economie

BREVET D'INVENTION

ROYAUME DE BELGIQUE

SPF ECONOMIE, P.M.E.,
CLASSES MOYENNES & ENERGIE

Office de la Propriété intellectuelle

NUMERO DE PUBLICATION : 1020078A3

NUMERO DE DEPOT : 2011/0564

Classif. Internat. : G01S

Date de délivrance le : 02 Avril 2013

Le Ministre de l'Economie,

Vu la Convention de Paris du 20 Mars 1883 pour la Protection de la propriété intellectuelle;

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d'invention, notamment l'article 22;

Vu l' arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d'invention, notamment l'article 28;

Vu le procès verbal dressé le 23 Septembre 2011 à 11H10 à l 'Office de la Propriété Intellectuelle

ARRETE:

Article unique.-Il est délivré à : SOFTKINETIC SENSORS NV
Boulevard de la Plaine 15, B-1050 BRUXELLES(BELGIQUE)

représenté(e)(s) par : BIRD William, BIRD GOEN & CO., Klein Dalenstraat 42a, - B 3020 WINKSELE.

un brevet d' invention d' une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles, pour : PROCEDE ET APPAREIL DE PRISE DE VUES A TECHNIQUE DU TEMPS DE VOL POUR FOURNIR DES INFORMATIONS DE DISTANCE.

INVENTEUR(S) : Van der Tempel Ward, Leuvensesteenweg 274, B-2812 Muizen (BE); Grootjans Riemer, Tolstraat 50, B-2000 Antwerpen (BE)

PRIORITE(S) 15.07.11 GBGBA11122561

ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité de l'invention, sans garantie du mérite de l'invention ou de l'exactitude de la description de celle-ci et aux risques et périls du(des) demandeurs(s).

Pour expédition certifiée conforme

Bruxelles, le 02 Avril 2013
PAR DELEGATION SPECIALE :

S. DRISQUE
Conseiller

DRISQUE S.
Conseiller

.be

Procédé et appareil de prise de vues à technique du temps de vol pour fournir des informations de distance

La présente invention se rapporte à un procédé pour fournir des informations de distance d'une scène avec un dispositif de télémétrie tel qu'un capteur à technique du temps de vol ou un appareil de prise de vues à technique du temps de vol, comprenant les étapes d'émission d'une impulsion de lumière modulée vers la scène, de réception de réflexions de l'impulsion de lumière modulée en provenance de la scène, d'évaluation d'informations de temps de vol pour les réflexions reçues de l'impulsion de lumière modulée, et d'obtention d'informations de distance à partir des informations de temps de vol pour les réflexions reçues. La présente invention se rapporte également à un dispositif de télémétrie tel qu'un capteur à technique du temps de vol ou un appareil de prise de vues à technique du temps de vol pour fournir des informations de distance en provenance d'une scène selon le procédé précédent.

ARRIÈRE-PLAN

Un appareil de prise de vues à temps de vol, également mentionné comme appareil de prise de vues à TOF, est un appareil de prise de vues qui comprend habituellement une source de lumière ou une unité formant émetteur pour émettre des

impulsions de lumière modulée, une unité formant récepteur qui capture des réflexions des impulsions de lumière, une unité d'évaluation, qui évalue des informations de temps de vol ou les réflexions reçues, et une unité de calcul, qui obtient des informations de distance à partir des informations de temps de vol. Les informations de distance sont également mentionnées en tant que profondeur. L'unité formant émetteur émet une impulsion de lumière modulée vers une scène, de sorte que l'impulsion de lumière modulée est réfléchie par des objets présents dans la scène vers l'unité formant récepteur. En fonction de la distance des objets par rapport à l'appareil de prise de vues à TOF, les réflexions sont reçues avec un certain retard par rapport à l'impulsion de lumière modulée émise. Ce retard, également mentionné en tant que temps de vol, est évalué par l'unité d'évaluation et est ensuite traité par l'unité de calcul pour obtenir une distance des objets.

L'unité formant récepteur comprend plusieurs points de réception de lumière, également mentionnés en tant que pixels, et un système optique, de sorte que des pixels différents peuvent recevoir des réflexions provenant d'objets différents en même temps. Chacun des pixels reçoit indépendamment des réflexions des impulsions de lumière modulées. Également les informations de temps de vol et les informations de distance sont traitées individuellement pour chaque pixel, de sorte que les informations de distance sont fournies pour la scène entière simultanément.

La distance est mesurée pixel par pixel d'une manière indirecte en mesurant le retard de temps ou la différence de phase entre un signal optique modulé envoyé et reçu. De manière classique, la modulation peut être une modulation pulsée, une modulation sinusoïdale, une modulation par séquences pseudo-aléatoires, etc. La différence de phase du signal de modulation envoyé et reçu offre alors une mesure pour le retard de temps.

Pour fournir un appareil de prise de vues à TOF qui peut fournir des informations de distance avec une précision élevée, des impulsions définies de façon nette sont utilisées, lesquelles ont de préférence un temps limité de montée et de descente. En raison de cette exigence, le contenu spectral du

signal de modulation électronique utilisé pour moduler la sortie de lumière de sources de lumière électroniques contient beaucoup d'harmoniques avec une énergie significative, comme le montre l'exemple de spectre de la figure 1.

Également, la fréquence de modulation est habituellement bien définie étant donné que la transformation d'une mesure de phase en une mesure de distance exige une connaissance précise de la fréquence de modulation. En raison de cela, les pics dans le spectre ont tendance à être étroits mais hauts.

Des problèmes peuvent surgir, étant donné que des appareils de prise de vues à TOF doivent coexister avec d'autres dispositifs électroniques. Beaucoup d'énergie dans les harmoniques peut empêcher la conformité électromagnétique du dispositif. Normalement, un tel dispositif doit se conformer à des normes différentes. Des normes appropriées pour la conformité électromagnétique (EMC) sont disponibles selon les standards FCC (États-Unis), EC (Europe) ou CCC (Chine). En conséquence, l'utilisation d'appareils de prise de vues à TOF peut être limitée et/ou la précision d'appareils de prise de vues à TOF peut être limitée indirectement par l'exigence de satisfaire à des exigences EMC. Des fréquences de modulation classiques sont entre 10 MHz et 100 MHz, produisant des harmoniques liées.

La réduction de la quantité d'EMI émise à partir d'un dispositif électronique est un des problèmes les plus durs à résoudre dans la recherche de coûts de production inférieurs. La production d'un dispositif conforme peut être tout à fait coûteuse si les étapes nécessaires ne sont pas prises au temps de la conception. Il est possible que 40 à 50 % du coût de développement d'un nouveau produit puissent être dépensés dans la recherche d'un produit conforme approprié pour une production économique.

Un oscillateur d'horloge produit un signal en onde carrée de fréquence fixe utilisé pour minuter des systèmes numériques à haute vitesse. La fréquence de cette horloge est supposée être fixe et prendre l'inverse de la fréquence donne la période de l'horloge. La période de l'horloge est le temps à partir d'un point sur le flanc avant jusqu'au même point exact sur le flanc

avant de l'horloge immédiatement suivant. Une horloge idéale n'aurait aucune instabilité mesurable et la période de chaque cycle d'horloge serait toujours exactement la même. Un oscillateur d'horloge à faible EMI ou une Horloge à Spectre Étalé est un type spécial d'horloge numérique qui donne une plus faible EMI en comparaison à des sorties de générateur d'horloge classiques. La fréquence de base est modulée et l'énergie est étalée sur un spectre plus large de fréquences, réduisant de ce fait l'énergie maximale contenue à n'importe quelle fréquence. Les pics des fréquences fondamentales et harmoniques sont inférieurs en intensité relative. La quantité totale d'énergie qui était à l'origine dans les harmoniques du signal d'horloge de fréquence de base ne disparaît pas simplement, mais est plutôt répartie sur une bande plus large de fréquences. En faisant varier la fréquence d'une horloge, la période d'une telle horloge est également changée ce qui est la même chose que d'apporter une instabilité. Ainsi une l'instabilité de cycle à cycle est ajoutée à une telle horloge. Une instabilité va réduire la précision de dispositifs de télémétrie à temps de vol dans la détermination de la distance.

RÉSUMÉ DE L'INVENTION

Par conséquent, un objectif de la présente invention est de proposer un procédé alternatif pour fournir des informations de distance d'une scène avec un dispositif de télémétrie tel qu'un capteur à temps de vol ou un appareil de prise de vues à temps de vol, aussi bien qu'un dispositif de télémétrie alternatif tel qu'un capteur à temps de vol ou un appareil de prise de vues à temps de vol adapté pour fournir des informations de distance d'une scène selon le procédé précédent.

Cet objectif est atteint par les revendications indépendantes. Des modes de réalisation avantageux sont détaillés dans les revendications dépendantes. Un avantage de modes de réalisation d'un procédé et d'un dispositif de télémétrie tel qu'un capteur à temps de vol ou un appareil de prise de vues à temps de vol est que les informations de distance sont obtenues avec une précision élevée tout en réduisant l'EMI. Donc un avantage de modes de réalisation d'un procédé et d'un dispositif de télémétrie tel qu'un capteur à

temps de vol ou un appareil de prise de vues à temps de vol selon la présente invention est cette conformité avec des standards EMC tout en conservant une précision élevée.

En conséquence, l'objectif précédent est atteint par un procédé pour fournir des informations de distance d'une scène avec un dispositif de télémétrie tel qu'un capteur à temps de vol ou un appareil de prise de vues à temps de vol, comprenant les étapes d'émission d'un signal de lumière périodique tel qu'un train d'impulsions de lumière vers la scène, de réception de réflexions du signal de lumière périodique en provenance de la scène, d'évaluation d'informations de temps de vol pour les réflexions reçues du signal de lumière périodique, et d'obtention d'informations de distance à partir des informations de temps de vol pour les réflexions reçues, de sorte que le signal de lumière périodique est émis selon un signal de modulation à une fréquence de base de sorte qu'une perturbation est appliquée à une fréquence de base du signal de modulation en tant que modulation de fréquence. Ce signal de modulation à fréquence perturbée est alors utilisé pour produire le signal de lumière périodique et est également utilisé en tant que signal de référence par le détecteur recevant la lumière réfléchie pour déterminer les informations de temps de vol. Cela peut être fait sur une base de pixel par pixel. À partir de ces informations de distance aussi bien qu'une image de la scène, une image 3D peut être produite.

En conséquence, dans un aspect de la présente invention, on propose un procédé pour fournir des informations de distance d'une scène comprenant les étapes de :

émission d'un signal de lumière périodique vers la scène selon un minutage d'horloge qui a une fréquence de base étalée par une perturbation périodique avec une fréquence et une période de perturbation,

réception de réflexions du signal de lumière périodique en provenance de la scène,

évaluation d'informations de temps de vol pour les réflexions reçues du signal de lumière périodique sur un ensemble d'une pluralité de durées de mesure selon le minutage d'horloge qui est étalé par une perturbation périodique en tant

que signal de référence, et

obtention d'informations de distance à partir des informations de temps de vol pour les réflexions reçues, dans lesquelles chaque durée de mesure de l'ensemble est un entier ou une moitié d'entier multiple de la période de perturbation et sur l'ensemble de durées de mesure la fréquence de base moyenne est maintenue constante.

Le signal de lumière périodique peut être des impulsions, comme des impulsions en onde carrée, mais également d'autres formes d'onde comme des signaux sinusoïdaux.

L'objectif est également atteint par un dispositif de télémétrie tel qu'un capteur à temps de vol ou un appareil de prise de vues à temps de vol pour fournir des informations de distance à partir d'une scène, de sorte que l'appareil de prise de vues à temps de vol effectue le procédé précédent.

En conséquence, dans un autre aspect de la présente invention, on fourni un capteur à temps de vol pour utilisation avec une source de lumière pour émettre un signal de lumière périodique vers une scène, le capteur servant à fournir des informations de distance à partir de la scène, le capteur comprenant :

une unité de modulation pour fournir un signal de modulation à la source de lumière en se basant sur un minutage d'horloge avec une fréquence de base étalée par une perturbation périodique ayant une fréquence et une période de perturbation,

un groupe de réception avec une unité formant récepteur, une unité d'évaluation et une unité de traitement, le groupe de réception étant relié à l'unité de modulation pour recevoir le signal de modulation,

l'unité d'évaluation étant conçue pour évaluer des informations de temps de vol à partir de réflexions reçues provenant de la scène sur un ensemble d'une pluralité de durées de mesure selon le minutage d'horloge qui est étalé par la perturbation périodique en tant que signal de référence,

l'unité de calcul étant conçue pour obtenir des informations de distance à partir des informations de temps de vol fournies par l'unité d'évaluation dans lesquelles chaque durée de mesure de l'ensemble est un entier ou une moitié d'entier multiple de

la période de perturbation et sur l'ensemble de durées de mesure la fréquence de base moyenne est maintenue constante.

Le signal de modulation peut être des impulsions, comme des impulsions en onde carrée, mais également d'autres formes d'onde comme des signaux sinusoïdaux.

La présente invention propose également un module de synchronisation pour un capteur à temps de vol pour utilisation avec une source de lumière pour émettre un signal de lumière périodique vers une scène, le capteur servant à fournir des informations de distance en provenance d'une scène, le module de synchronisation comprenant :

une unité de modulation (3) pour fournir un signal de modulation pour la source de lumière en se basant sur un minutage d'horloge avec une fréquence de base étalée par une perturbation périodique avec une fréquence et une période de perturbation,

la modulation étant adaptée pour fournir le signal de modulation sur un ensemble d'une pluralité de durées de mesure selon le minutage d'horloge qui est étalé par la perturbation périodique,

dans lequel chaque durée de mesure de l'ensemble est un entier ou une moitié d'entier multiple de la période de perturbation et sur l'ensemble de durées de mesure la fréquence de base moyenne est maintenue constante.

Le signal de modulation appliqué aux sources de lumière peut être des impulsions, comme des impulsions en onde carrée, mais également d'autres formes d'onde comme des signaux sinusoïdaux.

Un aspect de la présente invention est d'appliquer une perturbation de fréquence périodique à la fréquence de base de la modulation de la lumière et d'évaluer les informations de temps de vol pour des réflexions en considérant cette perturbation de sorte que chaque durée de mesure d'un ensemble de durées de mesure nécessaires pour déterminer une valeur de différence de phase est un entier ou une moitié d'entier multiple de la période de perturbation. De plus, la fréquence de base moyenne est maintenue constante sur chaque durée de mesure des durées de mesure totales nécessaires pour déterminer une valeur de différence de phase malgré la perturbation. La

perturbation périodique exclut des perturbations aléatoires de fréquence qui n'auraient pas le même contenu spectral même si elles fournissaient la même fréquence moyenne. La perturbation peut être une variation d'oscillation continue de la fréquence de base ou une séquence de fréquences différentes centrées autour de la fréquence de base.

Malgré la perturbation de la fréquence de base du signal de lumière périodique introduisant une certaine instabilité effective, l'évaluation des informations de temps de vol pour des réflexions peut être effectuée avec une précision élevée. Des objets, qui sont présents dans la scène, peuvent être détectés de manière fiable et des informations de distance appropriées peuvent être fournies pour ces objets. La perturbation de fréquence appliquée améliore la conformité électromagnétique du dispositif de télémétrie tel qu'un capteur à TOF ou un appareil de prise de vues à TOF. Elle a l'effet que certains pics fondamentaux ou harmoniques d'énergie élevée ne sont plus situés à des fréquences définies de manière nette dans le spectre. L'énergie dans les pics est étalée sur une plus grande région spectrale, abaissant la densité d'énergie spectrale et améliorant ainsi l'EMC. Cette technique résulte non seulement en une technique « à spectre étalé » appliquée au signal de lumière périodique mais maintient également le contenu spectral constant sur l'ensemble de durées de mesure nécessaire pour déterminer une valeur de différence de phase. Des horloges à spectre étalé, avec des perturbations de minutage d'horloge périodiques, sont aisément disponibles mais celles-ci introduisent une certaine instabilité. Elles peuvent être incorporées dans des capteurs à TOF ou des appareils de prise de vues à TOF avec les nouvelles modifications de modes de réalisation de la présente invention.

Les informations de temps de vol des réflexions reçues sont déterminées en mesurant le retard de temps ou le changement de phase entre le signal de lumière périodique reçu et le signal de référence, les deux ayant subi la même perturbation. En raison de ce principe de mesure avec détection synchrone, la perturbation n'affecte pas potentiellement la mesure de temps de vol. Les réflexions reçues, qui sont corrélées ou mélangées en

raison du chevauchement des impulsions émises et reçues, peuvent être facilement évaluées à l'égard des informations de temps de vol et les informations de distance peuvent facilement être obtenues à partir de ces informations de temps de vol. Dans un mode de réalisation d'un capteur à TOF ou d'un appareil de prise de vues à TOF, de préférence une horloge à spectre étalé ou une horloge de système unique en même temps qu'une horloge de perturbation unique sont utilisées pour produire le signal de modulation pour la production du signal de lumière périodique et également dans l'évaluation des informations de temps de vol. La perturbation est un signal périodique, par exemple, c'est un signal avec une basse fréquence en comparaison à la fréquence de base de la modulation.

Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, l'application de la perturbation à la fréquence de base de la modulation comprend la modification de la fréquence de base de la modulation dans un intervalle de +/- 5 % de la fréquence de base de la modulation, de préférence dans un intervalle de +/- 1,5 % de la fréquence de base de la modulation, même plus de préférence dans un intervalle de +/- 0,1 % de la fréquence de base de la modulation. La taille de l'intervalle influence la vigueur avec laquelle l'énergie dans les harmoniques est étalée dans le spectre et influence en conséquence la densité d'énergie des pointes dans le spectre de fréquence. Plus l'intervalle est grand, plus la densité d'énergie des harmoniques est basse. Cela aboutit au capteur à TOF ou à l'appareil de prise de vues à TOF qui est susceptible d'être plus facilement conforme aux règlements EMC.

Dans un mode de réalisation préféré de la présente invention, les informations de temps de vol d'une scène sont mesurées dans une séquence d'acquisitions. La combinaison de ces différentes acquisitions permet l'enlèvement de l'influence de la lumière ambiante et l'enlèvement du pouvoir de réflexion de l'objet et d'autres sources perturbant la mesure de temps de vol. Le résultat des acquisitions est une détermination du retard de temps ou du changement de phase entre la lumière émise et reçue. Les étapes pour une telle acquisition incluent : l'émission d'un signal de lumière périodique vers la scène et la

réception des réflexions du signal de lumière périodique en provenance de la scène effectuée de manière séquentielle dans l'ordre donné au moins deux fois, et l'étape d'évaluation d'informations de temps de vol pour les réflexions reçues du signal de lumière périodique qui comprend l'intégration des réflexions reçues du signal de lumière périodique sur toutes les exécutions de l'étape de réception de réflexions du signal de lumière périodique en provenance de la scène. En intégrant les réflexions reçues sur une durée du signal de lumière périodique réfléchi, le temps de vol peut être évalué de manière plus précise. Des réflexions en provenance d'objets lointains peuvent être facilement détectées, même si la réflexion du signal de lumière périodique en provenance de l'objet a seulement une faible intensité. Donc, une scène « profonde » avec des objets éloignés aussi bien que des objets proches peut être couverte. Également, l'évaluation intégrale aboutit à une moyenne des réflexions reçues sur une durée qui évite des erreurs isolées. De préférence, l'intégration est effectuée sur les réflexions d'au moins trois exécutions des étapes d'émission du signal de lumière périodique et de réception des réflexions en provenance de la scène. Des problèmes peuvent se produire lorsque le contenu spectral du signal de lumière périodique change au cours de la période de mesure pour une détermination de distance de vol. Pour cette raison, les procédés et appareil de la présente invention sont adapté pour conserver le même contenu spectral au cours de la période de mesure complète exigée pour l'acquisition d'une détermination de distance.

Premièrement, selon un mode de réalisation préféré de la présente invention, toutes les acquisitions exigées pour une mesure de temps de vol sont obtenues en utilisant la même fréquence moyenne. La fréquence moyenne est de préférence la fréquence autour de laquelle la fréquence de base est changée en raison de la perturbation appliquée. Cela exige une perturbation d'étalement équilibrée ou centrale. La fréquence de base moyenne sensiblement identique permet un traitement précis des réflexions reçues du signal de lumière périodique émis en informations de profondeur valides.

Dans un mode de réalisation préféré de la présente

invention, chaque acquisition exigée pour une mesure de temps de vol éprouve le même signal de lumière périodique, incluant la même perturbation du signal de fréquence de base. Le résultat est le même contenu spectral pour chaque acquisition. La perturbation peut être une séquence connue et répétée de changement de la fréquence de base, et cette séquence de perturbation connue est appliquée à la fréquence de base de la même manière pour toutes les acquisitions dans la mesure de ToF. En conséquence, comme la perturbation de fréquence est périodique et que la durée de mesure est un entier ou une moitié de nombre entier de périodes de perturbation, l'émission du signal de lumière périodique est commencée toujours à la même position dans le signal de perturbation dans la période de perturbation ou avec un décalage de moitié de période. Comme une moitié de période plus un nombre entier de périodes est la même chose que le nombre entier de périodes plus une moitié d'une période, cela donne également le même contenu spectral qu'un nombre entier pur.

Il n'y a aucun besoin de synchronisation entre la période de la fréquence de base et la période de perturbation lorsque la différence de fréquence entre la base et les fréquences de perturbation est élevée comme l'erreur induite est très petite. Ainsi le même « contenu spectral » n'est pas synonyme de « contenu spectral exactement identique ». N'importe quelle différence est de préférence plus petite que le seuil de bruit du système. Par exemple, des différences de l'ordre de moins de 0,1 % ou 0,01 % peuvent être tolérées. La synchronisation entre la période de base et la période de perturbation n'est pas exclue de la présente invention quand elle est nécessaire pour une précision accrue.

De préférence, on peut utiliser un signal de perturbation continu. Selon un autre mode de réalisation de l'invention, la perturbation est une modulation discontinue appliquée à la fréquence de base du signal de lumière périodique. On exige simplement que la modulation de perturbation soit un signal répété de façon périodique et que l'on connaisse la fréquence moyenne du signal perturbé résultant. On préfère que la fréquence moyenne soit la fréquence centrale.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

Des modes de réalisation préférés de l'invention sont représentés dans les figures annexées. Ces modes de réalisation sont simplement des exemples, c'est-à-dire qu'ils ne sont pas destinés à limiter le contenu et la portée des revendications annexées.

La figure 1 représente une mesure EMC d'un appareil de prise de vues à temps de vol.

la figure 2 représente un diagramme temporel d'un signal de modulation et un signal de perturbation de fréquence inférieure selon un mode de réalisation de la présente invention,

la figure 3 représente un diagramme temporel du signal de modulation selon un mode de réalisation de la présente invention, et

la figure 4 représente un diagramme schématique d'un appareil de prise de vues à temps de vol selon un mode de réalisation de la présente invention.

la figure 5 représente un diagramme schématique d'un module de synchronisation pour un appareil de prise de vues à temps de vol selon un mode de réalisation de la présente invention.

la figure 6 représente de manière schématique une mise en œuvre d'un appareil de prise de vues à TOF selon un mode de réalisation de la présente invention.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE

On va décrire la présente invention en ce qui concerne des modes de réalisation particuliers et en se référant à certains dessins mais l'invention n'est pas limitée à cela mais seulement par les revendications. Les dessins décrits sont seulement schématiques et non limitatifs. Dans les dessins, la taille de certains des éléments peut être exagérée et pas tracée à l'échelle dans un but représentatif. Quand un article défini ou indéfini est utilisé en se référant à un nom singulier par exemple « un » ou « une », « le », cela inclut un pluriel de ce nom à moins que quelque chose d'autre ne soit exposé de manière spécifique. Dans les différentes figures, les mêmes signes de référence se réfèrent aux mêmes éléments ou à des éléments analogues. Les représentations dans les figures sont schématiques.

Le terme « comprenant », utilisé dans les revendications, ne devrait pas être interprété comme étant limité aux moyens listés après cela ; il n'exclut pas d'autres éléments ou étapes. Ainsi, la portée de l'expression « un dispositif comprenant des moyens A et B » ne devrait pas être limitée à des dispositifs consistant seulement en composants A et B. Cela signifie qu'en ce qui concerne la présente invention, les seuls composants appropriés du dispositif sont A et B.

En outre, les termes premier, deuxième, troisième et ainsi de suite dans la description et dans les revendications, sont utilisés pour faire la distinction entre des éléments similaires et pas nécessairement pour décrire un ordre séquentiel ou chronologique. On comprendra que les termes ainsi utilisés soient interchangeables dans des circonstances appropriées et que les modes de réalisation de l'invention décrits dans ce document soient susceptibles d'une mise en œuvre dans d'autres séquences que celles décrites ou représentées dans ce document.

De plus, les termes dessus, dessous, sur, sous et ainsi de suite dans la description et dans les revendications sont utilisés dans un but descriptif et pas nécessairement pour décrire des positions relatives. On comprendra que les termes ainsi utilisés soient interchangeables dans des circonstances appropriées et que les modes de réalisation de l'invention décrits dans ce document soient susceptibles d'une mise en œuvre dans d'autres orientations que celles décrites ou représentées dans ce document.

On va décrire la présente invention en se référant à un appareil de prise de vues à TOF mais la présente invention inclut également la présence de n'importe quelle sorte de dispositif de télémétrie travaillant sur le principe du Temps de Vol, un capteur à TOF, par exemple avec seulement un pixel, etc. En outre, l'appareil de prise de vues à TOF ou le capteur à TOF ne sont pas nécessairement livrés avec une source de lumière d'un seul tenant. La source de lumière et son alimentation en énergie et ses circuits de pilotage peuvent être fournis séparément et l'appareil de prise de vues ou le capteur doivent seulement comprendre des circuits pour fournir des signaux pour moduler la source de lumière.

On va décrire un mode de réalisation de la présente invention en se référant à la figure 5 qui est un schéma fonctionnel de principe d'un module de minutage 20 qui peut être utilisé avec un appareil de prise de vues à TOF. Ce mode de réalisation a une horloge de système propre 22, fonctionnant, par exemple, à 80 MHz, par exemple dans la plage de 10 à 320 MHz et sera appelée « l'horloge propre ». Le signal d'horloge de l'horloge propre 22 est envoyé à un bloc à Spectre Étalé 24, qui étend le spectre de ce signal d'horloge en utilisant une fonction d'étalement périodique, appelée le « signal de modulation de fréquence de perturbation ». De manière facultative, d'autres composants peuvent être placés entre l'horloge propre 22 et le bloc à spectre étalé 24, comme des filtres, des dispositifs de mise en forme d'onde, des convertisseurs de fréquence, des boucles à phase asservie, etc. La sortie de ce bloc à Spectre Étalé est appelée le « signal d'horloge étalé ». De manière facultative, d'autres composants peuvent être placés après le bloc à spectre étalé, comme des filtres et des dispositifs de mise en forme d'onde, par exemple pour produire un signal de modulation avec une forme d'onde souhaitée comme une sinusoïde.

La fréquence de perturbation est dans les +/- 5 % de la fréquence de base de la modulation, de préférence dans un intervalle de +/- 5 ou +/- 1,5 % de la fréquence de base de la modulation, ou dans un intervalle de +/- 0,1 % de la fréquence de base de la modulation. La perturbation périodique peut avoir une forme d'onde sinusoïdale ou triangulaire ou une forme de dent de scie par exemple.

Le module de synchronisation 20 peut être conçu pour fournir une modulation discontinue aux sources de lumière.

Le signal d'horloge étalé est utilisé par le bloc de production de signal de mélange et d'éclairage 26, qui produit les signaux de pilotage de source de lumière TOF exigés, de manière classique à peut-être des fréquences inférieures de 2 ou 4 fois. Ces signaux TOF incluent le signal utilisé pour moduler la source de lumière, appelé le « signal de modulation de lumière », aussi bien que les signaux de mélange exigés par le capteur afin d'être susceptibles de démoduler la lumière

entrante réfléchie par la scène. Ainsi les mêmes signaux de synchronisation TOF sont envoyés à la fois à une unité d'éclairage comprenant des sources de lumière aussi bien qu'au détecteur utilisé pour détecter la lumière réfléchie reçue. De manière facultative, d'autres composants peuvent être placés après le bloc de production de Mélange de signal et d'éclairage 26, comme des filtres et des dispositifs de mise en forme d'onde, par exemple pour produire un signal de modulation avec une forme d'onde souhaitée comme une sinusoïde.

Afin que le principe de Temps de Vol reste valide, ces signaux TOF peuvent être modulés en fréquence, mais on doit connaître leur fréquence moyenne. En outre, parce que chaque mesure de distance TOF simple est composée de multiples intégrations obtenues à partir de périodes d'acquisition multiples, cette fréquence moyenne doit être la même pendant ces intégrations multiples. Cela devient une exigence importante dans le cas où les intégrations multiples sont prises de manière consécutive dans le temps. Dans un tel cas, si la fréquence moyenne n'est pas conservée identique pendant les mesures multiples, la distance calculée résultante va être fausse ou le calcul pour celle-ci sera rendu très difficile ou imprécis.

Un bloc de minutage 28 est responsable de s'assurer que la fréquence moyenne reste la même pendant les intégrations multiples. Dans un aspect de la présente invention, cela est obtenu en s'assurant que le temps d'intégration est exactement un nombre entier de périodes du signal de modulation de fréquence de perturbation. Dans le cas où le signal de modulation de fréquence de perturbation est un signal symétrique (comme une onde sinusoïdale ou triangulaire), le temps d'intégration peut également être pris comme un entier multiple d'une moitié du temps de période du signal de modulation de fréquence de perturbation. Le bloc de minutage 28 reçoit de préférence le signal d'horloge propre en provenance de l'horloge de système 22 qui est utilisé par le bloc de minutage 28 pour déterminer que chaque temps d'intégration est le même nombre d'impulsions appliquées aux sources de lumière et donc que la fréquence moyenne est constante.

En outre le signal périodique appliqué aux sources de

lumière pris sur un temps d'intégration ou une durée de mesure d'un ensemble de temps d'intégration ou de durées de mesure a le même contenu spectral que le signal périodique pris sur n'importe quelle autre durée de mesure de l'ensemble.

En outre, une lumière d'arrière-plan présente dans la scène (par exemple, la lumière du soleil, une lumière ambiante) peut réduire ou détruire la validité de la mesure de profondeur obtenue, donc un soin spécial est de préférence pris en ce que la même quantité exacte de lumière d'arrière-plan est reçue par le capteur pendant chacune des intégrations consécutives. Par conséquent, les signaux TOF utilisés pendant les intégrations consécutives doivent avoir le même contenu spectral, et ils doivent de préférence être alignés sur la lumière d'arrière-plan.

Les deux conditions peuvent être remplies par le bloc de minutage 28, qui utilise le signal d'horloge propre pour s'assurer que la fréquence moyenne pendant chaque phase d'intégration reste la même et pour s'assurer que les phases d'intégration sont parfaitement alignées sur la lumière ambiante. Par exemple, on utilise de manière classique des fréquences secteur de 50 Hz ou 60 Hz, de sorte qu'une lumière d'arrière-plan provenant de lampes aura des composantes de fréquence se rapportant à ces deux fréquences courantes. Un éclairage d'arrière-plan de 50 Hz a un paramétrage de synchronisation optimale différent en comparaison à un éclairage d'arrière-plan de 60 Hz.

L'application d'un Spectre Étalé a un impact positif sur la performance EMI du système global, tandis qu'elle a un petit impact négatif sur la performance de bruit de système (instabilité). De manière avantageuse, l'architecture précédemment décrite peut être étendue si le bloc de mélange 26 est adapté pour permettre une augmentation ou une diminution dynamique de la fréquence de perturbation, augmentant ou diminuant efficacement l'impact du Spectre Étalé. Une telle particularité est utile pour l'étalonnage en usine ou sur site. Tel qu'utilisé dans des modes de réalisation de la présente invention, l'impact de Spectre Étalé est minimal tout en s'exécutant toujours dans les limites d'EMI.

Selon un mode de réalisation supplémentaire, la modulation de perturbation peut être fixée selon la puissance fournie aux sources de lumière. Dans un mode de faible puissance, qui provoque moins de rayonnement EM, le bloc de mélange 28 peut utiliser un algorithme de modulation de fréquence inférieure pour fournir un compromis optimal pour ce mode.

En se référant maintenant à la figure 4, on peut voir un appareil de prise de vues à temps de vol 1, également mentionné en tant qu'appareil de prise de vues à TOF 1, selon un mode de réalisation de la présente invention. L'appareil de prise de vues à temps de vol 1 comprend une unité d'éclairage avec au moins une source de lumière 2, qui est dans ce mode de réalisation de l'invention une LED, pour émettre vers une scène un signal de lumière de signal périodique comme des impulsions de lumière modulée ayant une longueur d'onde et une fréquence en fonction de caractéristiques des sources de lumière. D'autres sources de lumière peuvent être utilisées comme des OLED, des diodes laser, des lasers etc.

La source de lumière 2 est reliée à une unité de modulation 3, qui fournit un signal de modulation perturbé à la source de lumière pour la modulation de cette dernière. On peut fournir l'unité de modulation 3 en tant que réalisation sur puce pour parvenir à une commande fiable du signal de modulation perturbé.

L'appareil de prise de vues à temps de vol comprend en outre une horloge de modulation ou « horloge propre » 4 et une horloge de perturbation 5, les deux étant reliées à l'unité de modulation 3. L'horloge de modulation 4 fournit un signal d'horloge, comme on peut le voir dans l'échelle temporelle supérieure de la figure 2, en tant que fréquence de base pour la modulation de fréquence vers l'unité de modulation 3, et l'horloge de perturbation 5 fournit un signal d'horloge supplémentaire en tant que signal de perturbation à l'unité de modulation 3. L'horloge de perturbation 5 fournit le signal de perturbation avec une fréquence de perturbation, qui est inférieure à la fréquence de base pour la modulation de fréquence.

D'autres composants peuvent être placés entre les horloges 4, 5 et l'unité de modulation 3, comme des filtres, des

dispositifs de mise en forme d'onde, des convertisseurs de fréquence, des boucles à phase asservie, etc. D'autres composants peuvent être placés après l'unité de modulation 3, comme des filtres, ou des dispositifs de mise en forme d'onde pour produire un signal périodique comme une onde carrée ou sinusoïdale.

La perturbation appliquée à la fréquence de base de la modulation dans l'unité de modulation 3 modifie la fréquence de base de la modulation dans un intervalle de +/-5 % de la fréquence de base de la modulation, de préférence dans un intervalle de +/- 1,5 % de la fréquence de base de la modulation, même plus de préférence dans un intervalle de +/- 0,1 % de la fréquence de base de la modulation. Comme on peut le voir à la figure 2, aux points dans le temps marqués t_1, t_2, t_3 et t_4, la perturbation change respectivement par rapport à sa phase de 0° à 90°, 180° et 270°.

Dans cet exemple de mode de réalisation de l'invention, la source de lumière 2, l'unité de modulation 3, l'horloge de modulation 4 et l'horloge de perturbation 5 sont des composants individuels de l'appareil de prise de vues à temps de vol 1, mais ils peuvent également être fournis dans des modes de réalisation modifiés en groupes fonctionnels comprenant au moins deux des composants précédemment mentionnés.

L'appareil de prise de vues à temps de vol 1 comprend en outre un groupe de réception 6 avec une unité formant récepteur 7, une unité d'évaluation 8 et une unité de traitement 9. Le groupe de réception 6 est de manière facultative relié à l'horloge de perturbation 5 pour recevoir le signal de perturbation. Le groupe de réception 6 est également relié à la sortie de l'unité de modulation 3 en tant que signal de référence. Bien que dans cet exemple de mode de réalisation de l'invention, l'unité formant récepteur 7, l'unité d'évaluation 8 et l'unité de traitement 9 soient fournis ensemble pour former le groupe de réception 6, dans des modes de réalisation modifiés de l'invention, ils peuvent être fournis en tant qu'unités fonctionnelles individuelles de groupes fonctionnels plus petits.

L'unité formant récepteur 7 peut comprendre plusieurs

emplacements de réception de lumière, qui ne sont pas explicitement représentés dans le diagramme de la figure 4 et qui sont également mentionnés en tant que pixels. L'appareil de prise de vues à TOF 1 comprend en outre un système optique, qui n'est pas représenté à la figure 4. Au moyen du système optique, le signal de lumière périodique émis en provenance de la source de lumière 2 est dirigé vers la scène et des réflexions d'objets de la scène sont dirigées vers les différents pixels de l'unité formant récepteur 7. Donc, des pixels différents peuvent recevoir des réflexions provenant d'objets différents indépendamment et au même moment.

L'unité d'évaluation 8 évalue le temps de vol des réflexions reçues individuellement pour chaque pixel de l'unité formant récepteur 7 en considérant la sortie de l'unité de modulation et/ou du signal de perturbation fourni en provenance de l'horloge de perturbation 5.

L'unité de calcul 9 obtient des informations de distance à partir des informations de temps de vol fournies par l'unité d'évaluation 8 pour chaque pixel ou groupe de pixels et fournit ces informations par l'intermédiaire d'une interface, qui n'est pas représentée à la figure 4, à un utilisateur ou à un dispositif de traitement supplémentaire.

Maintenant, le processus pour fournir des informations de distance de la scène est décrit de façon détaillée.

Le procédé commence par l'émission d'un signal de lumière périodique comme des impulsions de lumière modulées à partir de la source de lumière 2 vers la scène. Le signal de lumière périodique tel que des impulsions de lumière modulée est produit en utilisant le signal de modulation fourni par l'unité de modulation 3. La figure 3 représente de manière schématique des exemples d'un signal de fréquence de l'horloge de perturbation 5 (graphique supérieur) et le signal de modulation depuis l'unité de modulation 3 vers la source de lumière 2 (graphique inférieur). La partie supérieure du schéma de la figure 3 indique le changement de la fréquence du signal de lumière périodique du signal de modulation en provenance de l'unité de modulation 3 au cours du temps selon la perturbation appliquée. Comme on peut le voir dans la partie inférieure du diagramme de

la figure 3, les impulsions du signal de modulation sont fournies à la source de lumière 2 (pour former le signal de lumière périodique) avec une fréquence variable et une longueur en conséquence.

Ensuite, des réflexions du signal de lumière périodique par exemple les impulsions de lumière sont reçues en provenance de la scène par l'unité formant récepteur 7 par l'intermédiaire du système optique. Les réflexions sont produites par les objets présents dans la scène.

Les étapes d'émission du signal de lumière périodique comme des impulsions de lumière modulée et de réception des réflexions en provenance de la scène sont répétées, et les réflexions reçues sont intégrées par l'unité d'évaluation 8. Comme on l'indique dans la partie inférieure du schéma de la figure 2, la réception de réflexions provenant des impulsions de lumière modulée est commencée aux points dans le temps désignés par t_1, t_2, t_3 et t_4. Comme on peut le voir à la figure 2, la réception des réflexions du signal de lumière périodique, par exemple des impulsions de lumière modulée, est, dans cet exemple, toujours commencée à un pic du signal de modulation de fréquence de perturbation, et par conséquent à la même position du signal de modulation de fréquence de perturbation. La réception est effectuée dans ce mode de réalisation de la présente invention pour un temps de mesure sur un nombre entier tel que six périodes pleines du signal de modulation de perturbation et la première de celle-ci est marquée en tant que « mesure ». En conséquence, l'étape de réception de réflexions du signal de lumière périodique, par exemple des impulsions de lumière modulée en provenance de la scène est recouverte pour chaque exécution sur le même nombre de périodes pleines de perturbation et, comme on peut le voir à la figure 2, une longueur de la période de perturbation est plus courte que le temps de mesure de chaque réception de l'impulsion de lumière. En outre, cette opération stipule que dans toutes les exécutions d'émission d'un signal de lumière périodique telles que des impulsions de lumière modulée vers la scène, la fréquence moyenne du signal de modulation fourni à la source de lumière 2 est sensiblement identique.

Dans cet exemple de mode de réalisation de la présente invention, quatre intervalles d'intégration marqués en tant que « mesure » sont évalués de manière séquentielle. Dans des variantes de modes de réalisation, les réflexions reçues peuvent être intégrées au même moment dans l'unité formant récepteur 7.

L'unité d'évaluation 8 évalue des informations de temps de vol pour les réflexions reçues du signal de lumière périodique comme les impulsions de lumière modulée pour tous les pixels en considération de la perturbation appliquée à la fréquence de base du signal de lumière périodique, et fournit les informations de temps de vol à l'unité de calcul 9. L'unité de calcul 9 obtient des informations de distance pour tous les pixels ou groupes de pixels à partir des informations de temps de vol fournies et fournit ces informations en tant qu'informations de distance de la scène pour un traitement ultérieur. Les informations de distance de la scène sont par conséquent fournies en tant que moyenne sur les quatre intervalles d'intégration. Un temps, marqué comme « lecture » est utilisé par le groupe de réception 6 pour traiter les réflexions reçues.

Un spectre résultant d'une mesure EMC pour l'appareil de prise de vues à temps de vol 1 selon ce mode de réalisation de l'invention a des énergies maximales fournies de manière plus uniforme sur au moins une partie de la plage de fréquences.

La figure 6 représente un autre mode de réalisation d'un appareil de prise de vues à TOF ou un système de télémétrie selon la présente invention. Le système de télémétrie comprend une source de lumière 49 pour émettre une lumière périodique 51 sur une scène 55, de préférence concentrée sur une zone d'intérêt, où la lumière est réfléchie. Le système de télémétrie comprend en outre au moins un pixel 31 pour recevoir une lumière réfléchie. Afin que la source de lumière 49 émette une lumière modulée, on prévoit un générateur de signal 43. Le générateur de signal 43 produit un premier signal d'horloge perturbé à spectre étalé ou un signal de modulation sur le nœud 48 qui oscille de préférence de manière permanente à une fréquence moyenne prédéterminée, par exemple à environ 10 MHz. Ce générateur de signal 43 produit également des deuxième à cinquième signaux

d'horloge perturbés à spectre étalé similaires (par exemple, obtenus à partir d'un unique générateur d'horloge à spectre étalé 43) qui sont respectivement délivrés sur des nœuds 44, 45, 46, 47, ayant une relation de phase de 0°, 180°, 90° et 270° avec le premier signal d'horloge sur le nœud 48 en ce qui concerne la période de perturbation. L'homme de l'art peut également considérer l'utilisation d'une autre ou de plusieurs phases d'horloge dans le schéma d'opération, plus de phases d'horloge conduisant à une meilleure précision de mesure en échange d'un temps de mesure plus long. La fréquence de perturbation est dans un intervalle de +/- 5 % de la fréquence de base, de préférence dans un intervalle de +/- 5 % ou de +/- 1,5 % de la fréquence de base, ou dans un intervalle de +/- 0,1 % de la fréquence de base de la modulation. La perturbation périodique peut avoir une forme d'onde sinusoïdale ou triangulaire, par exemple.

Le générateur de signal 43 peut également produire un signal de commande 41 qui détermine pour un moyen de modification de signal de modulation de changer le signal de modulation, par exemple un signal de commande 41 qui détermine pour un sélecteur 58 de sélectionner entre les deuxième à cinquième signaux d'horloge perturbés à spectre étalé, c'est-à-dire entre les différentes phases du signal d'horloge. Le sélecteur 58 commute de manière séquentielle entre ces quatre phases reliant le nœud d'entrée 42 d'un mélangeur 29 d'un détecteur et d'un étage mélangeur 200 avec les deuxième à cinquième signaux d'horloge sur des nœuds 44, 45, 46 et 47 de manière séquentielle. À chacune de ces positions, le sélecteur 58 peut rester connecté pendant une période de relaxation par exemple d'environ 1 ms.

Un signal de commande supplémentaire peut être produit pour déterminer la position dans la séquence d'impulsion où le début et la fin de mesures se produisent. Comme variante, le système s'assure que pour chaque temps d'intégration, le même nombre exact de périodes du signal de perturbation est utilisé. Des mesures peuvent être commencées au même moment (phase) du signal de perturbation, comme le contenu spectral n'est pas affecté tant que la mesure s'effectue sur un nombre entier de moitiés de périodes.

Un tampon 50 pilote la source de lumière 49 qui émet sa lumière 51 sur la scène 55, de préférence concentrée sur la zone d'intérêt. Une partie de cette lumière va être réfléchie, produisant ainsi une lumière réfléchie 52. Cette lumière réfléchie 52 arrive alors sur un système de concentration optique tel qu'une lentille 56, par l'intermédiaire de laquelle elle est reflétée ou concentrée sur un pixel intérieur 31 d'un projetée 28, où la fraction incidente est appelée la lumière modulée réfléchie (ML) 27.

Une lumière indirecte 53 et une lumière directe 54, les deux étant originaires de sources de lumière secondaires 30 non destinées à la mesure de TOF, seront également présentes dans la scène, frapperont le système de concentration optique 56 et seront ainsi concentrées sur le détecteur 28. La partie de cette lumière entrant dans le détecteur 28 sera appelée lumière d'arrière-plan (BL) 26. Des sources de lumière 30 produisant une BL incluent des lampes à incandescence, des lampes TL, la lumière du soleil, la lumière du jour, ou n'importe quelle autre lumière qui est présente sur la scène et qui n'émane pas de la source de lumière 49 pour la mesure de TOF. Un but de la présente invention est d'obtenir des mesures de TOF valides même en présence du signal provenant de BL 26.

ML 27 et BL 26 frappent le photodétecteur 28 et produisent respectivement un courant ML et un courant BL, qui sont des réponses de courant induit par effet photoélectrique aux BL 26 et ML 27 incidentes. Le détecteur 28 sort ces courants vers un moyen de mélange suivant, par exemple un mélangeur 29, pour mélanger les réponses de courant aux BL 26 et ML 27 incidentes avec le signal d'horloge déphasé sur le nœud d'entrée 42. Comme on l'a déjà précédemment exposé, cette BL 26 peut induire un courant BL plus élevé que le courant ML, allant jusqu'à 6 ordres de grandeur, induit par la ML 27 reçue pour des mesures de TOF.

Le détecteur 28 et le mélangeur 29, formant un étage détecteur et mélangeur 200, peuvent aussi être mis en œuvre en tant que dispositif unique, par exemple comme on le décrit dans EP 1 513 202 A1, où les charges produites par effet photoélectrique sont mélangées produisant le courant produit du mélange immédiatement.

L'étage détecteur et mélangeur 200 va produire les produits de mélange des réponses de courant aux BL 26 et ML 27 incidentes avec des signaux d'horloge déphasés, et ces signaux sont intégrés sur le nœud 38 au moyen d'un intégrateur, par exemple mis en œuvre avec un condensateur 25, qui est de préférence conservé petit, par exemple la capacité parasite des transistors environnants. Pendant l'intégration, une remise automatique à l'état initial du signal de sortie de mélangeur sur le nœud d'intégrateur 38 est effectuée.

Cela peut par exemple être mis en œuvre par un comparateur 33 déclenchant un commutateur de remise à l'état initial, par exemple un transistor de remise à l'état initial 32, de sorte que le signal de sortie de mélangeur sur le nœud 38 est automatiquement remis à l'état initial chaque fois qu'il atteint une valeur de référence Vref, évitant ainsi la saturation.

Dans des variantes de modes de réalisation, non représentées dans les dessins, la remise automatique à l'état initial du signal de sortie de mélangeur sur le nœud d'intégrateur 38 peut être mise en œuvre de plusieurs autres façons. L'une d'entre elles déclenche une pompe de charge, au lieu du commutateur de remise à l'état initial 32, pour ajouter une quantité fixée de charges au condensateur 25 donnant une meilleure performance au bruit aux dépens d'un peu plus de complexité.

Les produits de mélange formant le signal de sortie de mélangeur sont disponibles dans une forme séquentielle synchronisée avec le moyen de modification de signal de modulation, dans l'exemple représenté le sélecteur 58, au niveau du nœud d'intégrateur 38. Un circuit de pilotage de sortie 24, par exemple un tampon, fournit un gain de tension de sensiblement un et une amplification de courant de façon à fournir un signal de sortie plus fort au niveau du nœud de sortie 23.

Diverses modifications sont incluses dans les limites de l'invention comme l'application d'une modulation de perturbation discontinue aux impulsions de lumière. En outre, le système peut être adapté pour augmenter ou diminuer de façon dynamique la fréquence de perturbation. En outre, quand la puissance des impulsions de lumière est inférieure, la fréquence de

perturbation peut être réduite.

Traduction des dessins

Page	ligne	remplace	par	
Fig 1		1	Fréquence	
Fig 2		2	Moyenne	
		3	Mesure	
		4	Lecture	
Fig 3		5	Amplitude	
		6	Période T	
Fig 4				
Fig 5		7	Fréquence	
		8	Temps	
		22	Horloge système	
		24	Spectre Étalé	
		26	Production de signal de mélange & signal d'éclairage	
		28	Minutage	

REVENDICATIONS

1. Procédé pour fournir des informations de distance d'une scène avec un capteur ou un appareil de prise de vues (1) à temps de vol, comprenant les étapes de

émission d'un signal de lumière périodique vers la scène selon un signal de modulation basé sur un minutage d'horloge qui a une fréquence de base étalée par une perturbation périodique avec une fréquence et une période de perturbation,

réception de réflexions du signal de lumière périodique en provenance de la scène,

évaluation d'informations de temps de vol pour les réflexions reçues du signal de lumière périodique sur un ensemble d'une pluralité de durées de mesure selon le signal de modulation, et

obtention d'informations de distance à partir des informations de temps de vol pour les réflexions reçues, dans lesquelles chaque durée de mesure de l'ensemble est un entier ou une moitié d'entier multiple de la période de perturbation et sur l'ensemble de durées de mesure, la fréquence de base moyenne est maintenue constante.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le signal de lumière périodique est un signal pulsé ou sinusoïdal.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel le signal de modulation pris sur une durée d'une mesure de l'ensemble a le même contenu spectral que le signal de modulation pris sur une quelconque autre durée de mesure de l'ensemble.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel

la fréquence de perturbation est dans un

intervalle de +/- 5 % de la fréquence de base, de préférence dans un intervalle de +/- 1,5 % de la fréquence de base, ou dans un intervalle de +/- 0,1 % de la fréquence de base du signal de modulation.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel

l'étape d'évaluation d'informations de temps de vol pour les réflexions reçues du signal de lumière périodique comprend l'intégration des réflexions reçues du signal de lumière périodique sur chacune de la pluralité de mesures de l'ensemble, et la combinaison des résultats.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la perturbation périodique a une forme d'onde sinusoïdale ou triangulaire ou en dent de scie.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel

une modulation de perturbation discontinue est appliquée.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant en outre une augmentation ou une diminution dynamique de la fréquence de perturbation.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant en outre un abaissement de la puissance du signal de lumière périodique et une réduction de la fréquence de perturbation.

10. Appareil de prise de vues à temps de vol (1) pour fournir des informations de distance en provenance d'une scène, dans lequel

l'appareil de prise de vues à temps de vol (1) effectue le procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes.

11. Capteur à temps de vol à utiliser avec une source de lumière pour émettre un signal de lumière périodique vers une scène, le capteur servant à fournir des informations de distance en provenance d'une scène, le capteur comprenant :

une unité de modulation (3) pour fournir un signal de modulation pour la source de lumière en se basant sur un minutage d'horloge avec une fréquence de base étalée par une perturbation périodique avec une fréquence de perturbation et une période,

un groupe de réception (6) avec une unité formant récepteur (7), une unité d'évaluation (8) et une unité de traitement (9), le groupe de réception (6) étant relié à l'unité de modulation pour recevoir le signal de modulation,

l'unité d'évaluation (8) étant conçue pour évaluer des informations de temps de vol en provenance de réflexions reçues de la scène sur un ensemble d'une pluralité de durées de mesure selon le minutage d'horloge qui est étalé par la perturbation périodique, l'unité de calcul (9) étant adaptée pour obtenir des informations de distance à partir des informations de temps de vol fournies par l'unité d'évaluation (8) dans laquelle chaque durée de mesure de l'ensemble est un multiple d'entier ou d'une moitié d'entier de la période de perturbation et sur l'ensemble de durées de mesure, la fréquence de base moyenne est maintenue constante.

12. Capteur à temps de vol selon la revendication 11, dans lequel le signal de modulation pris sur une durée d'une mesure de l'ensemble a le même contenu spectral que le signal de modulation pris sur une quelconque autre durée de mesure de l'ensemble.

13. Capteur à temps de vol selon la revendication 11 ou 12, dans lequel l'unité d'évaluation (8) est

adaptée pour évaluer les informations de temps de vol de réflexions reçues en provenance de la scène individuellement pour chaque pixel de l'unité formant récepteur (7).

14. Capteur à temps de vol selon la revendication 13, dans lequel l'unité de calcul (9) est adaptée pour obtenir des informations de distance individuellement pour chaque pixel de l'unité formant récepteur (7).

15. Capteur à temps de vol selon l'une quelconque des revendications 11 à 14, dans lequel

la fréquence de perturbation est dans les +/- 5 % de la fréquence de base de la modulation, de préférence dans un intervalle de +/- 1,5 % de la fréquence de base de la modulation, ou dans un intervalle de +/- 0,1 % de la fréquence de base de la modulation.

16. Capteur à temps de vol selon l'une quelconque des revendications 11 à 15, dans lequel

l'unité d'évaluation est adaptée pour intégrer les réflexions reçues du signal de lumière périodique sur chacune de la pluralité de mesures de l'ensemble et pour combiner les résultats.

17. Capteur à temps de vol selon l'une quelconque des revendications 11 à 16, dans lequel la perturbation périodique a une forme d'onde sinusoïdale ou triangulaire ou en dent de scie.

18. Capteur à temps de vol selon l'une quelconque des revendications 11 à 17, dans lequel l'unité de modulation est adaptée pour fournir une modulation de perturbation discontinue.

19. Capteur à temps de vol selon l'une quelconque des revendications 11 à 18, comprenant en outre un moyen pour augmenter ou diminuer de façon dynamique la fréquence de perturbation.

20. Capteur à temps de vol selon l'une quelconque des revendications 11 à 19, comprenant en outre un

moyen pour abaisser la puissance des impulsions de lumière et pour réduire la fréquence de perturbation.

21. Module de minutage pour capteur à temps de vol pour utilisation avec une source de lumière pour émettre un signal de lumière périodique vers une scène, le capteur servant à fournir des informations de distance en provenance d'une scène, le module de synchronisation comprenant :

une unité de modulation (3) pour fournir un signal de modulation pour la source de lumière ayant un minutage d'horloge avec une fréquence de base étalée par une perturbation périodique avec une fréquence et une période de perturbation,

l'unité de modulation étant adaptée pour fournir le signal de modulation sur un ensemble d'une pluralité de durées de mesure selon le minutage d'horloge qui est étalé par la perturbation périodique,

dans lequel chaque durée de mesure de l'ensemble est un entier ou une moitié d'entier multiple de la période de perturbation et sur l'ensemble de durées de mesure, la fréquence de base moyenne est maintenue constante.

22. Module de minutage selon la revendication 21, dans lequel le signal de modulation pris sur une durée d'une mesure de l'ensemble a le même contenu spectral que le signal de modulation pris sur une quelconque autre durée de mesure de l'ensemble.

23. Module de minutage selon la revendication 21 ou 22, dans lequel

la fréquence de perturbation est dans les 5 % de la fréquence de base de la modulation, de préférence dans un intervalle de +/- 5 ou +/- 1,5 % de la fréquence de base de la modulation, ou dans un intervalle de +/- 0,1 % de la fréquence de base de la modulation.

24. Module de minutage selon l'une quelconque des revendications 21 à 23, dans lequel la perturbation périodique a une forme d'onde sinusoïdale ou triangulaire ou en dent de scie.

25. Module de synchronisation selon l'une quelconque des revendications 21 à 24, dans lequel l'unité de modulation est adaptée pour fournir une modulation de perturbation discontinue.

26. Module de minutage selon l'une quelconque des revendications 21 à 25, comprenant en outre un moyen pour augmenter ou diminuer de façon dynamique la fréquence de perturbation.

27. Module de minutage selon l'une quelconque des revendications 21 à 26, comprenant en outre un moyen pour abaisser la puissance des impulsions de lumière et pour réduire la fréquence de perturbation.

33

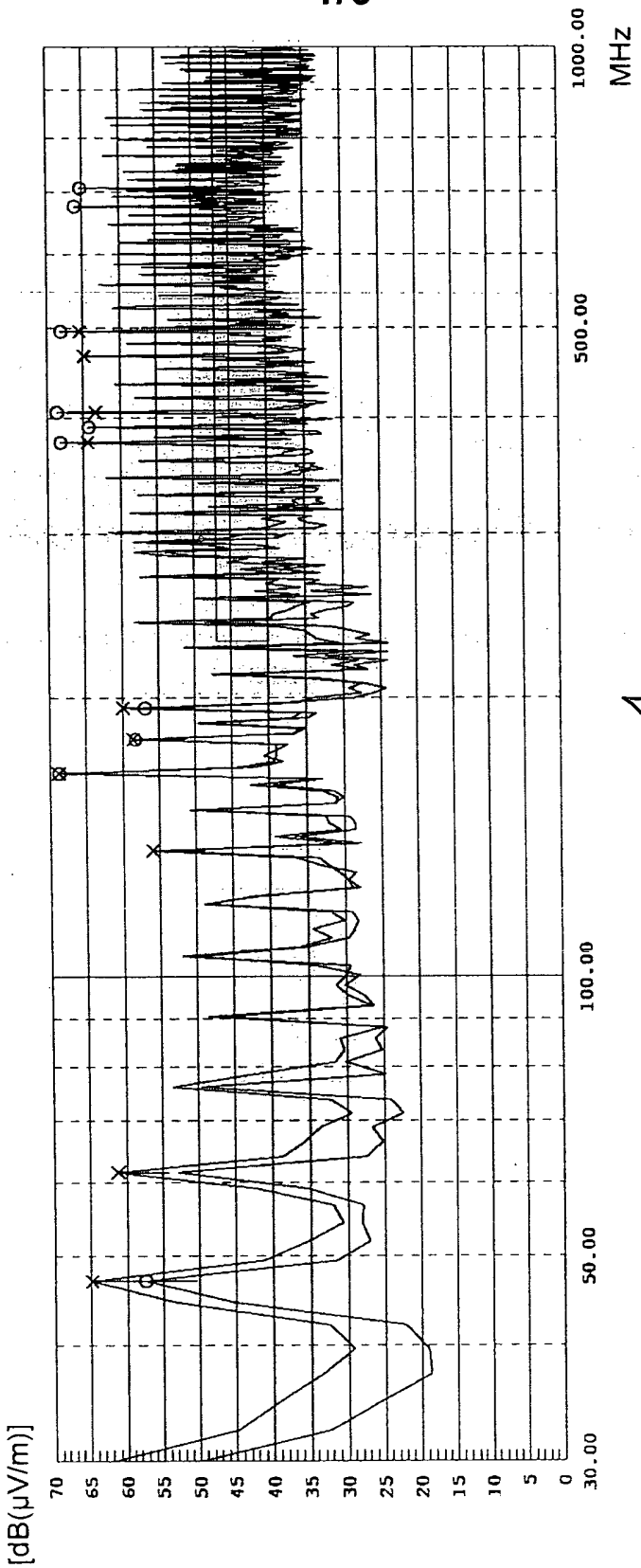

[dB(µV/m)]
70
65
60
55
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
30.00
50.00
100.00
500.00
1000.00
MHz

FIG. 1

1

34

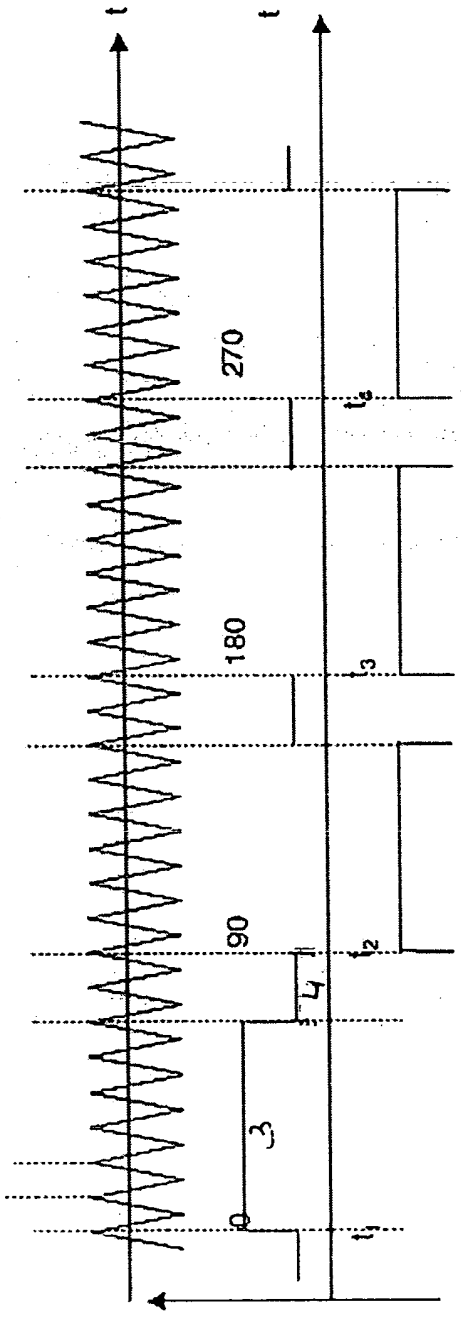


FIG. 2

35

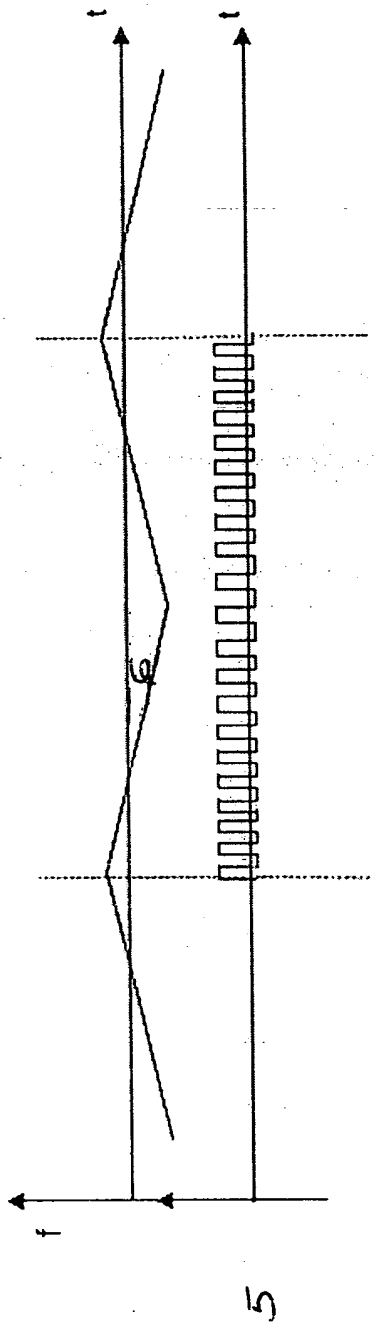


FIG. 3

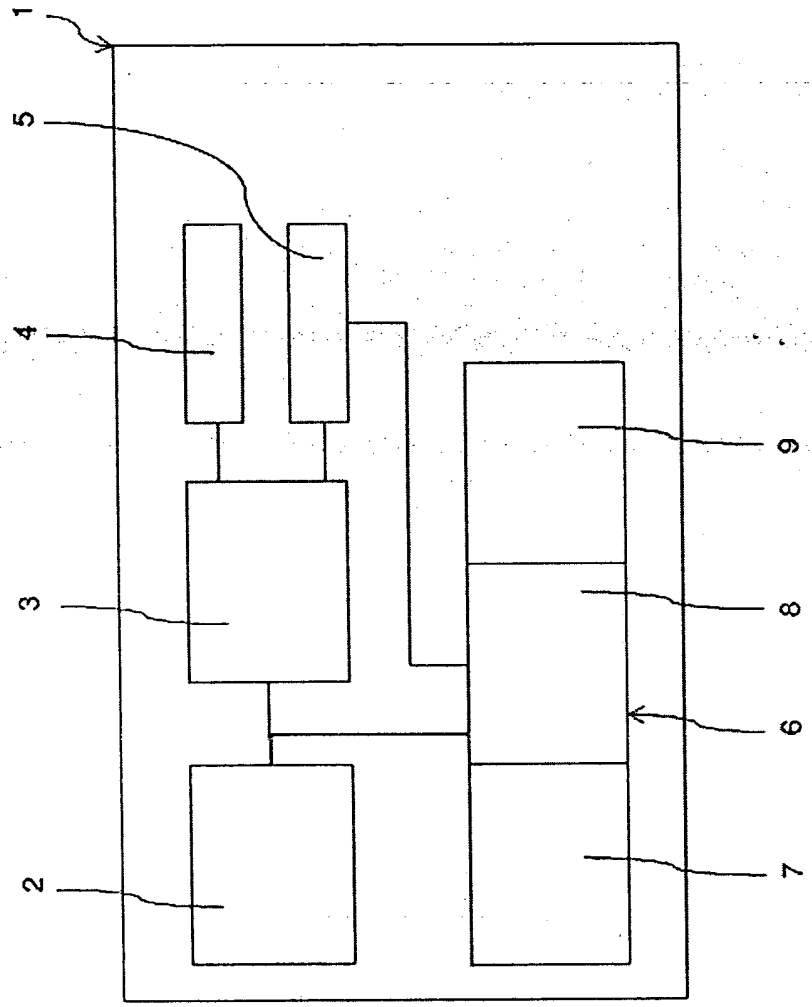


FIG. 4

37

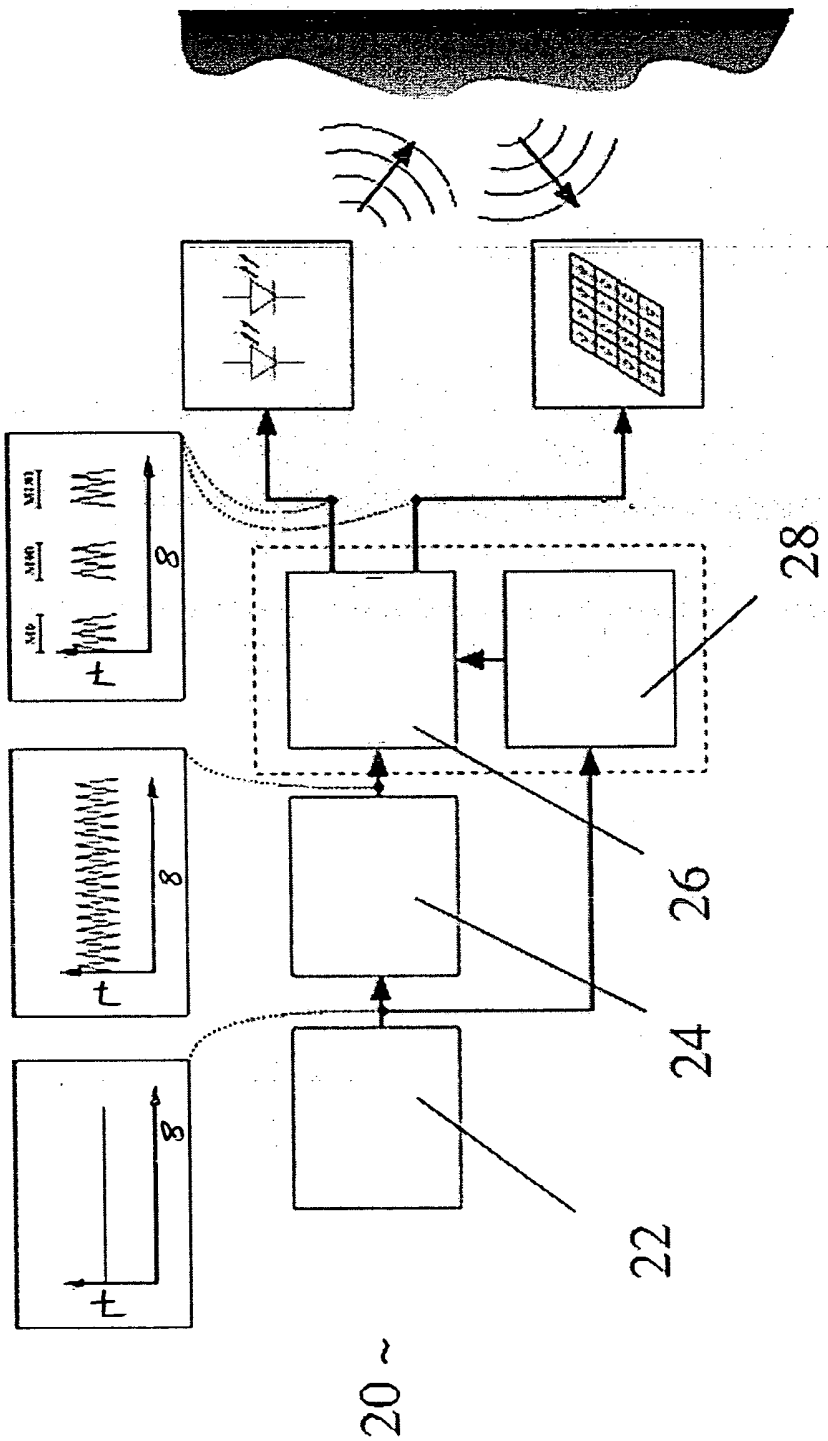
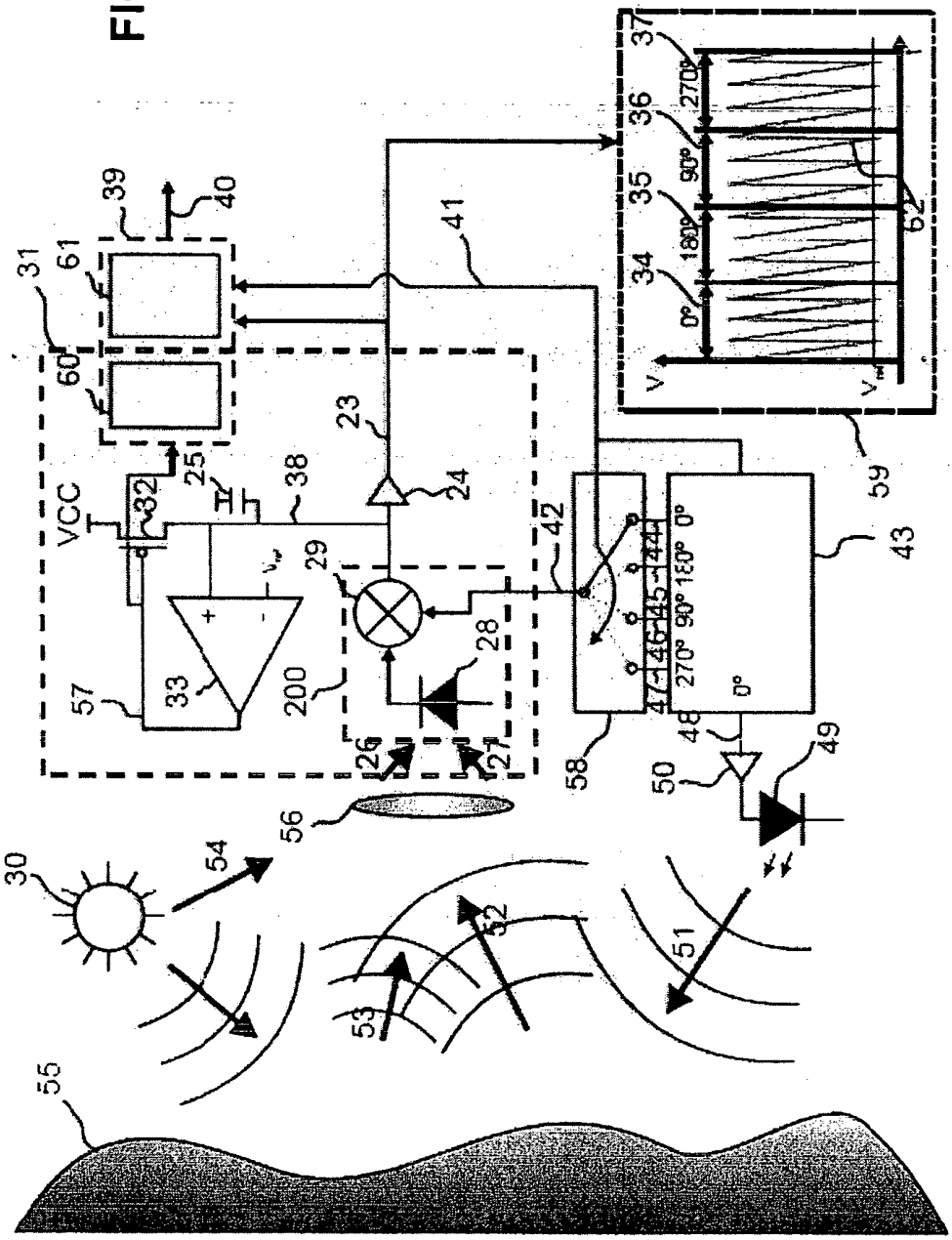


FIG. 5

FIG. 6



Abrégé descriptif

Procédé et appareil de prise de vues à temps de vol pour fournir des informations de distance

Procédé procurant des informations de distance d'une scène avec un appareil de prise de vues à temps de vol (1), comprenant les étapes d'émission d'une impulsion lumineuse modulée vers la scène, de réception de réflexions de l'impulsion provenant de la scène, d'évaluation d'informations de temps de vol pour les réflexions reçues, et d'obtention d'informations de distance à partir de ces informations, de sorte qu'un signal à spectre étalé est appliqué à une fréquence de base de la modulation de l'impulsion, et ces informations sont évaluées en considérant le signal à spectre étalé appliqué à la fréquence de base de la modulation de l'impulsion. Appareil de prise de vues à temps de vol (1) procurant des informations de distance à partir d'une scène, de sorte que l'appareil (1) effectue le procédé précédent.

Figure 2

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

Numero de la demande nationale

BO 10300
BE 201100564

RAPPORT DE RECHERCHE

établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2
de la loi belge sur les brevets d'invention
du 28 mars 1984

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	EP 1 515 541 A2 (3DV SYSTEMS LTD [IL]) 16 mars 2005 (2005-03-16) * abrégé; figures 1a-2,5 * * alinéas [0056] - [0107] *	1-27	INV. G01S17/10
X	EP 2 322 953 A1 (UNIV SHIZUOKA NAT UNIV CORP [JP]) 18 mai 2011 (2011-05-18) * abrégé; figures 7-17 * * alinéas [0028] - [0074] *	1-27	
A	WO 02/057714 A1 (CANESTA INC [US]) 25 juillet 2002 (2002-07-25) * abrégé; figures 8,11a-11c * * pages 5-8 * * pages 17-37 *	1,10,11, 21	
A	WO 2011/029645 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; EISELE ANDREAS [DE]; WOLST OLIVER [DE]; SCHMID) 17 mars 2011 (2011-03-17) * abrégé; figures 1,4-7 * * pages 12-20 *	1,10,11, 21	

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)

G01S

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
12 janvier 2012	Esbri, Oriol

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 03.82 (P04C48)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET BELGE NO.

BO 10300
BE 201100564

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

12-01-2012

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1515541 A2	16-03-2005	AUCUN	
EP 2322953 A1	18-05-2011	EP 2322953 A1	18-05-2011
		JP 2010032425 A	12-02-2010
		US 2011157354 A1	30-06-2011
		WO 2010013779 A1	04-02-2010
WO 02057714 A1	25-07-2002	AUCUN	
WO 2011029645 A1	17-03-2011	DE 102009029372 A1	24-03-2011
		WO 2011029645 A1	17-03-2011

OPINION ÉCRITE

Dossier N°	Date du dépot *(jour/mois/année)*	Date de priorité *(jour/mois/année)*	Demande n°
BO10300	23.09.2011	15.07.2011	BE201100564

Classification internationale des brevets (CIB)
INV. G01S17/10

Déposant
SOFTKINETIC SENSORS NV

La présente opinion contient des indications et les pages correspondantes relatives aux points suivants :

- ☒ Cadre n° I Base de l'opinion
- ☐ Cadre n° II Priorité
- ☐ Cadre n° III Absence de formulation d'opinion quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle
- ☐ Cadre n° IV Absence d'unité de l'invention
- ☒ Cadre n° V Déclaration motivée quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration
- ☐ Cadre n° VI Certains documents cités
- ☒ Cadre n° VII Irrégularités dans la demande
- ☒ Cadre n° VIII Observations relatives à la demande

	Examinateur
	Esbri, Oriol

Demande n°

OPINION ÉCRITE

BE201100564

Cadre n° I Base de l'opinion

1. Cette opinion a été établie sur la base des revendications déposées avant le commencement de la recherche.

2. En ce qui concerne **la ou les séquences de nucléotides ou d'acides aminés** divulguées dans la demande, le cas échéant, cette opinion a été effectuée sur la base des éléments suivants :

   a. Nature de l'élément:

   ☐ un listage de la ou des séquences

   ☐ un ou des tableaux relatifs au listage de la ou des séquences

   b. Type de support:

   ☐ sur papier

   ☐ sous forme électronique

   c. Moment du dépôt ou de la remise:

   ☐ contenu(s) dans la demande telle que déposée

   ☐ déposé(s) avec la demande, sous forme électronique

   ☐ remis ultérieurement

3. ☐ De plus, lorsque plus d'une version ou d'une copie d'un listage des séquences ou d'un ou plusieurs tableaux y relatifs a été déposée, les déclarations requises selon lesquelles les informations fournies ultérieurement ou au titre de copies supplémentaires sont identiques à celles initialement fournies et ne vont pas au-delà de la divulgation faite dans la demande telle que déposée initialement, selon le cas, ont été remises.

4. Commentaires complémentaires :

Cadre n° V Opinion motivée quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration

1. Déclaration

Nouveauté	Oui :	Revendications	3, 4, 6-9, 12, 15, 17-20, 22-27
	Non :	Revendications	1, 2, 5, 10, 11, 13, 14, 16, 21
Activité inventive	Oui :	Revendications	
	Non :	Revendications	1-27
Possibilité d'application industrielle	Oui :	Revendications	1-27
	Non :	Revendications	

2. Citations et explications

voir feuille séparée

Cadre n° VII Irrégularités dans la demande

Les irrégularités suivantes, concernant la forme ou le contenu de la demande, ont été constatées :

voir feuille séparée

Cadre n° VIII Observations relatives à la demande

voir feuille séparée

1 Il est fait référence aux documents suivants :

D1 EP 1 515 541 A2 (3DV SYSTEMS LTD [IL]) 16 mars 2005 (2005-03-16)

D2 EP 2 322 953 A1 (UNIV SHIZUOKA NAT UNIV CORP [JP]) 18 mai 2011 (2011-05-18)

Ad point V

Déclaration motivée quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle ; citations et explications à l'appui de cette déclaration

2 La présente demande ne remplit pas les conditions de brevetabilité, l'objet des revendications 1, 2, 5, 10, 11, 13, 14, 16 et 21 n'étant pas nouveau, et l'objet des revendications 3, 4, 6-9, 12, 15, 17-20 et 22-27 n'étant pas inventif.

2.1 Les documents D1 et D2 divulguent (*voir D1: paragraphes 77-101; voir D2: paragraphes 2 et 38-62*) un procédé pour fournir des informations de distance d'une scène avec un capteur ou un appareil de prise de vues a temps de vol, comprenant les étapes de

i. émission d'un signal de lumière périodique vers la scène selon un signal de modulation base sur un minutage d'horloge qui a une fréquence de base étalée par une perturbation périodique avec une fréquence et une période de perturbation,

ii. réception de réflexions du signal de lumière périodique en provenance de la scène, évaluation d'informations de temps de vol pour les réflexions reçues du signal de lumière périodique sur un ensemble d'une pluralité de durées de mesure selon le signal de modulation, et

iii. obtention d'informations de distance a partir des informations de temps de vol pour les réflexions reçues, dans lesquelles chaque durée de mesure de l'ensemble est un entier ou une moitié d'entier multiple de la période de perturbation et sur l'ensemble de durées de mesure, la fréquence de base moyenne est maintenue constante.

L'objet de la revendication 1 n'est donc pas nouveau.

2.2 Le même raisonnement s'applique mutatis mutandis à l'objet des revendications indépendantes correspondantes 10, 11 et 21 qui n'est donc pas considéré comme nouveau.

2.3 Les revendications dépendantes ne contiennent pas de caractéristiques qui satisfassent aux exigences de nouveauté et/ou d'activité inventive en étant combinées aux caractéristiques de l'une quelconque des revendications auxquelles lesdites revendications dépendantes sont liées (voir les documents D1 et D2 et les passages pertinents cités dans le rapport de recherche).

Ad point VII

Certaines irrégularités relevées dans la demande

3 La description ne mentionne pas l'état de la technique pertinent qui est divulgué dans D1 et D2 et ne cite pas ces documents.

Ad point VIII

Certaines observations relatives à la demande

4 Bien que les revendications 10, 11 et 21 aient été rédigées en tant que revendications indépendantes distinctes, elles semblent avoir le même objet et ne différer les unes des autres que par la définition de l'objet pour lequel la protection est demandée et/ou par la terminologie utilisée pour définir les caractéristiques de cet objet. Par conséquent, ces revendications manquent de concision.