

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 02.07.15.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 06.01.17 Bulletin 17/01.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Demanda(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : **STMICROELECTRONICS (GRENOBLE 2) SAS — FR.**

72 Inventeur(s) : **MELLOT PASCAL.**

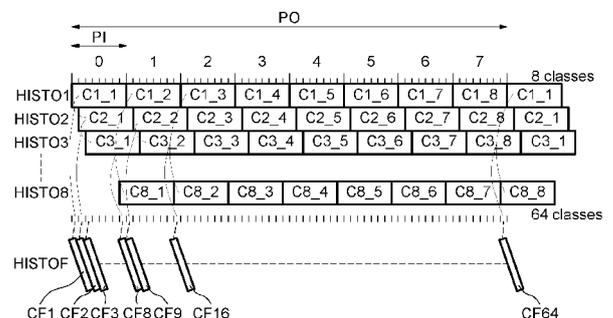
73 Titulaire(s) : **STMICROELECTRONICS (GRENOBLE 2) SAS.**

74 Mandataire(s) : **CASALONGA & ASSOCIES.**

54 **PROCEDE D'ELABORATION D'HISTOGRAMMES D'UN SIGNAL DE CAPTEURS PROVENANT D'UNE MATRICE DE CAPTEURS, EN PARTICULIER DE PROXIMITE, ET DISPOSITIF CORRESPONDANT.**

57 Le procédé comprend a) une élaboration d'un premier histogramme (Histo1) à partir de l'émission du rayonnement optique initial et comportant au moins un traitement effectué au rythme d'un signal d'horloge (CLK1) ayant une période interne (PI) égale à un sous-multiple de la période optique (PO), du signal de capteurs (SCAP) et d'un signal de référence (SR).

On effectue ensuite des itérations successives de l'étape a) avec dans chaque itération un décalage temporel du rayonnement optique initial d'une première fraction (PF) de ladite période interne (PI), jusqu'à couvrir au moins une partie de ladite période interne (PI), de façon à obtenir à l'issue de chaque itération un histogramme supplémentaire (un des Histo2 à Histo8), et on effectue une combinaison numérique du premier histogramme (Histo1) et des histogrammes supplémentaires (Histo2-Histo8) de façon à obtenir un histogramme final (HistoF) possédant une granularité temporelle plus fine que celle du premier histogramme (Histo1).



**Procédé d'élaboration d'histogrammes d'un signal de capteurs
provenant d'une matrice de capteurs, en particulier de proximité,
et dispositif correspondant**

5 Des modes de mise en œuvre et de réalisation de l'invention
concernent l'élaboration d'histogrammes d'un signal de capteurs
provenant d'une matrice de capteurs, en particulier mais non
limitativement de proximité, pour la reconnaissance d'un mouvement
d'un objet.

10 En général, les capteurs de proximité sont des capteurs
configurés pour détecter et/ou mesurer la présence d'un objet proche
des capteurs sans aucun contact physique. Ces capteurs connus par
l'homme du métier peuvent être utilisés pour une détection d'une
15 présence d'un objet ou un geste effectué au-dessus d'une tablette, d'un
téléphone mobile cellulaire ou d'un autre appareil électronique
similaire, et auquel est associée une action.

Un rayonnement de lumière optique, par exemple du type
infrarouge ou laser, est généralement émis vers un objet proche des
capteurs de façon à mesurer le temps de vol communément désigné par
20 l'homme du métier sous l'acronyme anglosaxon « TOF » (« Time-Of-
Flight ») de ce rayonnement, autrement dit, le temps qui s'écoule entre
son émission et sa réception par le capteur après la réflexion sur
l'objet.

25 Toutefois, le rayonnement de lumière optique émis par les
capteurs peut être simplement trop faible pour générer une tension
analogique représentant le flux de lumière optique. En fait, le signal
optique peut comporter seulement quelques photons par
excitation/cycle d'émission.

30 La résolution temporelle exigée est donc souvent difficile à
réaliser avec des enregistreurs transitoires électroniques classiques.

Une solution pour répondre à ce genre de problème est le
comptage de photons uniques corrélé en temps communément désigné
par l'homme du métier sous l'acronyme anglosaxon « TCSPC »
(« Time-Correlated Single Photon Counting »). Avec une excitation

périodique issue par exemple d'un laser, il est possible de prolonger une collection de données du signal optique sur plusieurs cycles d'excitation et d'émission.

5 Cette solution est basée sur un enregistrement précis temporel répétitif de chaque photon d'un rayonnement de lumière optique, par exemple celui de laser, en prenant la période optique du rayonnement en tant que référence de temps.

10 A cette fin, plusieurs types de détecteurs sensibles de photon individuel peuvent être utilisés tels que des diodes à effet d'avalanche déclenchée à photon individuel communément désigné par l'homme du métier sous l'acronyme anglosaxon « SPAD » (« Single Photon Avalanche Diode »).

15 A cet égard, la fonctionnalité d'histogramme implémentée dans les capteurs de proximité est particulièrement intéressante pour les capteurs de proximité par exemple du type de SPAD afin d'élaborer des informations de chronométrage précis sur l'arrivée de chaque photon individuel issu du rayonnement de lumière optique.

20 L'utilisation d'histogramme est une caractéristique intéressante pour les capteurs de proximité parce que des histogrammes peuvent être configurés pour compléter un système en circuit fermé, tel que le cas de capteurs de proximité, de façon à fonctionner en tant que circuit de lecture du TOF couplé avec une source de lumière modulée et à fournir des informations supplémentaires, en particulier de manière à détecter la présence de multi-objet.

25 Cependant, la résolution temporelle d'histogrammes des capteurs de proximité du type de SPAD est généralement limitée par l'horloge principale interne ayant la fréquence la plus élevée au sein des capteurs. Des histogrammes ayant une résolution plus fine peuvent être élaborés en utilisant des circuits hautes fréquences spécifiques, qui sont généralement complexes et coûteux en surface silicium.

30 Ainsi, selon un mode de mise en œuvre et de réalisation, il est proposé de réutiliser des circuits existants d'un capteur de proximité de façon à générer une série d'histogrammes en effectuant itérativement un décalage temporel du rayonnement de lumière optique

émis par le capteur. La série d'histogrammes obtenue sera traitée de manière à obtenir une granularité temporelle plus fine que celle de la série d'histogramme sans aucune implémentation de circuits complexes hautes fréquences.

5 Selon un aspect, il est proposé un procédé d'élaboration d'histogrammes d'un signal de capteurs provenant d'une matrice de capteurs illuminée par un rayonnement optique résultant de la réflexion sur un objet d'un rayonnement optique initial périodique.

Ce procédé d'élaboration d'histogrammes comprend :

10 a) une élaboration d'un premier histogramme à partir de l'émission du rayonnement optique initial et comportant au moins un traitement effectué au rythme d'un signal d'horloge ayant une période interne égale à un sous-multiple de la période optique, du signal de capteurs et d'un signal de référence,

15 des itérations successives de l'étape a) avec dans chaque itération un décalage temporel du rayonnement optique initial d'une première fraction de ladite période interne, jusqu'à couvrir au moins une partie de ladite période interne, de façon à obtenir à l'issue de chaque itération un histogramme supplémentaire, et

20 une combinaison numérique du premier histogramme et des histogrammes supplémentaires de façon à obtenir un histogramme final possédant une granularité temporelle plus fine que celle du premier histogramme.

25 Ainsi l'histogramme final est obtenu par une production d'histogrammes successifs en décalant l'impulsion optique et par une reconstruction par post-traitement.

30 Ce procédé d'élaboration d'histogrammes permet d'obtenir des informations supplémentaires plus fines et plus précises grâce à l'histogramme final sans implémentation des circuits complexes hautes fréquences.

Selon un mode de mise en œuvre, l'étape a) comprend plusieurs traitements successifs effectués au rythme du signal d'horloge, du signal de capteurs et du signal de référence successivement

temporellement décalé par rapport au signal optique initial jusqu'à couvrir la totalité de la période optique.

Selon un mode de mise en œuvre, l'étape a) comprend :

5 a1) une élaboration d'une première partie du premier histogramme à partir de l'émission du rayonnement optique initial sur un cycle d'acquisition comportant plusieurs périodes optiques, le rayonnement optique initial débutant à un même premier instant au sein de chaque période optique du cycle d'acquisition, ladite
10 élaboration comportant un traitement, au rythme du signal d'horloge, du signal de capteurs et du signal de référence situé à un même deuxième instant au sein de chaque période optique du cycle d'acquisition,

b1) une répétition de l'étape a1) avec un décalage temporel du signal de référence d'une fraction initiale de la période optique
15 correspondant à un nombre entier de période interne de façon à obtenir une autre partie du premier histogramme,

c1) des répétitions de l'étape b1) jusqu'à couvrir la totalité de la période optique et obtenir le premier histogramme complet.

20 La fraction initiale de la période optique peut par exemple correspondre à deux périodes internes.

Selon un mode de mise en œuvre, ladite combinaison numérique comprend une soustraction de deux histogrammes consécutifs de façon à obtenir un histogramme différentiel.

25 Selon un mode de mise en œuvre, la période optique est égale à n fois la période interne et la première fraction est égale à la période interne divisée par n .

Chaque capteur peut en outre être un capteur de proximité.

30 Selon un autre aspect, il est proposé un dispositif électronique, en particulier pour la reconnaissance d'un mouvement d'un objet, comprenant :

des moyens d'émission configurés pour émettre des rayonnements optiques périodiques ayant une période optique,

une matrice de capteurs destinée à être illuminée par un rayonnement optique résultant de la réflexion sur un objet d'un

rayonnement optique initial périodique émis par les moyens d'émission et configurée pour générer un signal de capteurs,

des moyens de traitement configurés pour élaborer un premier histogramme à partir de l'émission du rayonnement optique initial et d'au moins un traitement effectué au rythme d'un signal d'horloge ayant une période interne égale à un sous-multiple de la période optique, du signal de capteurs et d'un signal de référence,

des moyens de commande configurés pour activer de façon itérative les moyens de traitement, avec dans chaque itération un décalage temporel du rayonnement optique initial d'une première fraction de ladite période interne, jusqu'à couvrir au moins une partie de ladite période interne, de façon à obtenir à l'issue de chaque itération un histogramme supplémentaire, et

des moyens de calcul configurés pour effectuer une combinaison numérique du premier histogramme et des histogrammes supplémentaires de façon à obtenir un histogramme final possédant une granularité temporelle plus fine que celle du premier histogramme.

Selon un mode de réalisation, les moyens de traitement sont configurés pour élaborer le premier histogramme à partir de l'émission du rayonnement optique initial et de plusieurs traitements successifs effectués au rythme du signal d'horloge, du signal de capteurs et du signal de référence successivement temporellement décalé par rapport au signal optique initial jusqu'à couvrir la totalité de la période optique.

Selon un mode de réalisation, les moyens de traitement comprennent

un module de traitement configuré pour élaborer une première partie du premier histogramme à partir de l'émission du rayonnement optique initial sur un cycle d'acquisition comportant plusieurs périodes optiques, le rayonnement optique initial débutant à un même premier instant au sein de chaque période optique du cycle d'acquisition, ladite élaboration comportant un traitement, au rythme du signal d'horloge, du signal de capteurs et du signal de référence

situé à un même deuxième instant au sein de chaque période optique du cycle d'acquisition,

5 et les moyens de commande sont configurés pour activer de nouveau le module de traitement avec un décalage temporel du signal de référence d'une fraction initiale de la période optique correspondant à un nombre entier de période interne de façon à obtenir une autre partie du premier histogramme,

10 puis activer de nouveau le module de traitement pour effectuer des répétitions du décalage temporel du signal de référence jusqu'à couvrir la totalité de la période optique et obtenir le premier histogramme complet.

Selon un mode de réalisation, la fraction initiale de la période optique correspond à deux périodes internes.

15 Selon un mode de réalisation, dans lequel ladite combinaison numérique comprend une soustraction de deux histogrammes consécutifs de façon à obtenir un histogramme différentiel.

Selon un mode de réalisation, la période optique est égale à n fois la période interne et la première fraction est égale à la période interne divisée par n .

20 Selon un mode de réalisation, chaque capteur est un capteur de proximité.

Selon encore un autre aspect, il est proposé un appareil électronique, par exemple du type tablette ou téléphone mobile cellulaire, incorporant un dispositif tel que défini ci-avant.

25 D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à l'examen de la description détaillée de modes de réalisation, nullement limitatifs, et des dessins annexés sur lesquels :

- Les figures 1 à 6 illustrent de manière schématique différents modes de mise en œuvre et de réalisation de l'invention.

30 La figure 1 illustre un schéma bloc d'un appareil électronique AE, par exemple du type tablette ou téléphone mobile cellulaire, incorporant un dispositif DRM de reconnaissance d'un mouvement d'un objet OBJ par exemple.

Le dispositif DRM comprend des moyens d'émission ME configurés pour émettre des rayonnements optiques périodiques ayant une période optique PO. Afin d'obtenir une période optique PO courte, des rayonnements optiques sont généralement en haute fréquence. A titre indicatif mais non limitatif, on peut utiliser un rayonnement optique d'une diode laser à cavité verticale émettant par la surface communément connu par l'homme du métier sous l'acronyme anglo-saxon « VCSEL » (« Vertical-Cavity Surface-Emitting Laser »). La fréquence et le phasage des rayonnements optiques sont contrôlés par des moyens de commande MCOM du dispositif DRM, qui seront décrits plus en détails plus loin.

Lorsque le dispositif DRM est en fonctionnement, les moyens d'émission ME émettent au moins un rayonnement optique initial périodique SOI. Si un ou plusieurs objets OBJ sont présents dans le rayonnement optique initial, le dispositif DRM peut recevoir un rayonnement lumineux réfléchi résultant d'une réflexion du rayonnement optique initial sur le(s) objet(s).

Le dispositif DRM comprend en outre une matrice de capteurs MCAP destinée à être illuminée par ce rayonnement optique résultant de la réflexion sur le ou les objets du rayonnement optique initial périodique.

Chaque capteur de la matrice de capteurs MCAP peut recevoir le rayonnement optique réfléchi. Afin d'effectuer un comptage de photon individuel corrélé en temps, la matrice de capteurs MACP est configurée pour générer un signal de capteurs SCAP si au moins un capteur dans la matrice de capteurs MCAP reçoit une excitation du rayonnement optique résultant de la réflexion.

Comme le signal de capteurs SCAP correspond à des photons individuels corrélés en temps détectés par la matrice de capteurs MCAP, plusieurs cycles d'acquisition comportant chacun de très nombreuses périodes optiques PO, par exemple cent mille périodes optiques PO, sont utilisés pour qu'on puisse élaborer statistiquement un histogramme capable de représenter le rayonnement optique réfléchi et rapporté à une période optique PO.

Le dispositif DRM comprend par ailleurs des moyens de traitement MT recevant le signal de capteurs SCAP et configurés pour élaborer des histogrammes du signal de capteurs sur ces cycles d'acquisition.

5 On se réfère maintenant à la figure 2 pour illustrer plus en détails les moyens de commande MCOM et les moyens de traitement MT comprenant en outre un module de traitement MODT.

10 Les moyens de commande MCOM comportent une boucle multi-phases à verrouillage de phase (« Phase-Locked Loop » PLL en anglais) configurée pour délivrer un premier signal d'horloge CLK1, à phase [0], à un premier générateur temporel GEN1 et des signaux d'horloge de différentes phases, par exemple de phases [7 : 0], à un multiplexeur MUX.

15 Le multiplexeur MUX reçoit un signal de sélection de phase SSPF de façon à générer un deuxième signal d'horloge CLK2.

20 Les moyens de commande MCOM comportent en outre un deuxième générateur temporel GEN2 qui reçoit le deuxième signal d'horloge CLK2 en entrée et est configuré pour délivrer les impulsions optiques successives du signal optique initial SOI au sein des périodes optiques PO successives. En fonction de la phase sélectionnée, l'impulsion optique peut être plus ou moins temporellement décalée au sein de la période optique correspondante.

La période optique PO est égale à n fois la période PI du signal d'horloge CLK1, n est par exemple égal à 8.

25 Le module de traitement MODT comprend deux bascules B1 et B2 recevant respectivement des signaux de commande SHC1 et SHC2 et cadencées par le premier signal d'horloge CLK1. On obtient respectivement à leurs sorties un signal de référence SR et un signal de fenêtre temporelle de comptage SFC, qui sont délivrés à deux portes logiques PL1 et PL2 de façon à générer deux signaux SDFC1 et SDFC2 correspondant chacun à une demi-fenêtre temporelle de comptage.

30 Le module de traitement MODT comprend par ailleurs deux premiers compteurs CPT1 et CPT2 recevant le signal de capteurs

SCAP et les deux signaux SDFC1 et SDFC2, les deux premiers compteurs CPT1 et CPT2 étant réinitialisés après chaque période du signal CLK1 par un signal de réinitialisation SREI, et deux deuxièmes compteurs CPT10 et CPT20, dits « impair » et « pair », connectés
5 respectivement en série aux deux premiers compteurs CPT1 et CPT2 et configurés pour construire respectivement deux valeurs de comptage ou signaux dits « impair » et « pair ». Ces signaux « impair » et « pair » sont utilisés pour l'élaboration d'histogrammes comme décrits plus en détails ci-après.

10 Chaque signal de fenêtre temporelle de comptage SFC couvre une partie d'une période optique PO, ici par exemple un quart d'une période optique soit deux périodes PI. Le signal de référence SR est configuré pour débiter au milieu de la fenêtre temporelle de comptage FC.

15 Par conséquent, les signaux SDFC1 et SDFC2 délivrés par les deux portes logiques PL1 et PL2 correspondent respectivement à la demi-fenêtre temporelle de comptage précédant l'occurrence du signal de référence SR et celle suivant l'occurrence du signal de référence SR.

20 Si le signal de capteurs SCAP arrive pendant la demi-fenêtre temporelle de comptage précédant l'occurrence du signal de référence SR, le compteur CPT1 s'incrémente et le compteur CPT10 cumule les impulsions reçues pendant le cycle d'acquisition pour générer une classe (« bin » en anglais) d'histogramme dite « impair ».

25 Par analogie, si le signal de capteurs SCAP arrive pendant la demi-fenêtre temporelle de comptage suivant l'occurrence du signal de référence SR, le compteur CPT2 s'incrémente et le compteur CPT20 cumule les impulsions reçues pendant le cycle d'acquisition pour générer une classe d'histogramme dite « pair ».

30 L'élaboration de ces deux classes d'histogramme « impair » et « pair » forme une étape de traitement Ei et conduit à l'issue d'un cycle d'acquisition à l'élaboration d'une partie Pi d'un histogramme complet.

On se réfère maintenant à la figure 3 pour illustrer l'élaboration d'un premier histogramme Histo1 à partir de l'émission du rayonnement optique initial sur quatre cycles d'acquisition.

5 Dans le premier cycle d'acquisition, l'impulsion optique débute à un même premier instant I1 au sein de chaque période optique PO, ici par exemple au début de la période optique PO.

10 Le signal de référence SR est situé à un même deuxième instant I2 au sein de chaque période optique PO, ici par exemple au début de la deuxième période interne PI soit au milieu de la fenêtre de comptage FC.

A l'issue de l'étape de traitement E1, on obtient une première partie P1 de l'histogramme Histo1 à partir des valeurs des compteurs CPT10 et CPT20.

15 Dans le cycle d'acquisition suivant les moyens de commande MCOM sont configurés pour activer de nouveau le module de traitement MODT, avec cette fois ci un décalage temporel du signal de référence SR d'une fraction initiale FI de la période optique PO, ici par exemple deux périodes internes PI, de façon à obtenir une deuxième partie P2, du premier histogramme Histo1. Au cours de
20 chaque période optique PO, l'instant I1 n'est pas modifié.

Puis, les moyens de commande MCOM activent de nouveau deux fois de suite le module de traitement MODT en répétant chaque fois le décalage temporel du signal de référence SR de la fraction initiale FI de la période optique PO jusqu'à couvrir la totalité de la
25 période optique PO.

On obtient donc quatre étapes E1 à E4 correspondant aux quatre parties d'histogramme P1 à P4.

On obtient ainsi le premier histogramme Histo1 complet.

30 Afin d'obtenir une résolution temporelle plus fine que celle du premier histogramme Hsito1, les moyens de commande MCOM sont en outre configurés pour activer les moyens de traitement de façon à élaborer successivement des histogrammes supplémentaires en utilisant pour chaque histogramme supplémentaire les traitements E1 à E4

décrits ci-avant mais en décalant les impulsions optiques d'une fraction PF de la période PI.

Comme la période optique PO peut être égale à n fois la période PI, la première fraction PF peut être égale à la période interne PI divisée par n, par exemple PI/8.

La figure 4 illustre l'élaboration d'un premier histogramme supplémentaire Histo2 pendant les cycles d'acquisition 5 à 8 avec un premier signal optique décalé la première fraction PF.

En d'autres termes, cette fois-ci l'instant I10 de début de l'impulsion optique est constant pendant les quatre nouveaux cycles d'acquisition mais temporellement décalé d'un huitième de période PI par rapport à l'instant I1 utilisé pour l'obtention de l'histogramme Histo1.

Pendant chacun des cycles d'acquisition 5 à 8, on génère deux classes d'histogramme par étape de traitement Ei, ce qui forme une partie Pi du premier histogramme supplémentaire Histo2.

Comme illustré sur la figure 5, on élabore de nouveaux histogrammes supplémentaires en décalant à chaque fois pour chaque histogramme supplémentaire l'instant I20, I30, ..., I70 de début de l'impulsion optique au cours de la période optique, d'un huitième de période PI par rapport à l'instant I10, I20, ... de début correspondant à l'histogramme précédent.

Bien que cela ne soit pas absolument nécessaire, on effectue ces décalages successifs jusqu'à couvrir une période PI complète, de façon à obtenir les histogrammes supplémentaires Histo2 à Histo8.

En plus, le dispositif DRM comprend des moyens de calcul MCAL configurés pour effectuer une combinaison numérique du premier histogramme Histo1 et des histogrammes supplémentaires Histo2 à Histo8.

Cette combinaison numérique peut comprendre une soustraction de deux histogrammes consécutifs de façon à obtenir un histogramme différentiel HistoF (Figure 6).

Par exemple, les moyens de calcul MCAL effectuent tout d'abord une soustraction des histogrammes Histo1 et Histo2, par

exemple Histo1 – Histo2. Les résultats de cette soustraction forment de facto une première série de classes décalées de l'histogramme final HistoF.

5 Plus précisément, le résultat de la soustraction par exemple des premières classes (« bins ») C1_1 et C2_1 des histogrammes Histo1 et Histo2 forme la première classe CF_1 de l'histogramme final HistoF. Le résultat de la soustraction des deuxièmes classes C1_2 et C2_2 des histogrammes Histo1 et Histo2 forme par contre la neuvième classe CF_9 de l'histogramme final HistoF.

10 On peut utiliser la formule suivante pour mieux illustrer la combinaison numérique :

$$CX_Y - C(X+1)_Y = CF_{(X+(Y-1)*n)}$$

où X est le numéro d'ordre d'histogramme, Y est le numéro d'ordre de classe d'histogramme et n est le coefficient de granularité correspondant à la première fraction PF définie ci-avant.

15 Il convient de noter que la combinaison numérique est itérative.

Plus précisément, le calcul de la huitième classe de l'histogramme final HistoF est effectué selon la formule suivante :

20
$$CF_8 = C8_1 - C1_2$$

La seizième classe de l'histogramme final HistoF est calculée comme ci-dessous :

$$CF_{16} = C8_2 - C1_3$$

25 Le calcul de la soixante-quatrième classe de l'histogramme final HistoF est effectué selon la formule suivante :

$$CF_{64} = C8_8 - C1_1$$

On peut bien constater que l'histogramme final HistoF possède 64 classes d'histogrammes au lieu de 8 classes dans le cas du premier histogramme Histo1.

30 Ainsi, on obtient un histogramme final HistoF différentiel possédant une granularité temporelle plus fine que celle du premier histogramme Histo1 sans implémenter des circuits complexes conventionnels hautes fréquences.

L'invention n'est pas limitée aux modes de mise en œuvre et de réalisation qui viennent d'être décrits mais en embrasse toutes les variantes.

5 Ainsi bien que l'on ait décrit une élaboration du premier histogramme H1 à partir de plusieurs traitements successifs, on peut utiliser un système capable de générer ce premier histogramme en un coup (un seul traitement) avec une implémentation dans laquelle on a autant de compteurs que de « bins ».

REVENDICATIONS

1. Procédé d'élaboration d'histogrammes d'un signal de capteurs (SCAP) provenant d'une matrice de capteurs (MCAP) illuminée par un rayonnement optique résultant de la réflexion sur un objet d'un rayonnement optique initial périodique, comprenant :
- 5
- a) une élaboration d'un premier histogramme (Histo1) à partir de l'émission du rayonnement optique initial et comportant au moins un traitement effectué au rythme d'un signal d'horloge (CLK1) ayant une période interne (PI) égale à un sous-multiple de la période optique (PO), du signal de capteurs (SCAP) et d'un signal de référence (SR),
- 10
- des itérations successives de l'étape a) avec dans chaque itération un décalage temporel du rayonnement optique initial d'une première fraction (PF) de ladite période interne (PI), jusqu'à couvrir au moins une partie de ladite période interne (PI), de façon à obtenir à l'issue de chaque itération un histogramme supplémentaire (un des Histo2 à Histo8), et
- 15
- une combinaison numérique du premier histogramme (Histo1) et des histogrammes supplémentaires (Histo2-Histo8) de façon à obtenir un histogramme final (HistoF) possédant une granularité temporelle plus fine que celle du premier histogramme (Histo1).
- 20
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'étape a) comprend plusieurs traitements successifs effectués au rythme du signal d'horloge (CLK1), du signal de capteurs (SCAP) et du signal de référence (SR) successivement temporellement décalé par rapport au signal optique initial (SOI) jusqu'à couvrir la totalité de la période optique (PO).
- 25
3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel l'étape a) comprend:
- a1) une élaboration d'une première partie (P1) du premier histogramme (Histo1) à partir de l'émission du rayonnement optique initial sur un cycle d'acquisition comportant plusieurs périodes optiques (PO), le rayonnement optique initial débutant à un même premier instant (I1) au sein de chaque période optique (PO) du cycle
- 30

d'acquisition, ladite élaboration comportant un traitement, au rythme du signal d'horloge (CLK1), du signal de capteurs (SCAP) et du signal de référence (SR) situé à un même deuxième instant (I2) au sein de chaque période optique (PO) du cycle d'acquisition,

5 b1) une répétition de l'étape a1) avec un décalage temporel du signal de référence (SR) d'une fraction initiale (FI) de la période optique (PO) correspondant à un nombre entier de période interne (PI) de façon à obtenir une autre partie (P2 ou P3 ou P4) du premier histogramme (Histo1),

10 c1) des répétitions de l'étape b1) jusqu'à couvrir la totalité de la période optique (PO) et obtenir le premier histogramme (Histo1) complet.

4. Procédé selon la revendication 3, dans lequel la fraction initiale (FI) de la période optique (PO) correspond à deux périodes internes (PI).

15 5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ladite combinaison numérique comprend une soustraction de deux histogrammes consécutifs (Histo1, Histo2) de façon à obtenir un histogramme différentiel (HistoF).

20 6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la période optique (PO) est égale à n fois la période interne (PI) et la première fraction (PF) est égale à la période interne (PI) divisée par n.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel chaque capteur est un capteur de proximité.

25 8. Dispositif électronique, comprenant :
des moyens d'émission (ME) configurés pour émettre des rayonnements optiques périodiques ayant une période optique (PO),
une matrice de capteurs (MCAP) destinée à être illuminée par
30 un rayonnement optique résultant de la réflexion sur un objet d'un rayonnement optique initial périodique émis par les moyens d'émission (ME) et configurée pour générer un signal de capteurs (SCAP),

des moyens de traitement (MT) configurés pour élaborer un premier histogramme (Histo1) à partir de l'émission du rayonnement

optique initial et d'au moins un traitement effectué au rythme d'un signal d'horloge (CLK1) ayant une période interne (PI) égale à un sous-multiple de la période optique (PO), du signal de capteurs (SCAP) et d'un signal de référence (SR),

5 des moyens de commande (MCOM) configurés pour activer de façon itérative les moyens de traitement (MT) avec dans chaque itération un décalage temporel du rayonnement optique initial d'une première fraction (PF) de ladite période interne (PI), jusqu'à couvrir au moins une partie de ladite période interne (PI), de façon à obtenir à
10 l'issue de chaque itération un histogramme supplémentaire (un des Histo2 à Histo8), et

des moyens de calcul (MCAL) configurés pour effectuer une combinaison numérique du premier histogramme (Histo1) et des histogrammes supplémentaires (Histo2-Histo8) de façon à obtenir un
15 histogramme final (HistoF) possédant une granularité temporelle plus fine que celle du premier histogramme (Histo1).

9. Dispositif selon la revendication 8, dans lequel les moyens de traitement (MT) sont configurés pour élaborer le premier
20 histogramme (Histo1) à partir de l'émission du rayonnement optique initial et de plusieurs traitements successifs effectués au rythme du signal d'horloge (CLK1), du signal de capteurs (SCAP) et du signal de référence (SR) successivement temporellement décalé par rapport au signal optique initial (SOI) jusqu'à couvrir la totalité de la période optique (PO).

25 10. Dispositif selon la revendication 9, dans lequel les moyens de traitement (MT) comprennent

un module de traitement (MODT) configuré pour élaborer une première partie (P1) du premier histogramme (Histo1) à partir de l'émission du rayonnement optique initial sur un cycle d'acquisition
30 comportant plusieurs périodes optiques (PO), le rayonnement optique initial débutant à un même premier instant (I1) au sein de chaque période optique (PO) du cycle d'acquisition, ladite élaboration comportant un traitement, au rythme du signal d'horloge (CLK1), du signal de capteurs (SCAP) et du signal de référence (SR) situé à un

même deuxième instant (I2) au sein de chaque période optique (PO) du cycle d'acquisition,

5 et les moyens de commande (MCOM) configurés pour activer de nouveau le module de traitement (MODT) avec un décalage temporel du signal de référence (SR) d'une fraction initiale (FI) de la période optique (PO) correspondant à un nombre entier de période interne (PI) de façon à obtenir une autre partie (P2 ou P3 ou P4) du premier histogramme (Histo1), puis activer de nouveau le module de traitement (MODT) pour effectuer des répétitions du décalage temporel du signal de référence (SR) jusqu'à couvrir la totalité de la période optique (PO) et obtenir le premier histogramme (Histo1) complet.

10 11. Dispositif selon la revendication 10, dans lequel la fraction initiale (FI) de la période optique (PO) correspond à deux périodes internes (PI).

15 12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 8 à 11, dans lequel ladite combinaison numérique comprend une soustraction de deux histogrammes consécutifs (ex. : Histo1 et Histo2) de façon à obtenir un histogramme différentiel (HistoF).

20 13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 8 à 12, la période optique (PO) est égale à n fois la période interne (PI) et la première fraction (PF) est égale à la période interne (PI) divisée par n.

25 14. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 8 à 13, dans lequel dans lequel chaque capteur est un capteur de proximité.

30 15. Appareil électronique (AE), par exemple du type tablette ou téléphone mobile cellulaire, incorporant un dispositif selon l'une des revendications 8 à 14.

1/4
FIG.1

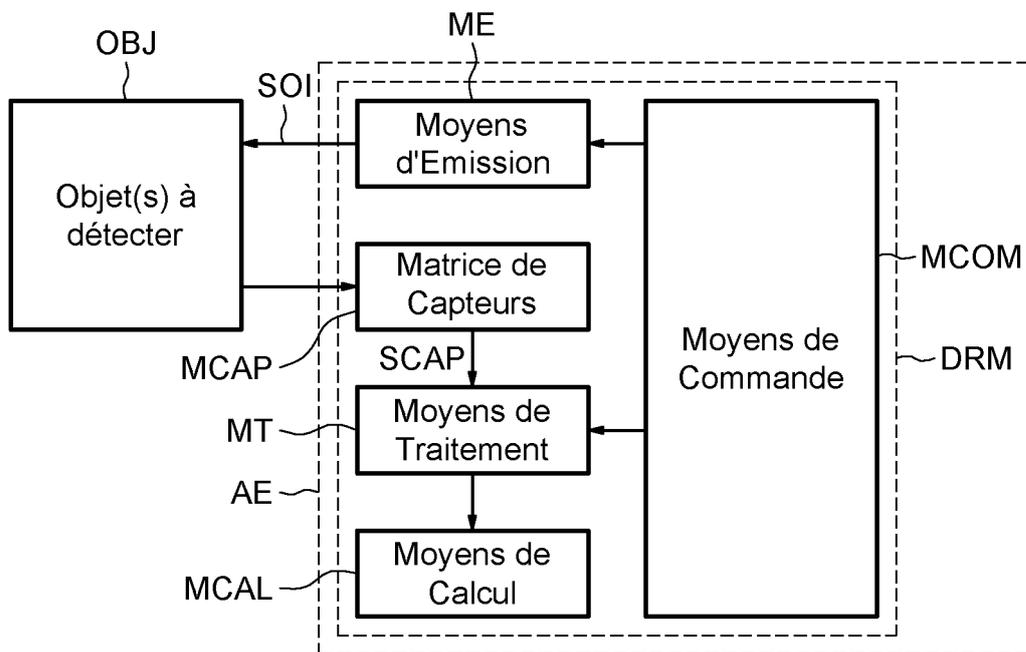


FIG.2

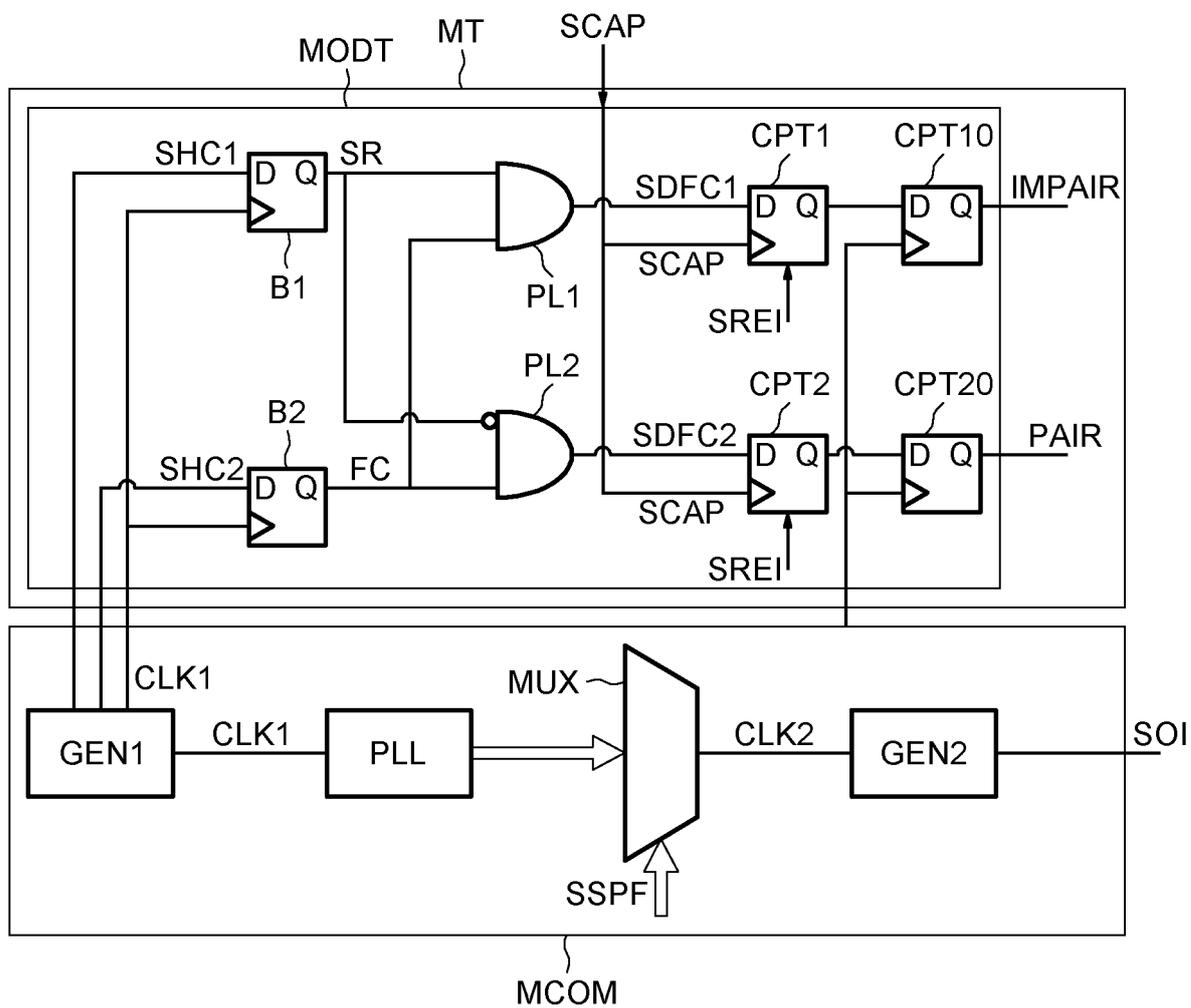


FIG.3

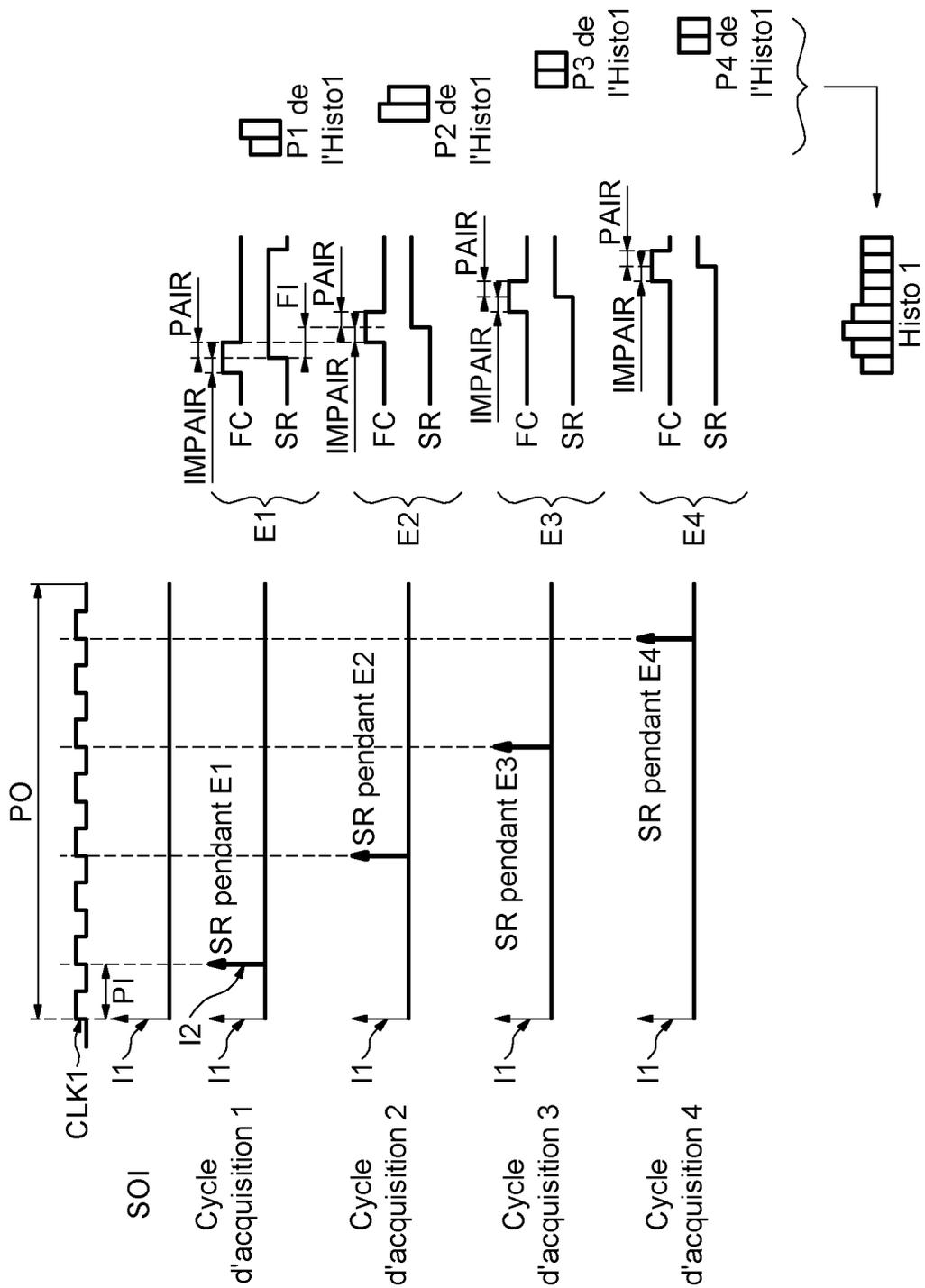
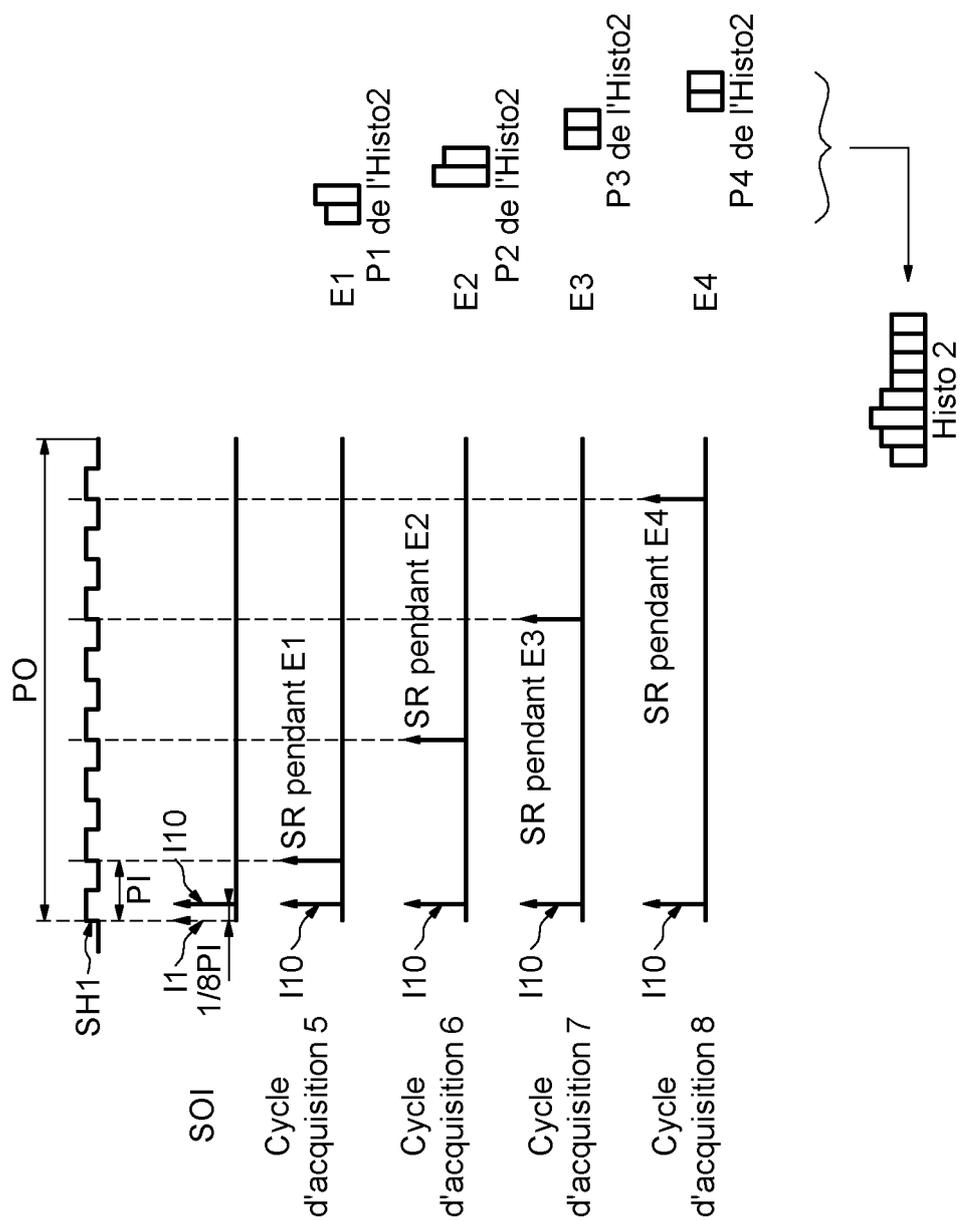


FIG.4



4/4
FIG.5

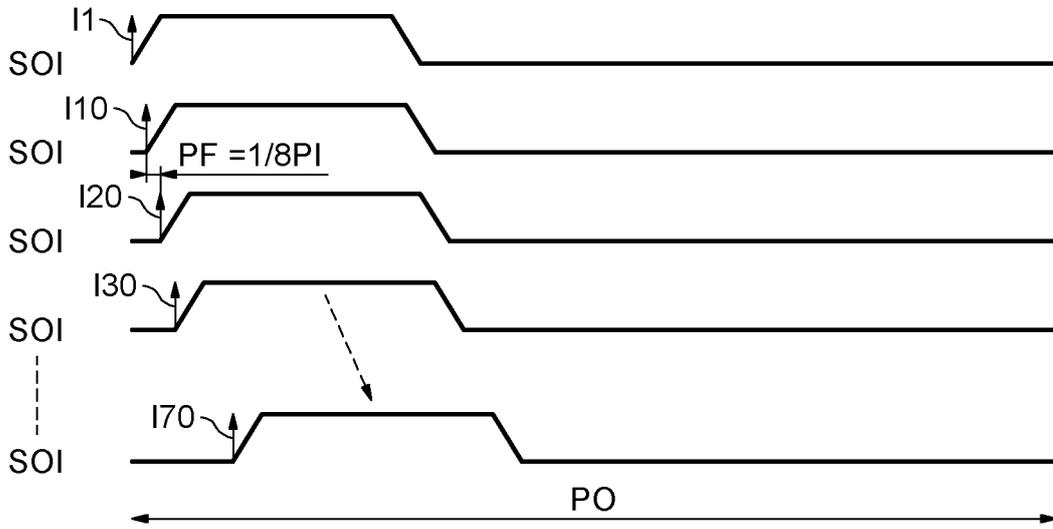
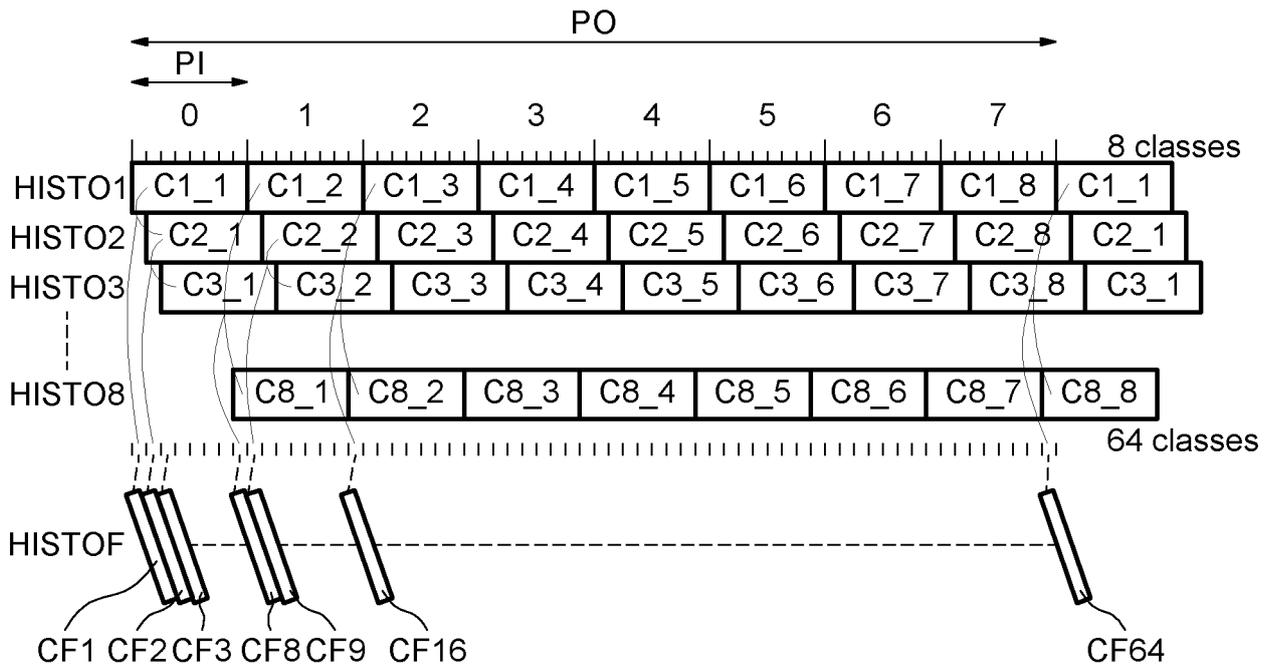


FIG.6





**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement national

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

FA 814825
FR 1556249

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	US 2015/041625 A1 (DUTTON NEALE [GB] ET AL) 12 février 2015 (2015-02-12) * abrégé; figures 1,2,16,18,19 * * alinéas [0004], [0031] - [0033], [0062] - [0084] * -----	1-15	G06T7/00 G09G3/00
A	US 8 384 883 B2 (HEIZMANN REINHARD [DE] ET AL) 26 février 2013 (2013-02-26) * abrégé; revendications 1,13,14; figures 1,2,6,7,8 * -----	1-15	
A	NICLASS CRISTIANO ET AL: "A 0.18- μ m CMOS SoC for a 100-m-Range 10-Frame/s 200 \times 96-Pixel Time-of-Flight Depth Sensor", IEEE JOURNAL OF SOLID-STATE CIRCUITS, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, USA, vol. 49, no. 1, 1 janvier 2014 (2014-01-01), pages 315-330, XP011534932, ISSN: 0018-9200, DOI: 10.1109/JSSC.2013.2284352 [extrait le 2013-12-20] * abrégé; figures 3,5 * * page 318, colonne de gauche, ligne 1 - page 319, colonne de gauche, ligne 20 * ----- -/--	1-15	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) G01S
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
19 avril 2016		Mercier, Francois	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		D : cité dans la demande	
A : arrière-plan technologique		L : cité pour d'autres raisons	
O : divulgation non-écrite		
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14) 2



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 814825
FR 1556249

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	DUTTON NEALE A W ET AL: "11.5 A time-correlated single-photon-counting sensor with 14GS/S histogramming time-to-digital converter", 2015 IEEE INTERNATIONAL SOLID-STATE CIRCUITS CONFERENCE - (ISSCC) DIGEST OF TECHNICAL PAPERS, IEEE, 22 février 2015 (2015-02-22), pages 1-3, XP032748302, DOI: 10.1109/ISSCC.2015.7062997 ISBN: 978-1-4799-6223-5 [extrait le 2015-03-17] * abrégé *	1-15	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
A	US 2014/103196 A1 (SOGA MINEKI [JP] ET AL) 17 avril 2014 (2014-04-17) * abrégé * * alinéas [0030] - [0031] *	1-15	
A	FR 2 984 522 A1 (ST MICROELECTRONICS GRENOBLE 2 [FR]) 21 juin 2013 (2013-06-21) * abrégé; figures 4a,4b * * page 8, ligne 25 - page 9, ligne 23 *	1-15	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
19 avril 2016		Mercier, Francois	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1556249 FA 814825**

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 **19-04-2016**

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 2015041625 A1	12-02-2015	GB 2520232 A US 2015041625 A1	20-05-2015 12-02-2015

US 8384883 B2	26-02-2013	AT 483993 T EP 2189805 A1 ES 2354112 T3 JP 5797878 B2 JP 2010122221 A US 2010128246 A1	15-10-2010 26-05-2010 10-03-2011 21-10-2015 03-06-2010 27-05-2010

US 2014103196 A1	17-04-2014	JP 2014081253 A US 2014103196 A1	08-05-2014 17-04-2014

FR 2984522 A1	21-06-2013	FR 2984522 A1 US 2013153754 A1	21-06-2013 20-06-2013
