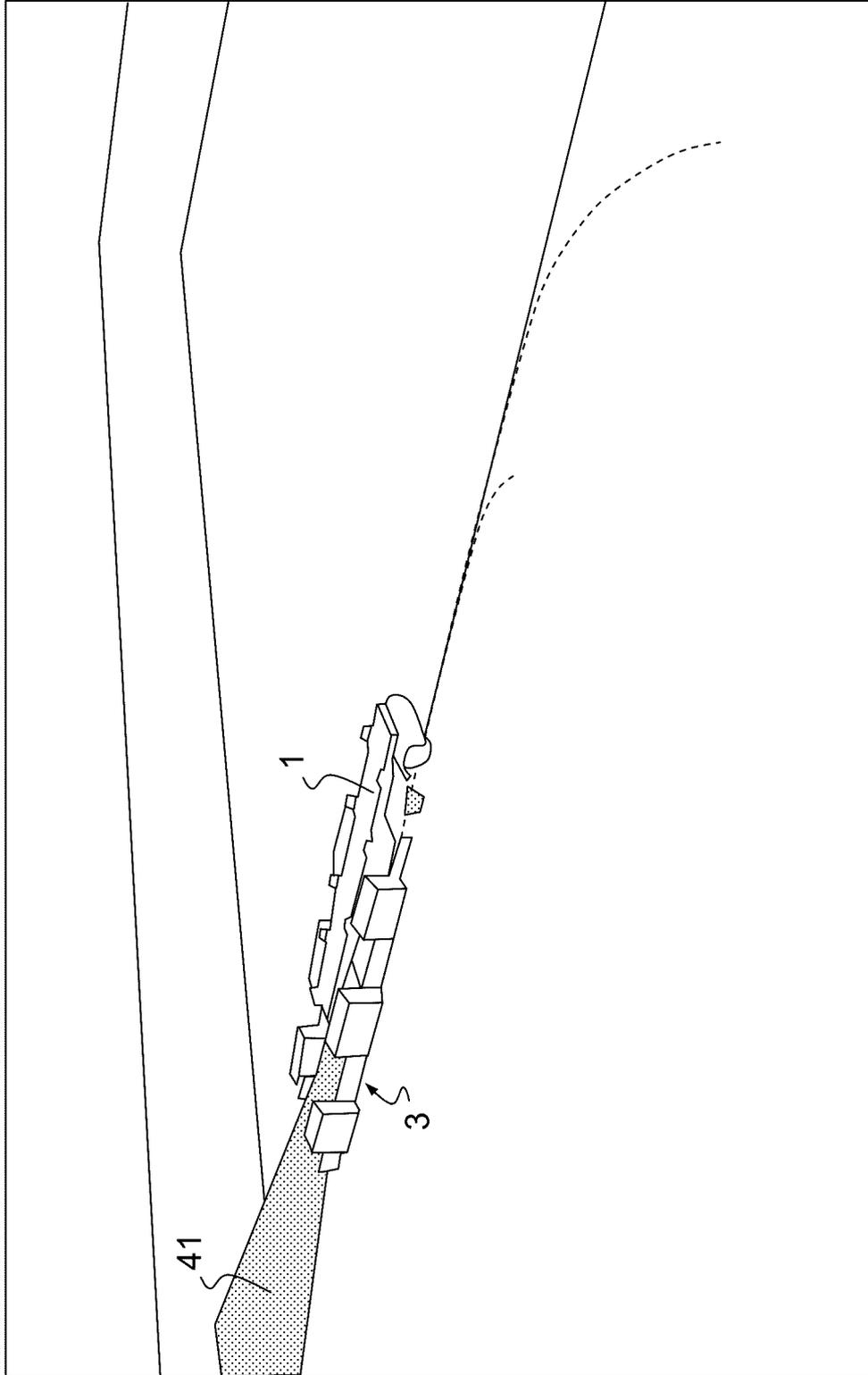


FIG.4d

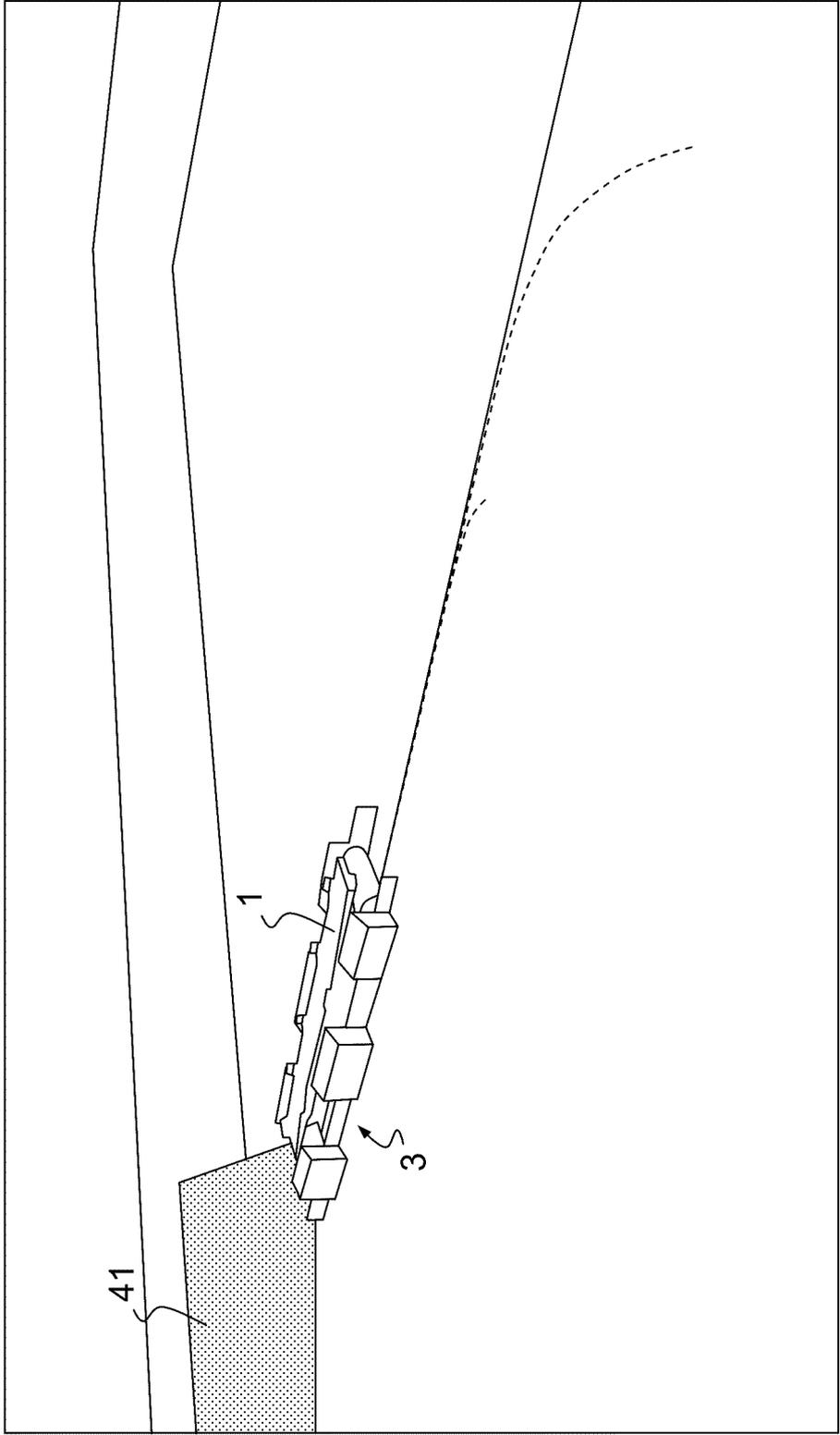


FIG.4e

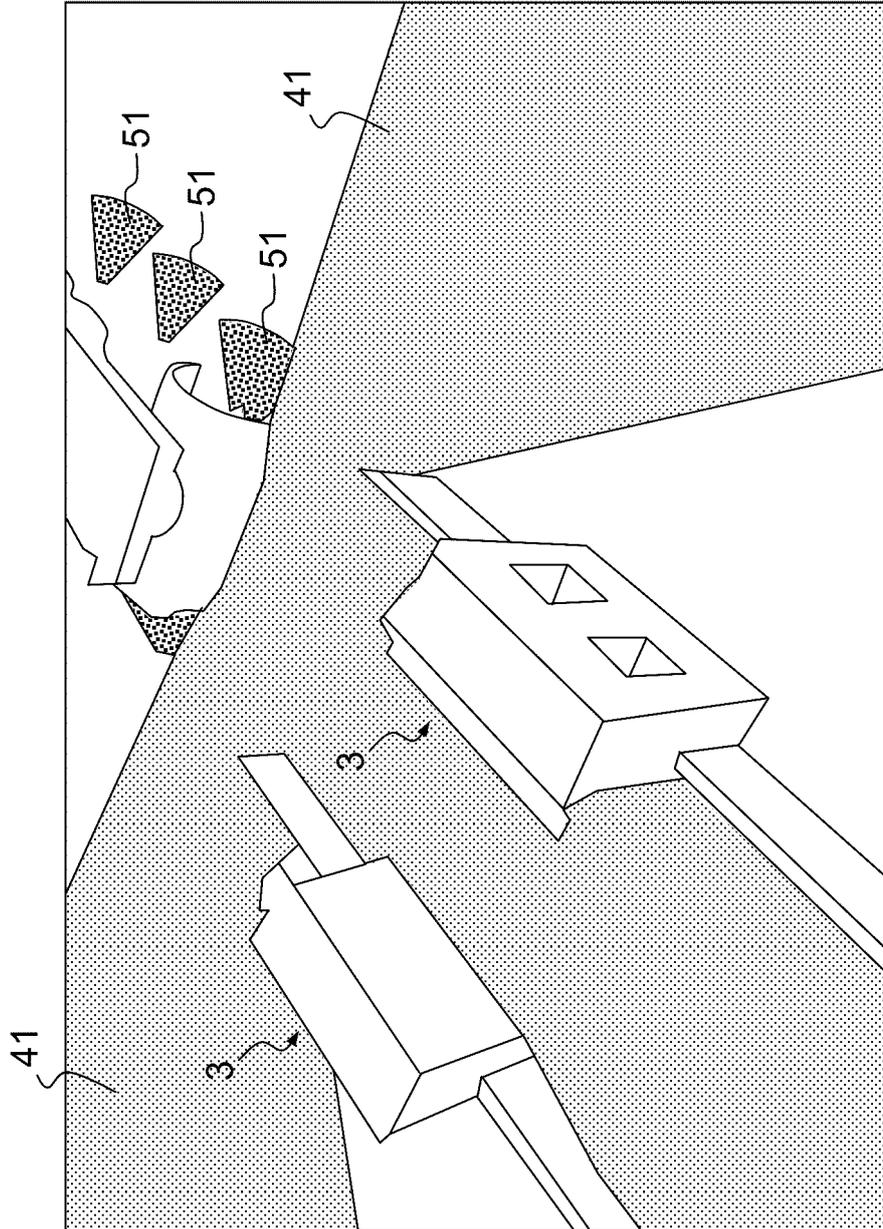


FIG.5a

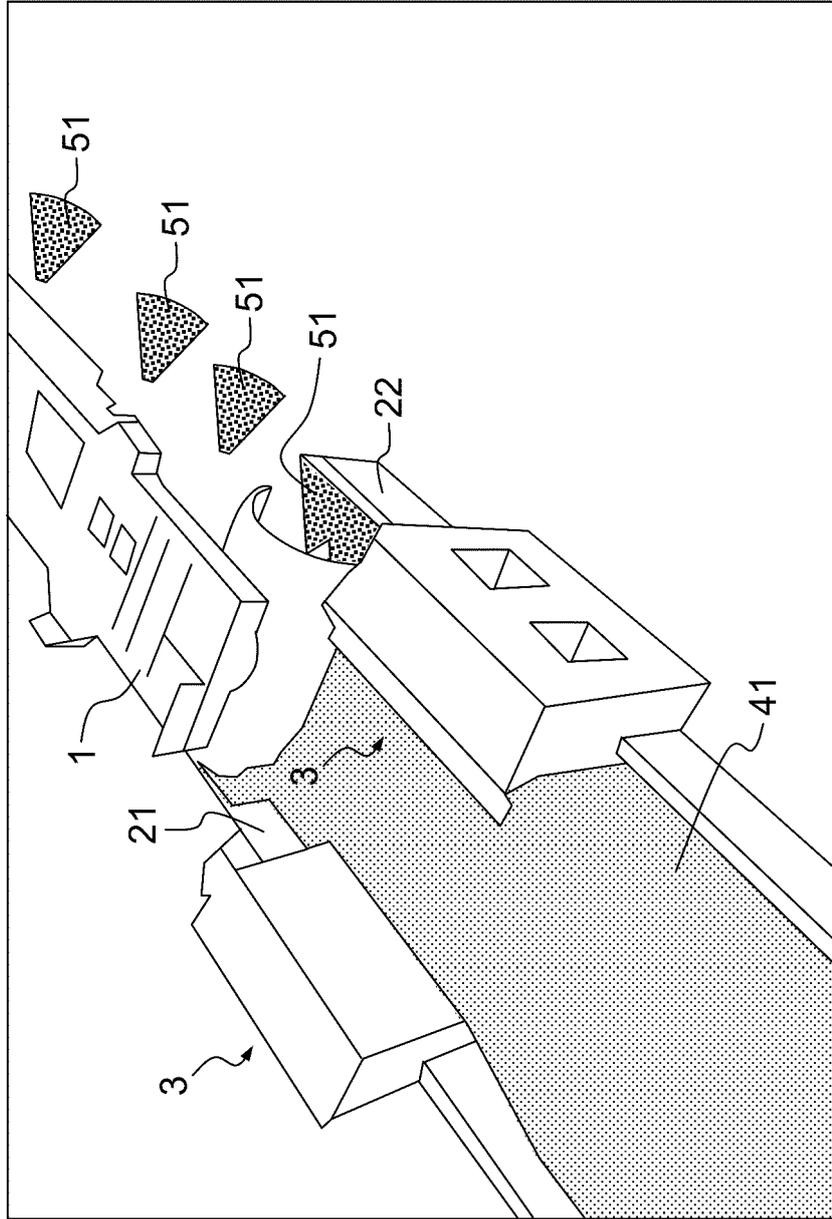


FIG.5b

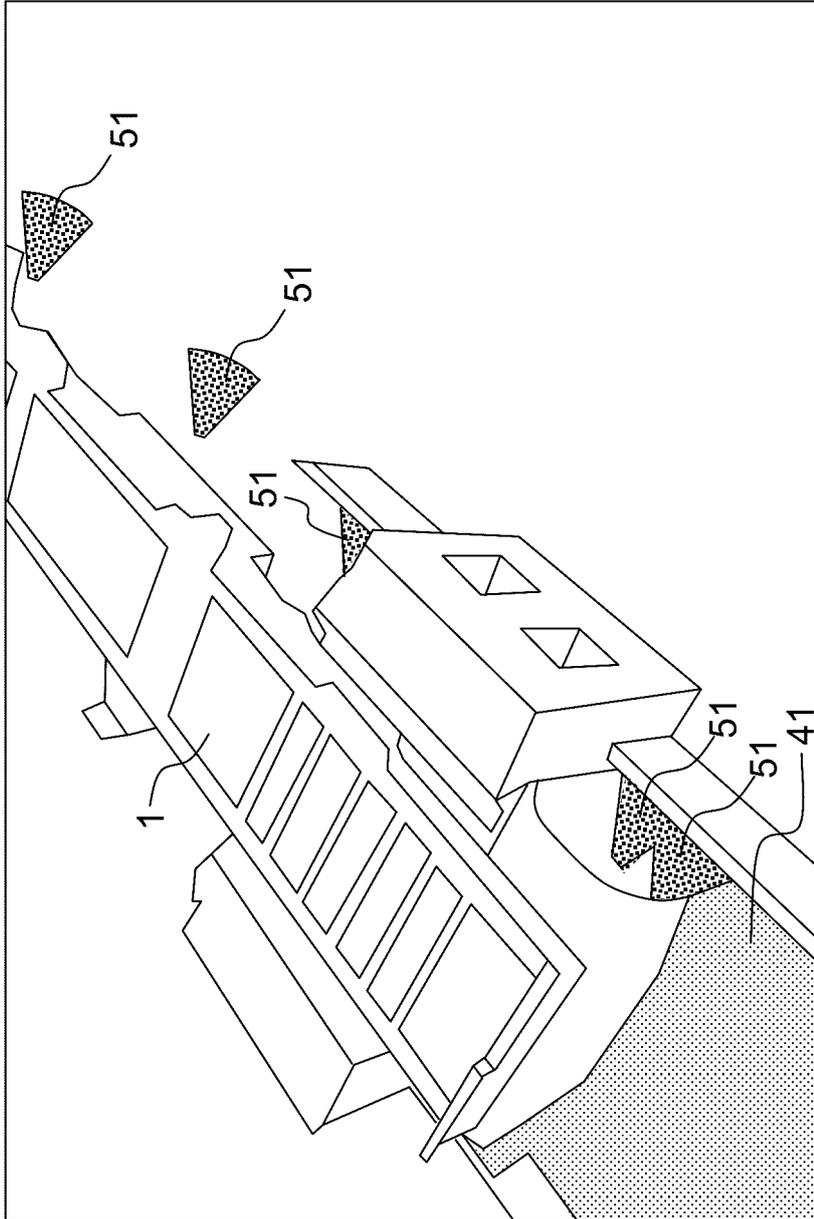


FIG.5C

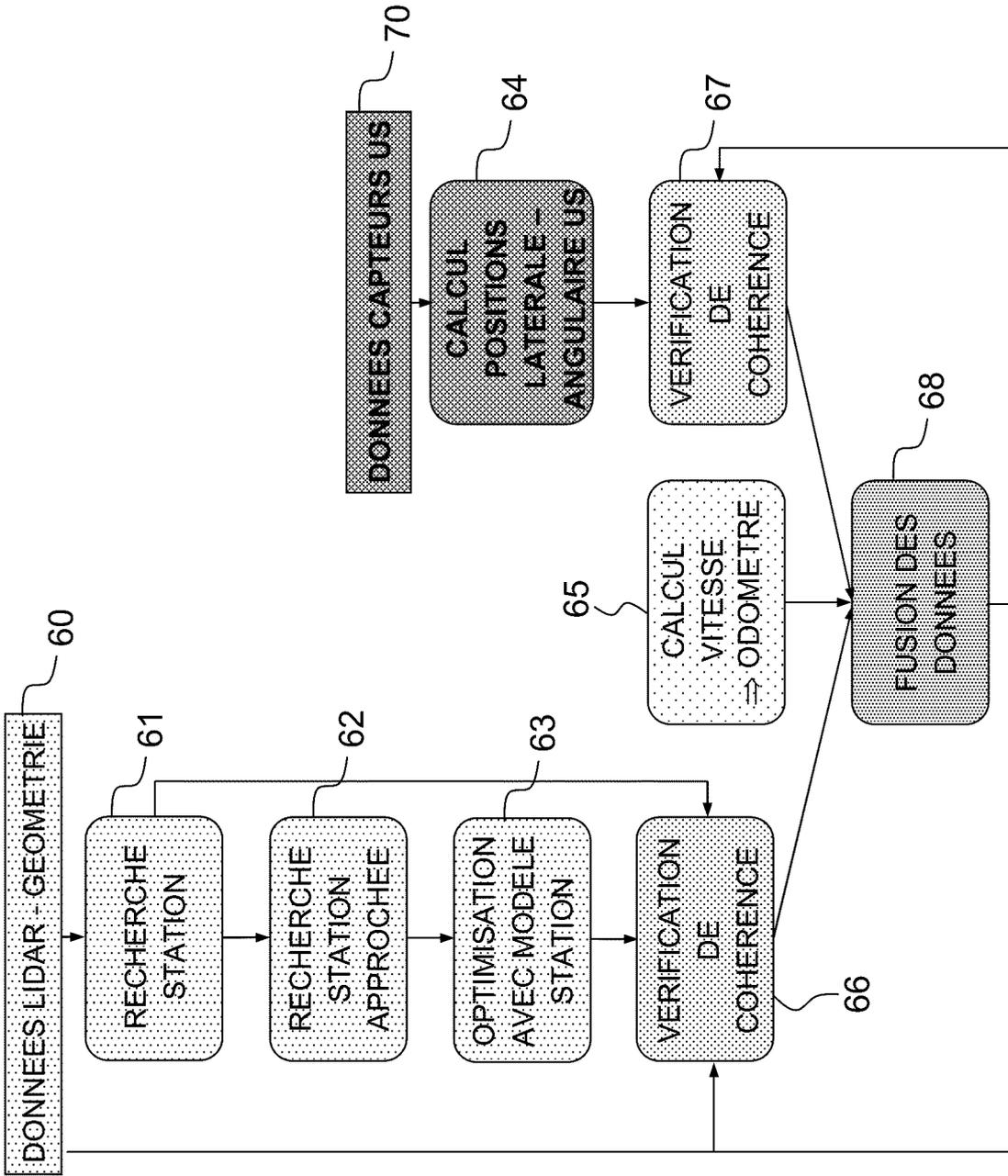


FIG.6

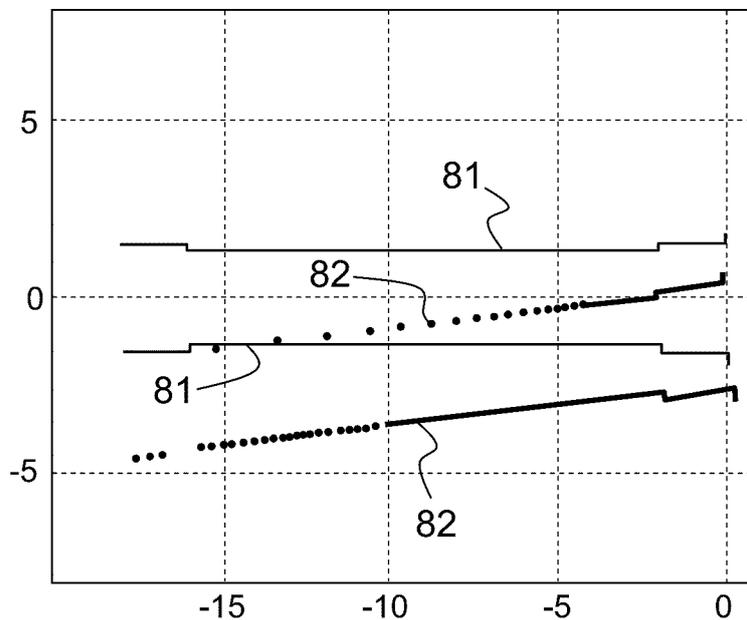


FIG. 7a

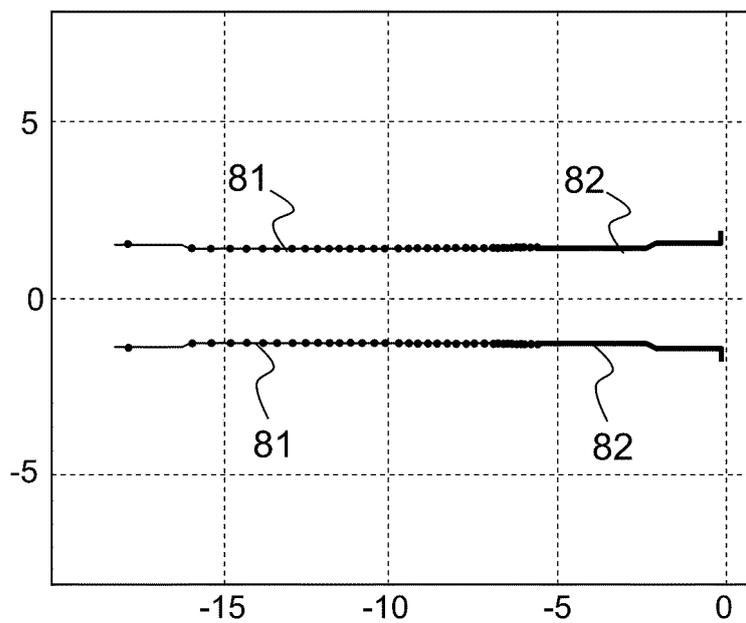


FIG. 7b

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1455049 FA 797015**

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

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **20-01-2015**

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

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2009167564 A1	02-07-2009	TW 200927536 A US 2009167564 A1	01-07-2009 02-07-2009
DE 102004057797 A1	08-06-2006	DE 102004057797 A1 WO 2006058798 A1	08-06-2006 08-06-2006
EP 2647549 A2	09-10-2013	CN 103358990 A EP 2647549 A2 KR 20130112381 A US 2013265175 A1	23-10-2013 09-10-2013 14-10-2013 10-10-2013
EP 2581272 A1	17-04-2013	CN 102939223 A EP 2581272 A1 JP 5447663 B2 KR 20130028774 A RU 2012157745 A US 2013096816 A1 WO 2011155349 A1	20-02-2013 17-04-2013 19-03-2014 19-03-2013 20-07-2014 18-04-2013 15-12-2011
US 2007027581 A1	01-02-2007	AT 367300 T CN 1795121 A DE 102004009187 A1 EP 1730014 A1 JP 2007523793 A KR 20060113702 A US 2007027581 A1 WO 2005080179 A1	15-08-2007 28-06-2006 15-09-2005 13-12-2006 23-08-2007 02-11-2006 01-02-2007 01-09-2005