

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION BELGE

(41) Date de publication : 05/02/2018

(21) Numéro de demande : BE2017/5016

(22) Date de dépôt : 12/01/2017

(62) Divisée de la demande de base :

(62) Date de dépôt demande de base :

(51) Classification internationale : G01S 7/486, G01S 17/89

(30) Données de priorité :

15/01/2016 EP 16151588.7

(71) Demandeur(s) :

SOFTKINETIC SENSORS NV
1050, BRUXELLES
Belgique

(72) Inventeur(s) :

VAN DER TEMPEL Ward
3140 KEERBERGEN
Belgique

VAN NIEUWENHOVE Daniel
1981 HOFSTADE
Belgique

**(54) DISPOSITIF DE DETECTEUR AVEC COURANT MAJORITAIRE ET CIRCUITS DE
COMMANDE DU COURANT**

(57) L'invention concerne un dispositif de détecteur assisté par courant majoritaire, comprenant une couche de semi-conducteur d'un premier type de conductivité, une pluralité de régions de commande du premier type de conductivité, au moins une région de détection d'un second type de conductivité opposé au premier type de conductivité, et une première source pour générer un courant de porteurs majoritaires associé à un champ électrique, caractérisé par le fait qu'il comprend en outre des circuits de commande conçus pour commander la première source et commander individuellement au moins l'un desdits premiers courants de porteurs majoritaires.

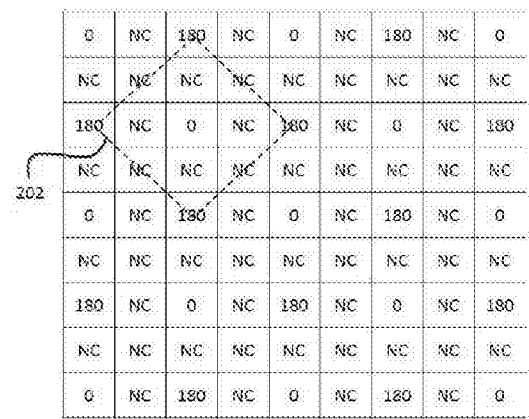


Figure 8

DISPOSITIF DE DETECTEUR AVEC COURANT MAJORITAIRE ET CIRCUITS DE COMMANDE DU COURANT

Domaine technique de l'invention

5

L'invention concerne un dispositif de détecteur assisté par courant majoritaire pour détecter un rayonnement électromagnétique incident sur une couche de semi-conducteur, un courant de porteurs majoritaires étant généré entre deux régions de commande et des porteurs minoritaires photogénérés étant dirigés vers une région de détection sous l'influence d'un champ électrique généré entre les régions de commande.

15 L'invention peut être utilisée dans des imageurs, en particulier des imageurs de temps de vol.

Arrière-plan de l'invention

20 De nos jours, de plus en plus de dispositifs de détection mettent en œuvre des technologies de temps de vol (DDT) pour obtenir des informations de profondeur. Un système de caméra de temps de vol (DDT) basique 3 est illustré sur la Figure 1. Des systèmes de caméra DDT capturent des images 3D d'une scène 15 en analysant le temps de vol de la lumière d'une source de lumière 18 à un objet. Un système de caméra DDT 3 comprend une caméra avec une unité d'éclairage dédiée 18 et des moyens de traitement de données 4.

30

Le principe de fonctionnement d'un système de caméra DDT consiste à éclairer activement la scène 15 avec une lumière modulée 16 à une longueur d'onde prédéterminée à l'aide de l'unité d'éclairage dédiée, par

exemple avec certaines impulsions lumineuses d'au moins une fréquence prédéterminée. La lumière modulée est réfléchiée en retour par des objets dans la scène. Une lentille 2 collecte la lumière réfléchiée 17 et forme une image des objets sur un capteur d'imagerie 1 de la caméra. Selon la distance d'objets à partir de la caméra, un retard apparaît entre l'émission de la lumière modulée, par exemple lesdites impulsions lumineuses, et la réception au niveau de la caméra de ces impulsions lumineuses. Une distance entre des objets réfléchissants et la caméra peut être déterminée en fonction du retard temporel observé et de la valeur constante de la vitesse de la lumière. Dans un autre mode de réalisation plus complexe et fiable, une pluralité de différences de phase entre les impulsions lumineuses de référence émises et les impulsions lumineuses capturées peuvent être déterminées par mesure de corrélation et utilisées pour estimer des informations de profondeur.

La détermination des différences de phase peut être réalisée notamment par des démodulateurs photoniques assistés par courant (CAPD). Le principe des CAPD est expliqué dans EP1513202 et illustré par les Figures 2A-C. Il est basé sur des nœuds de démodulation, les prétendus « dérivations ». Le CAPD représenté sur les Figures 2A-C comprend deux dérivations. Chaque dérivation comprend une région de commande 61, 62 et une région de détection 63, 64. En commandant un potentiel appliqué entre les régions de commande 61 et 62, il est possible de commander la capacité de détection de la dérivation associée. Lorsqu'un photon est incident sur la zone photosensible d'un pixel, une paire électron-trou e^-/h^+ peut être générée à un certain emplacement. La paire électron-trou sera séparée par un champ électrique qui est présent et

qui est associé au courant majoritaire en circulation. Ce champ électrique amènera les porteurs minoritaires photogénérés 66, 69 à dériver dans la direction opposée au courant majoritaire en circulation, c'est-à-dire vers
5 les régions de détection 63, 64, respectivement.

Lorsqu'un pixel comprend plusieurs dérivationes et lorsqu'un potentiel positif est appliqué à une dérivation par rapport aux autres dérivationes, cette
10 dérivation est activée et recevra la majorité des porteurs minoritaires photogénérés dans le pixel, comme illustré par les Figures 2B et C. En appliquant des signaux de pilotage appropriés sur les régions de commande, des mesures de corrélation peuvent être
15 réalisées et la perception de profondeur peut être obtenue.

Un défi concernant les capteurs de temps de vol basés sur des dispositifs de pixel CAPD vise à optimiser
20 le système et le capteur TOF aux besoins des situations et des cas d'utilisation rencontrés. Il est préférable que ces optimisations puissent être réalisées sans changements de matériel et d'une manière dynamique. L'une de ces optimisations vise à ajuster la résolution
25 spatiale du capteur aux besoins de la situation. Par exemple, lorsqu'une forte lumière ambiante est présente dans la situation, cette lumière ajoute des quantités significatives de bruit à la mesure TOF et le système TOF pourrait choisir d'abaisser la résolution spatiale au
30 moyen d'un compartimentage de pixel TOF (ajout ensemble des informations de pixel individuelles) pour obtenir une estimation de profondeur plus précise.

L'invention divulguée présente une manière pour obtenir cette commande de résolution dans le domaine de

charge. Cela signifie qu'un bruit de lecture peut être réduit par rapport à des techniques de compartimentage dans le domaine numérique.

5 Résumé de l'invention

La présente invention concerne un capteur comprenant des pixels collaboratifs sur la base d'un principe CAPD selon la revendication 1.

10

Dans l'état antérieur de la technique, la zone optique de chaque pixel unique dans un capteur est attribuée aux N dérivations (ou régions de détection) du pixel. Des régions de commande (implantations p dans le cas de dispositifs CAPD, grilles de polysilicium dans le cas de dispositifs PMD, etc.) permettent aux dérivations de collecter de façon intermittente les porteurs minoritaires générés dans la zone optique pendant la fenêtre active de chaque dérivation. Dans le cas où le pixel est construit avec uniquement une dérivation, un nœud de décharge ou de drainage est prévu dans le pixel pour décharger les porteurs minoritaires générés dans la fenêtre temporelle à l'extérieur de la fenêtre active de la dérivation. Il s'agit de l'architecture de pixel DDT classique de l'état antérieur de la technique, dans laquelle chaque pixel est un système fermé en théorie si des non-idéalités, telles qu'une hyperluminosité et une diaphonie, ne sont pas prises en compte.

15
20
25

30 La présente invention introduit le concept de pixels collaboratifs, chaque pixel fonctionnant conjointement avec des pixels environnants. Le principe s'applique principalement à des pixels DDT comprenant une

dérivation unique, mais peut s'étendre à plus de dérivations par pixel.

Chaque pixel peut désormais partager au moins
5 une partie ou portion de sa zone optique, ladite zone optique étant également appelée par volume, avec des pixels environnants et, de même, les pixels environnants peuvent partager au moins une partie ou portion de leur zone optique avec au moins la zone optique d'au moins un
10 autre pixel. La région de commande du pixel commande la fenêtre d'activité de la région de détection (ou dérivation). Dans l'état d'activation, la région de détection rassemble des porteuses minoritaires générés dans sa zone optique, mais rassemble également à partir
15 de zones optiques partagées environnantes de pixels dans un état inactif ou d'arrêt. Dans l'état d'arrêt, la zone optique devient disponible pour le rassemblement de porteuses minoritaires par les voisins actifs les plus proches.

20

Par commande minutieuse des signaux de commande de dérivation individuelle, le motif créé par les pixels collaboratifs dans le capteur peut être ajusté. De même, à l'aide du signal de commande adéquate, un pixel
25 pourrait devenir entièrement inactif (par exemple avec un signal de commande Non Connecté) et contourné dans la collaboration. Ceci permet l'ajustement de la résolution réelle du capteur étant donné que la zone de capteur d'image complète est désormais répartie sur moins de
30 dérivations fonctionnelles. Une telle commande minutieuse permet la création de zones de pixel virtuelles se chevauchant (200) en partageant une ou plusieurs parties du volume associé d'un pixel avec un ou plusieurs pixels

voisins, mais elle permet en outre le changement de la zone optique.

Le dispositif de détecteur de pixel de la présente invention peut comprendre des circuits de commande conçus pour commander la première source et commander individuellement au moins l'un desdits premiers courants de porteurs majoritaires. Grâce à cette commande individuelle, un pixel plus grand est créé artificiellement et la structure de pixel fonctionnelle est agrandie à une zone de pixel virtuelle plus grande, similaire à ce qui arriverait si les données des pixels étaient compartimentées ensemble pendant un post-traitement. Cette commande individuelle offre l'avantage de nécessiter uniquement une lecture pour le pixel artificiellement plus grand. Grâce à la commande individuelle, les deux problèmes de temps de lecture et de bruit de lecture élevé sont résolus.

De préférence, le dispositif de détecteur comprend en outre une pluralité de dérivations adjacentes, chaque dérivation comprenant au moins une région de détection et au moins une région de commande, et les circuits de commande sont en outre conçus pour placer deux dérivations adjacentes dans un état de non-détection, en réduisant ou en éliminant un premier courant de porteurs majoritaires associé, pour permettre la redirection des porteurs minoritaires générés sur la région de détection la plus proche. Grâce à cette caractéristique, le compartimentage est réalisé en temps réel et « sur puce ».

Un sélecteur est de préférence mis en œuvre dans le dispositif de détecteur de la présente invention

pour sélectionner une tension prédéterminée V_{mix} à appliquer aux régions de commande par la première source.

Des sélecteurs peuvent également être mis en œuvre sur un niveau de colonne pour attribuer des commandes à des groupes de pixels. Cette définition dynamique du motif peut être obtenue par commande des sélecteurs de niveau de colonne.

La première source peut également être apte à fournir une tension à courant continu (CC), permettant d'obtenir uniquement des champs verticaux.

Brève description des dessins

La présente invention devrait être mieux comprise à la lumière de la description suivante et des dessins annexés.

La Figure 1 illustre le principe de fonctionnement de base d'un système DDT ;

la Figure 2A représente une vue de dessus d'un dispositif selon l'état antérieur de la technique, la Figure 2B et la Figure 2C représentent une vue en coupe transversale du dispositif de la Figure 2A avec deux conditions de courant différentes ;

la Figure 3 représente un exemple du dispositif de détecteur selon la présente invention ;

la Figure 4 représente un exemple supplémentaire du dispositif de détecteur selon la présente invention ;

la Figure 5 représente une famille possible de signaux à utiliser par la première source de la Figure 3 ;

la Figure 6 à la Figure 9 représentent différentes configurations de phase de pixels dans le dispositif de détecteur selon la présente invention ;

la Figure 10 représente un autre exemple du
5 dispositif de détecteur de l'invention ;

la Figure 11 représente un autre exemple du dispositif de détecteur comprenant des filtres optiques selon la présente invention ;

la Figure 12 représente un autre exemple du
10 dispositif de détecteur au moyen duquel des sélecteurs de niveau de colonne permettent différents motifs et/ou modes de compartimentage ;

la Figure 13 représente un autre exemple du
dispositif de détecteur au moyen duquel des sélecteurs de
15 niveau de colonne permettent différents motifs et/ou modes de compartimentage.

Description de l'invention

20 La présente invention sera décrite en référence à un dispositif de détection 300 également appelé CAPTEUR. Le dispositif de détection 300 contient des PIXELS 125 également désignés par PIXEL. Généralement, le Pixel 125 contient au moins 1 DERIVATION, comportant au
25 moins 1 région de détection et au moins 1 région de commande également désignée par DERIVATION.

L'invention sera également expliquée en référence à un substrat et une couche épitaxiale de
30 type p, mais la présente invention comprend, dans son cadre, un dispositif complémentaire par lequel des régions p et n deviennent des régions n et p, respectivement. L'homme du métier peut réaliser une telle modification sans s'éloigner de l'esprit de l'invention.

Il devrait également être compris que les termes n, p, n+, p+ et p-, puits n, puits p, puits n profond et puits p profond sont bien connus par l'homme du métier. Les termes n, p, n+, p+ et p- se réfèrent à
5 des plages de niveaux de dopage dans des matériaux de semi-conducteur bien connus par l'homme du métier.

Les termes n et p se réfèrent à des régions dopées n et dopées p, généralement des régions dopées en
10 arsenic et bore, respectivement. n+, p+ se réfèrent à des régions de contact peu profondes hautement dopées pour PUIITS N et PUIITS P, respectivement. p- se réfère à une région de type p faiblement dopée telle que PUIITS P.

15

La présente invention concerne des modes de réalisation se rapportant à la fois à des dispositifs d'éclairage côté avant (FSI) et d'éclairage côté arrière (BSI). Les dispositifs d'éclairage côté avant et
20 d'éclairage côté arrière sont définis en se référant à l'emplacement des circuits sur la puce par comparaison avec la lumière incidente. FSI signifie un dispositif où la lumière est incidente sur le même côté que les circuits. Avec FSI, la lumière tombe sur le côté avant
25 des circuits, et passe à travers les circuits de lecture et réalise une interconnexion avant d'être collectée dans le photodétecteur. Au contraire, BSI signifie un dispositif où la lumière est incidente sur l'autre côté, où les circuits ne sont pas présents, c'est-à-dire sur le
30 côté arrière. L'idée principale derrière le fait d'utiliser une structure BSI est qu'aucune lumière n'est perdue pendant le passage à travers les circuits.

La Figure 3 représente un exemple d'un dispositif de détecteur selon la présente invention.

Le dispositif de détecteur 300 de la présente invention est assisté par courant majoritaire pour détecter un rayonnement électromagnétique. Le rayonnement peut être un quelconque type de rayonnement, mais de préférence une lumière dans la plage visible ou un rayonnement infrarouge.

10

Le dispositif de détecteur 300 comprend une couche de semi-conducteur 106 sur laquelle un rayonnement électromagnétique peut être incident pour générer, à l'intérieur de celle-ci, des paires de porteurs majoritaire et minoritaire 121. La couche de semi-conducteur 106 est dopée avec un dopant d'un premier type de conductivité, un dopant p dans l'exemple de la Figure 3. Cette couche de semi-conducteur 106 est de préférence dopée p.

20

Le dispositif de détecteur 300 comprend en outre au moins deux régions de commande 100, 115 formées dans la couche de semi-conducteur 106. Les régions de commande 100, 115 sont dopées p dans le mode de réalisation à titre d'exemple. Les régions de commande peuvent comprendre une région de diffusion p+ 100 et un puits p 115, de telle sorte que la région de diffusion p+ 100 et le puits p 115 forment ensemble la région de commande.

30

Une première source V_{mix} est fournie pour générer au moins un premier courant de porteurs majoritaires 104 dans la couche de semi-conducteur 106 entre des paires de régions de commande, les premiers

courants de porteurs majoritaires 104 étant associés à un premier champ électrique respectif. Cette source V_{mix} peut être une source de tension à courant alternatif (CA) ou une source de tension à courant continu (CC), comme cela sera expliqué ultérieurement. Cette source V_{mix} est définie dans ce document comme une source de tension, mais peut également être mise en œuvre comme une source de courant. Toutes les sources de tension décrites dans le reste de ce document (110, 111) pourraient également être remplacées par des sources de courant. Bien que des sources de tension soient préférées, des sources de courant ont des avantages par rapport à leur impédance de sortie et, par conséquent, peuvent également présenter des avantages.

15

Le dispositif de détecteur comprend en outre au moins une région de détection 101, 116 formée dans la couche de semi-conducteur 106 et qui est dopée avec un dopant d'un second type de conductivité opposé au premier type de conductivité, c'est-à-dire un dopant n ici, pour former une jonction et collecter des porteur minoritaires générés. Sur la Figure 3, deux régions de détection 101, 116 sont représentées, mais l'invention n'est pas limitée à celles-ci et pourrait être mise en œuvre avec uniquement une région de détection, par exemple. Les porteurs minoritaires sont dirigés vers la région de détection 101, 116 sous l'influence du premier champ électrique respectivement associé à l'au moins un premier courant de porteurs majoritaires 104. Les régions de détection peuvent comprendre une région de diffusion n+ 101 et un puits n 116 de telle sorte que la région de diffusion n+ 101 et le puits n 116 forment ensemble la région de détection.

Les régions de détection et les régions de commande sont associées dans des dérivations, une dérivation comprenant au moins une région de détection et au moins une région de commande. Dans la présente divulgation, on supposera que chaque pixel 125 du dispositif de détecteur 300 comprend une dérivation. En pratique, le pixel 125 peut comprendre plus qu'une dérivation (par exemple 2 dérivations, 4 dérivations, ...). Un pixel comprend tous les éléments encerclés par la ligne en pointillé 125 sur la Figure 3.

Chaque pixel 125 peut en outre avoir la propriété selon laquelle une ou plusieurs parties de son volume associé sont partagées avec un ou plusieurs pixels voisins, et, de manière similaire, au moins une ou plusieurs parties du volume associé d'un ou plusieurs pixels voisins sont également partagées avec ledit pixel. Le résultat est que des pixels virtuels avec une zone de pixels virtuels sont formés, moyennant quoi la limite du pixel virtuel est le bord du volume total qui peut être associé à chaque pixel. En raison de l'existence du partage de volume entre des pixels, le volume du pixel virtuel est généralement plus grand que le volume du pixel 125. Cette propriété de partage de volume dépend des signaux de commande appliqués et peut changer au cours du temps étant donné que différents signaux de commande sont appliqués pendant le fonctionnement du dispositif.

Dans cette invention, des pixels peuvent travailler ensemble pour obtenir une capacité de détection modulée. Des courants de porteurs majoritaires circulant entre des régions de commande de pixel d'état d'activation et d'arrêt forment des champs électriques

entre ces pixels qui, en fonction de la polarité du courant et du champ, poussent des porteurs minoritaires à l'opposé de la région de détection et hors de la zone optique du pixel d'arrêt ; ou, dans l'état d'activation, attirent des porteurs minoritaires dans la zone optique et vers la région de détection du pixel d'état d'activation. Un troisième état NC (Non Connecté) par lequel le pixel n'influence pas le champ dans le substrat peut être considéré, par exemple, en forçant le courant de porteurs majoritaires de région de commande à 0, rendant le pixel transparent, ce par quoi la zone optique de ce pixel est utilisée par et partagée avec un quelconque courant de porteurs majoritaires de passage créé par d'autres groupes de pixels d'activation/arrêt en interaction. De nombreux autres états peuvent être considérés pour effectuer des variantes de sensibilité à l'aide de la flexibilité de courant de porteurs majoritaires, le reste de ce document se limitera à l'explication de l'état d'activation/arrêt/NC.

20

Au moyen des régions de commande, les pixels peuvent être dans un état d'activation/arrêt/NC, mais également dans un élément d'état intermédiaire d'un ensemble continu d'états. Dans le cas où le pixel comporte plus que 1 dérivation, chaque dérivation aura un état.

Les régions de commande des pixels du dispositif de détecteur 300 peuvent être organisées en groupes d'au moins 1 pixel, formant un motif, les régions de commande de pixels dans le même groupe ayant le même état de commande.

30

Chaque groupe de pixels, comprenant au moins un pixel, peut en outre comprendre des circuits de commande pour appliquer l'état souhaité aux régions de commande du groupe. L'état appliqué est généralement un signal
5 dynamique.

Le dispositif de détecteur 300 peut en outre comprendre des moyens d'isolation 103, formés dans la couche de semi-conducteur 106 pour accroître la
10 résistance de trajet en déviant le premier courant de porteurs majoritaires 104 généré par la première source V_{mix} entre des pixels avec des régions de commande d'activation et d'arrêt et, par conséquent, réduire l'amplitude dudit premier courant de porteurs
15 majoritaires 104 et, par conséquent, réduire la consommation d'énergie du dispositif de détecteur 300. Ces moyens d'isolation peuvent comprendre au moins une région de caisson d'isolation 103, qui peut être disposée à divers emplacements entre les pixels.

20

Les régions de caisson d'isolation 103 ou barrières d'isolation peuvent être mises en œuvre dans de nombreuses manières différentes, par exemple par des techniques de gravure, telles qu'une gravure de tranchée
25 profonde ou peu profonde, ou par mise en œuvre de barrières d'isolation appliquées avant une croissance de couches épitaxiales. Le plus important est qu'elles augmentent la résistance du trajet de courant de porteurs majoritaires entre des groupes de pixels
30 d'activation/arrêt.

Cette barrière 103 peut être traitée dans un certain nombre de manières pour éviter une fuite le long de la barrière sous la forme d'états de surface et de

surface gravée à fuite. Pour éviter ceci, le caisson d'isolation 103 peut être, par exemple, une gravure profonde, avec un isolant 1001 entre la surface de silicium de la gravure. Il peut s'agir, par exemple, mais
5 sans s'y limiter, d'un oxyde de silicium et, par exemple (mais sans s'y limiter) d'un bouchon de polysilicium 1002 dans le caisson gravé, qui permet de polariser le potentiel du bouchon de polysilicium pour éviter la formation de canal sur la surface de gravure, comme
10 illustré sur la Figure 4. Les moyens d'isolation 103 sont de préférence polarisés avec un potentiel. La région de caisson d'isolation ou la région de caisson d'isolation profonde peut être remplie avec un semi-conducteur ou matériau électro-conducteur de telle sorte qu'une tension
15 peut être appliquée.

Le dispositif de détecteur 300 de la présente invention peut comprendre au moins une région de caisson d'isolation supplémentaire 150 formée au niveau du côté
20 arrière de la couche de semi-conducteur 106, comme illustré sur la Figure 4. La fonction de ces régions de caisson d'isolation supplémentaires 150 est d'empêcher des faisceaux lumineux pénétrant plus profondément d'entrer dans des régions de pixel adjacentes en ajustant
25 l'indice de réfraction du matériau de remplissage de caisson par rapport à l'indice de réfraction du silicium.

Les régions de caisson d'isolation 103, 150, formées dans le côté avant de la couche de semi-
30 conducteur ou à la fois dans le côté avant et dans le côté arrière de la couche de semi-conducteur, peuvent comprendre des régions de caisson d'isolation profondes et/ou des régions de caisson d'isolation très profondes.

De préférence, l'épaisseur de la couche de semi-conducteur est adaptée pour un éclairage côté arrière (BSI) et la région de détection 101, 116, les régions de commande 100, 115 (et les moyens
5 d'isolation 103, s'ils sont présents) sont formées dans le côté avant de la couche de semi-conducteur 106.

Davantage de préférence, une seconde source V_{bias} 111 est mise en œuvre dans le dispositif de
10 détecteur 300 pour générer un second courant de porteurs majoritaires 105 dans la couche de semi-conducteur 106 entre au moins une région de commande 100, 115 formée dans le côté avant de la couche de semi-conducteur 106 et le côté arrière de la couche de semi-conducteur 106.
15 Ledit second courant de porteurs majoritaires 105 est associé à un second champ électrique respectif. Les porteurs minoritaires générés sont dirigés vers le côté avant de la couche de semi-conducteur 106 sous l'influence du second champ électrique respectivement
20 associé à l'au moins un second courant de porteurs majoritaires 105.

Le côté arrière du dispositif de détecteur 300 peut comprendre une couche de passivation 107 formée sur
25 le côté arrière de la couche de semi-conducteur 106 et qui est dopée avec un dopant du premier type de conductivité, par exemple une couche dopée p+ 107. Ceci aide à diffuser le champ appliqué à l'aide de la source 111.

30

Une autre possibilité est d'avoir une couche épitaxiale faiblement dopée sur le dessus d'un substrat hautement dopé. Ce substrat peut ensuite également servir

à diffuser la tension appliquée à l'aide de la source 111 et pourrait être aminci pour réduire l'épaisseur.

Le dispositif de détecteur 300 peut en outre
5 comprendre au moins une région de contact 108 formée sur le côté arrière de la couche de semi-conducteur 106 et qui est dopée avec un dopant du premier type de conductivité. Le second courant de porteurs majoritaires 105 est généré par la seconde source 111
10 dans la couche de semi-conducteur 106 entre l'au moins une région de commande 100, 115 formée dans le côté avant de la couche de semi-conducteur 106 et ladite région de contact 108.

15 Un autre moyen pour entrer en contact avec le côté arrière pourrait être une structure de puits p profond au niveau du côté avant, assez profonde pour se connecter à la couche de passivation. Par conséquent, ce puits p peut être polarisé à partir du côté avant et
20 permet d'appliquer et de commander l'intensité du second champ électrique. Ainsi, la couche de passivation 107 peut être mise en contact à l'aide d'un puits profond formé dans le côté avant de la couche de semi-conducteur 106.

25 Il devrait être compris que, même sans mettre en œuvre de tels éléments 107, 108 et 111, le fonctionnement du dispositif de détecteur 300 dans une configuration BSI est possible, étant donné qu'un champ électrique intégré est généralement présent verticalement
30 dans le dispositif 300. Ces éléments sont éventuellement mis en œuvre pour améliorer le second champ électrique.

Les sources de tension V_{mix} 110 et V_{bias} 111 invoquent le guidage de champs dans la couche de semi-

conducteur. V_{mix} est appliqué sur des pixels adjacents tels que représentés, tandis que V_{bias} induit un delta de tension entre le côté avant et le côté arrière de la couche de semi-conducteur 106. Ces sources de tension 110 et 111 induisent des premiers courants de porteurs majoritaires 104 entre les pixels, et des seconds courants de porteurs majoritaires 105 de l'avant vers l'arrière, respectivement. Un champ électrique est induit en opposition avec la détection de courant. Lorsque la lumière atteint la couche de semi-conducteur 106 depuis le côté arrière, des paires électron-trou 121 sont générées. Le trou circule avec le courant majoritaire induit, vers le côté arrière, tandis que l'électron est guidé vers le côté avant. Une fois à proximité du côté avant, l'électron sera entraîné vers le pixel avec la diffusion p+ la plus polarisée 100, où il entrera dans la diffusion n+ adjacente 101 et entrera dans le circuit de lecture de pixel 120 en vue d'un traitement supplémentaire. Ce circuit 120 peut être un circuit 3T, 4T ou un autre circuit de lecture de pixel. Les circuits de traitement 120 peuvent être conçus pour échantillonner une valeur liée à la charge de porteurs minoritaires collectée par les régions de détection et pour traiter ladite valeur et délivrer des données de temps de vol.

25

L'invention permet une organisation intelligente de structures de pixels et permet l'amélioration de procédés de compartimentage dans des imageurs DDT. Le compartimentage est l'ajout ensemble des informations de pixel individuelles, généralement pour améliorer le rapport signal-sur-bruit des informations compartimentées. Les informations peuvent, par exemple, être représentées en électrons, courant, tension ou nombres numériques.

30

La Figure 5 représente une famille possible de signaux à utiliser par la source V_{mix} 110 de la Figure 3. Dans ce cas, le signal fait osciller l'état de la région de commande entre un état d'activation et d'arrêt avec
5 une certaine fréquence et une certaine phase. En variante, le signal de commande pourrait commuter entre d'autres états prédéfinis, tels que NC (non représenté). Par conséquent, le volume de détecteur associé change au
10 cours du temps et dépend des signaux de commande du pixel et de ses pixels environnants. Bien qu'une plage quelconque de retards de phase/temps (en secondes ou $0-360^\circ$) et de formes de signal (sinusoïdale, PRBS, en dents de scie, carrée, ...) peut être utilisée, nous utiliserons
15 dans cette description des ondes carrées et des combinaisons de retards de phase de $0^\circ/90^\circ/180^\circ/270^\circ$, où le signal 0° est généralement utilisé pour le signal lumineux modulé.

20 La Figure 6 représente un schéma sur la façon d'organiser le pixel dans un dispositif de détecteur, par exemple un imageur DDT, un motif de damier étant utilisé, appliquant des signaux déphasés de 0° et 180° . Les pixels marqués avec un 0 sont reliés à une borne de la
25 source V_{mix} 120 représentée sur la Figure 3, tandis que des pixels marqués avec 180 sont reliés à l'autre côté. Dans un fonctionnement typique, deux mesures sont prises : une avec un retard de phase de 0 et 180 degrés, puis une avec une mesure déphasée de 90 et 270 degrés.

30 On peut noter que, pour cette configuration en particulier, chaque région de commande est à tout moment entourée par des régions de commande avec un autre signal de commande. Par exemple, comme représenté sur le dessin, chaque région de commande polarisée avec un déphasage de

0 degré est entourée avec 4 pixels avec un déphasage de 180 degrés, par conséquent, dans ce mode de réalisation, chaque région de commande est entourée avec des régions de commande avec un signal de commande en opposition de phase. En d'autres termes, lorsqu'un pixel est dans l'état d'activation, ses pixels environnants sont tous dans l'état d'arrêt, et inversement. De nombreuses autres configurations peuvent être envisagées, par exemple où toutes les colonnes ou rangées ont le même signal de commande (par exemple, déphasage de 0 degré) et chaque autre rangée ou colonne change de déphasage (par exemple, déphasage de 180 degrés) ou d'autres configurations telles que représentées sur les dessins suivants (par exemple, Figure 7, comme cela sera décrit ci-dessous).

15

Pour un pixel, la zone de pixel virtuel 200 est représentée, laquelle s'étend au-delà d'une cellule individuelle. Cette zone de pixel virtuel est similaire pour tous les pixels dans le réseau et résulte des lignes de champ s'étendant à l'extérieur des limites de pixel lors d'une proximité à la surface sensible, comme représenté sur la Figure 3. Par conséquent, la zone de pixel virtuel d'un pixel chevauche la zone de pixel virtuel d'un ou plusieurs pixels voisins.

25

Comme toutes les informations acquises se chevauchent, on peut souhaiter réaliser un post-traitement pour calculer les données déphasées de 0, 90, 180, 270 degrés isolées par pixel. Ceci peut généralement être réalisé à l'aide des données de pixels environnants dans le temps et l'espace, par exemple, en réalisant une interpolation simple, en utilisant des valeurs médianes ou moyennes ou en choisissant des combinaisons de données

30

basées sur des informations supplémentaires, telles que des gradients/bords ou un mouvement détecté.

Dans des capteurs de couleur classiques, des concepts similaires existent pour obtenir des données de couleur par pixel, appelés dé-mosaïquage, où ils sont généralement utilisés pour obtenir des données Rouge, Verte, Bleue par pixel, comme cela est connu par l'homme du métier.

10 L'organisation d'un imageur DDT d'une telle manière permet d'utiliser la totalité de la lumière incidente, étant donné qu'elle est capturée à tout moment dans un nœud de détecteur, mais ne nécessite pas un nombre élevé de dérivations dans chaque pixel, ce qui
15 nécessiterait une structure de pixel plus grande. Cette capacité de configuration de la zone de pixel virtuel est obtenue en réorganisant les champs électriques dans le CAPD tel que discuté ci-dessus.

20 En résumé, il peut être préféré de concevoir un capteur d'image comprenant une pluralité de dispositifs de détecteur, le capteur d'image étant conçu pour mettre en œuvre cette étape de dé-mosaïquage supplémentaire pour calculer des données de pixel individuelles à partir des
25 données de pixel se chevauchant obtenues.

Un autre schéma est représenté sur la Figure 7, où les données associées à 0, 90, 180, 270 degrés sont obtenues en parallèle en pilotant les différents signaux
30 V_{mix} déphasés vers différents pixels dans l'imageur.

Afin d'augmenter le rapport signal-sur-bruit, il est important d'avoir des mécanismes flexibles pour compartimenter des données de pixel ensemble, créant un

pixel plus grand. Le dispositif de détecteur 300 de la présente invention résout ce problème spécifique, de la façon suivante.

5 Sur la Figure 8, un schéma est représenté, sur lequel plusieurs pixels sont placés dans un état Non Connecté (= NC), interagissant ainsi le moins possible avec le courant de porteurs majoritaires et le champ électrique associés aux pixels fonctionnels restants. Par
10 conséquent, des porteurs minoritaires créés par incidence de lumière ou d'autres phénomènes de génération sont transportés par le présent champ électrique. La zone optique des pixels NC fait alors partie des groupes de pixels d'activation/arrêt fonctionnels dont le champ
15 électrique passe à travers le pixel NC. Par conséquent, la structure de pixel fonctionnelle est agrandie à une zone de pixel virtuel 202, similaire à ce qui arriverait si des pixels étaient compartimentés ensemble sur le domaine de charge, nécessitant ainsi moins de lectures de
20 pixel.

Pour mieux illustrer le concept, sur la Figure 9, un pixel encore plus grand avec une zone de pixel virtuel 203 est obtenu en plaçant plus de pixels
25 dans l'état NC. Concrètement, une forme ou structure quelconque de NC par rapport à des pixels connectés peut être réalisée, la lumière entrant au-dessus de la structure de pixel NC étant répartie de façon égale sur les pixels connectés environnants.

30

Ces états de compartimentage peuvent être décidés lors de l'exécution en configurant des pixels dans l'état NC, tandis que d'autres sont maintenus en fonctionnement. Ceci permet une approche de

compartimentage très flexible, configurable lors de l'exécution.

Les Figures 8 et 9 représentent des configurations de mesure à 0 et 180 degrés. Evidemment, des mesures à 90 et 270 degrés pourraient être de nouveau obtenues dans des mesures ultérieures, ou en configurant le schéma de pixel pour l'obtenir en parallèle, par exemple comme illustré sur la Figure 7.

10

L'état NC pourrait ne pas être connecté, mais pourrait également être connecté de manière minimale avec une tension plus faible ou une tension différente. L'idée de cet état est de placer des pixels dans un état de non-détection et de permettre la redirection des porteurs minoritaires générés dans ces pixels, ici des électrons, vers la région de détection la plus proche.

L'état de non-détection desdits pixels peut être obtenu en déconnectant leurs régions de commande de telle sorte que le premier courant de porteurs majoritaires associé (104) est éliminé.

En variante, l'état de non-détection desdits pixels peut être obtenu en connectant leurs régions de commande à une tension prédéterminée de telle sorte que le premier courant de porteurs majoritaires associé (104) est réduit, la tension prédéterminée étant inférieure à une tension utilisée dans un état de détection. En d'autres termes, au lieu de placer le pixel dans un état NC dans lequel il ne participerait pas, le pixel peut être placé dans un état dans lequel il participerait encore, mais recevrait moins de signal, créant ainsi un pixel avec une sensibilité réduite. Ceci peut être

avantageux pour créer une plage plus dynamique ou permettre une robustesse de lumière ambiante.

En outre, une commande supplémentaire des
5 pixels individuels ou des groupes de pixels peut être
nécessaire et/ou bénéfique dans le cas d'agrandissement
de la zone de pixel virtuel en désactivant les pixels au
milieu. Par exemple, une commande supplémentaire de la
ligne de réinitialisation peut être prévue à l'endroit où
10 les détecteurs de pixels non utilisés sont laissés
saturés de telle sorte qu'ils ne peuvent plus piéger de
porteurs minoritaires. Essentiellement, ceci sert ensuite
d'alternative pour placer un pixel dans l'état NC. Cette
commande peut être mise en œuvre par pixel, ou groupes de
15 pixels, ou sur niveau de colonne ou niveau de rangée, par
groupes de rangées ou colonnes ou sur un niveau de puce.

Le dispositif de détecteur 300 de la présente
invention peut comprendre des circuits de commande conçus
20 pour commander la première source (110) et commander
individuellement au moins l'un desdits premiers courants
de porteurs majoritaires (104).

En outre, le dispositif de détecteur 300 de la
25 présente invention peut comprendre une pluralité de
pixels adjacents, chaque pixel comprenant au moins une
région de détection et au moins une région de commande.
Les circuits de commande peuvent en outre être conçus
pour placer des groupes d'au moins 1 pixel dans un état
30 d'activation, d'arrêt, NC ou un autre état de détection
ou de non-détection, en réduisant, éliminant ou inversant
un premier courant de porteurs majoritaires associé (104)
pour permettre la redirection des porteurs minoritaires
générés vers la région de détection la plus proche.

Les circuits de commande peuvent également être conçus pour annuler temporellement au moins l'un desdits premiers courants de porteurs majoritaires déviés 104 en pilotant la source V_{mix} de façon appropriée.

Les circuits de commande peuvent également être conçus pour réduire ou éliminer les dérivations associées participant à la détection des porteurs minoritaires générés, comme expliqué.

Sur la Figure 10, un autre exemple du dispositif de détecteur 300 de la présente invention est représenté. La Figure 10 explique la mise en œuvre pratique de mesures DDT et de compartimentage de données. Dans ce mode de réalisation, dans chaque pixel, un commutateur de sélection 160 est mis en œuvre pour sélectionner une tension prédéterminée V_{mix} à appliquer aux régions de commande 115, grâce à la première source 110. Grâce au sélecteur 160, lors du fonctionnement DDT du dispositif, plusieurs signaux de modulation différents peuvent faire fonctionner les régions par l'intermédiaire des sources de tension V_{mix} 110, pour obtenir les signaux de corrélation DDT requis (par exemple 0° , 90° , 180° , 270°). Dans chaque pixel, le sélecteur 160 est mis en œuvre pour sélectionner le signal de modulation piloté vers la région de commande de guidage, ou sélectionner le nœud NC, permettant l'opération de compartimentage telle que présentée sur les Figures 8 et 9. Si un élément de mémoire est présent dans chaque pixel pour permettre une sélection par pixel du signal, des motifs de compartimentage arbitraires peuvent être mis en œuvre.

Lorsque l'éclairage de zones spécifiques peut être allumé/éteint lors de l'exécution, on pourrait construire un système dans lequel l'éclairage de zones spécifiques est allumé/éteint conjointement avec les zones de capteur qui sont allumées/éteintes. Un type d'éclairage qui pourrait obtenir ceci est un réseau VCSEL.

En outre, certaines zones dans lesquelles la lumière est uniquement détectée et non démodulée pourraient être envisagées, en sélectionnant une tension CC (non représentée). Ceci permet de créer un mode de fonctionnement non-DDT, attirant la lumière dans un mode continu.

Les circuits de commande ou les commutateurs de sélection peuvent également être disposés sur un niveau de colonne et/ou de rangée, être par unité ou groupes d'unités ou sur un niveau global.

La Figure 12 représente un mode de réalisation de l'invention au moyen duquel, par l'intermédiaire de la commande de sélecteur de niveau de colonne, l'agencement du dispositif de détecteur peut être modifié. Dans cet exemple représenté sur la Figure 12, il est possible en modifiant l'état des sélecteurs de passer d'un agencement en damier de détecteurs DDT 0/180 à un agencement en colonnes de détecteurs DDT 0/180.

La Figure 13 représente un autre mode de réalisation de l'invention au moyen duquel, par l'intermédiaire de la commande de sélecteurs de niveau de colonne, l'agencement du dispositif de détecteur peut être modifié. Dans cet exemple représenté sur la

Figure 13, il est possible en modifiant l'état des sélecteurs de passer d'un agencement en damier avec un pas de pixel virtuel de X à un agencement en damier de résolution plus faible avec un pas de pixel virtuel de $X*2$ avec des zones optiques compartimentées, par le biais du réglage des sélecteurs.

Sur la Figure 11, un autre exemple du dispositif de détecteur de la présente invention est représenté. Une mise en œuvre RVBZ est représentée, dans laquelle certains filtres optiques sont appliqués sur le dessus du côté avant ou du côté arrière de la couche de semi-conducteur, selon la configuration FSI ou BSI, pour uniquement faire passer, par exemple, la lumière Rouge + IR (représentée par R sur la Figure 11), la lumière Verte + IR (représentée par V sur la Figure 11), la lumière Bleue + IR (représentée par B sur la Figure 11), la lumière IR (représentée par D sur la Figure 11). Après l'opération DDT normale acquérant les données Z tel que décrit précédemment et qui peut être réalisée à un moment différent ou dans différents pixels, l'invention peut également être optimisée pour une imagerie régulière. A cet effet, la première source 110 est apte à connecter toutes les zones de commande au même potentiel, désactivant l'opération DDT et permettant à des données d'intensité RVB et IR d'être mieux isolées par pixel. Ceci permet d'obtenir uniquement des champs verticaux, induits par des champs intégrés et une source de tension 111. Ceci aide à induire uniquement un mouvement vertical par rapport aux électrons et à conserver la position latérale dans laquelle la paire électron-trou a été photogénérée. Ceci évite ainsi le mélange des électrons générés sous les différents filtres qui pourraient être appliqués sur le dessus de chaque cellule

individuelle (Rouge, Verte, Bleue, IR, Rouge+IR,
Verte+IR, Bleue+IR, ...).

FIGURES

Figure 1

Timing Generator

Générateur de synchronisation

5 CPU

Unité centrale de traitement

Figure 3

Light

Lumière

Pixel circuit

Circuit de pixel

10

Figure 4

Light

Lumière

Figure 5

15 Time

temps

Figure 10

Light

Lumière

Pixel circuit

Circuit de pixel

20

Figure 11

R

R

G

V

B

B

25 D

D

REVENDICATIONS

1 - Dispositif de détecteur (300) assisté par courant majoritaire pour la détection d'un rayonnement
5 électromagnétique comprenant :

- une couche de semi-conducteur (106) sur laquelle un rayonnement électromagnétique peut être incident pour générer, à l'intérieur de celle-ci, des paires de porteurs majoritaire et minoritaire (121) et
10 qui est dopée avec un dopant d'un premier type de conductivité ;

- au moins deux pixels (125), comprenant chacun :

- au moins une région de commande (100, 115)
15 formée dans la couche de semi-conducteur (106), qui est dopée avec un dopant du premier type de conductivité ;

- au moins une région de détection (101, 116) formée dans la couche de semi-conducteur (106) et qui est dopée avec un dopant d'un second type de conductivité
20 opposé au premier type de conductivité, pour former une jonction et collecter des porteurs minoritaires générés ;

- une première source (110) pour générer une pluralité de premiers courants de porteurs majoritaires (104) dans la couche de semi-conducteur (106) entre des
25 régions de commande (100, 115), les premiers courants de porteurs majoritaires (104) étant associés à un premier champ électrique respectif ;

- les porteurs minoritaires étant répartis entre les régions de détection (101, 116) des au moins
30 deux pixels sous l'influence du premier champ électrique respectivement associé à l'au moins un premier courant de porteurs majoritaires (104),

le dispositif de détecteur étant en outre caractérisé par le fait qu'une ou plusieurs parties du

volume associé d'un pixel sont partagées avec un ou plusieurs pixels voisins créant des zones de pixel virtuel se chevauchant (200).

5 2 - Dispositif de détecteur selon la revendication 1 qui est en outre caractérisé par le fait que le volume associé d'un pixel change au cours du temps.

10 3 - Dispositif selon la revendication 2 en outre caractérisé par le fait que les régions de commande sont organisées de telle sorte qu'une région de commande comprend, parmi ses régions de commande voisines, au moins une région de commande avec un signal de commande
15 différent.

 4 - Dispositif selon la revendication 3, dans lequel les régions de commande sont organisées de telle sorte que chaque rangée ou colonne de régions de commande
20 a le même signal de commande.

 5 - Dispositif selon la revendication 3, dans lequel les régions de commande sont organisées de telle sorte que chaque région de commande est entourée par
25 régions de commande en opposition de phase.

 6 - Dispositif selon la revendication 1, dans lequel le dispositif de détecteur (300) comprend en outre des circuits de commande conçus pour commander la
30 première source (110) et commander individuellement au moins l'un desdits premiers courants de porteurs majoritaires (104).

7 - Dispositif selon la revendication 1, comprenant en outre une pluralité de dérivations adjacentes, chaque dérivation comprenant au moins une région de détection et au moins une région de commande ;
5 et

dans lequel les circuits de commande sont en outre conçus pour placer une dérivation dans un état de non-détection ou de sensibilité réduite, en réduisant, éliminant ou inversant un premier courant de porteurs
10 majoritaires associé (104), pour permettre la redirection des porteurs minoritaires générés vers la région de détection la plus proche.

8 - Dispositif de détecteur (300) selon l'une
15 quelconque des revendications précédentes, comprenant en outre de multiples sélecteurs (160) pour sélectionner une tension prédéterminée V_{mix} à appliquer à une ou plusieurs régions de commande (115) par la première source (110).

20 9 - Dispositif de détecteur (300) selon la revendication 8, dans lequel le sélecteur est partagé entre de multiples pixels.

10 - Dispositif de détecteur (300) selon la
25 revendication 8, dans lequel le sélecteur est partagé par colonne ou rangée.

11 - Dispositif de détecteur (300) selon la revendication 8, dans lequel chaque pixel a un sélecteur.
30

12 - Dispositif de détecteur (300) selon la revendication 11, dans lequel un signal de commande supplémentaire est prévu par pixel ou par multiple de

pixels, le signal de commande supplémentaire étant le signal de réinitialisation de pixel.

13 - Dispositif de capteur constitué de
5 dispositifs de détecteur (300) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les fils de commande de région de commande sont connectés d'une façon permettant une commutation dynamique entre des motifs de pixel de modulation.

10

14 - Dispositif de détecteur (300) selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, comprenant en outre des circuits de traitement (120) conçus pour échantillonner une valeur associée à la charge de
15 porteurs minoritaires collectée par au moins une région de détection (101, 116) et pour traiter ladite valeur et délivrer des données de temps de vol.

15 - Dispositif de détecteur (300) selon l'une
20 quelconque des revendications 1 à 14, comprenant en outre des filtres optiques (R ; V ; R ; D) sur le dessus du côté avant ou du côté arrière de la couche de semi-conducteur (106).

25 16 - Dispositif de détecteur (300) selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, dans lequel la première source (110) est conçue pour fournir une tension à courant continu.

30 17 - Capteur d'image comprenant une pluralité de dispositifs de détecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, dans lequel le capteur d'image est conçu pour mettre en œuvre une étape de dé-mosaïquage supplémentaire pour calculer des données de pixel

individuelles à partir des données de pixel se chevauchant obtenues.

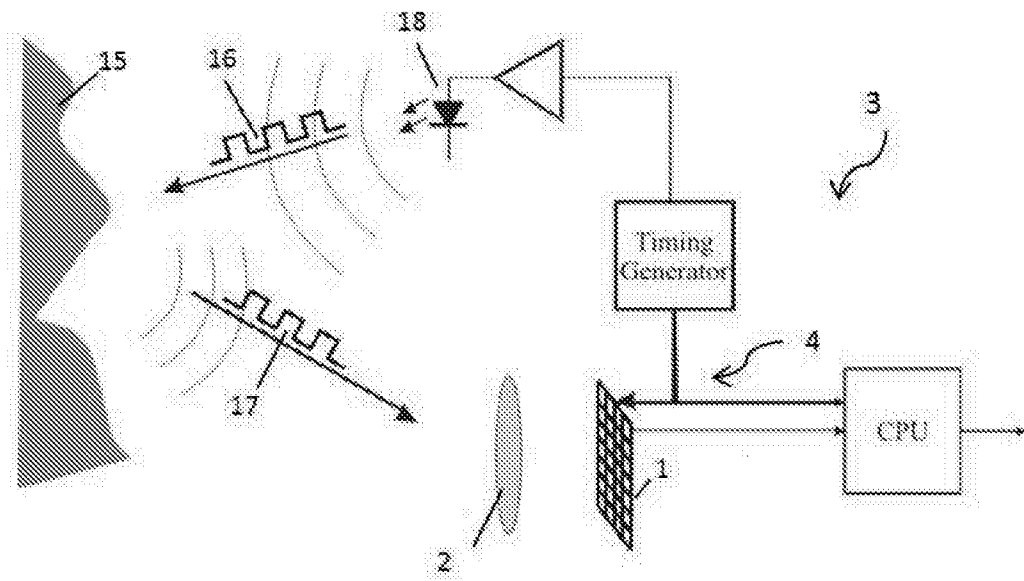


Figure 1

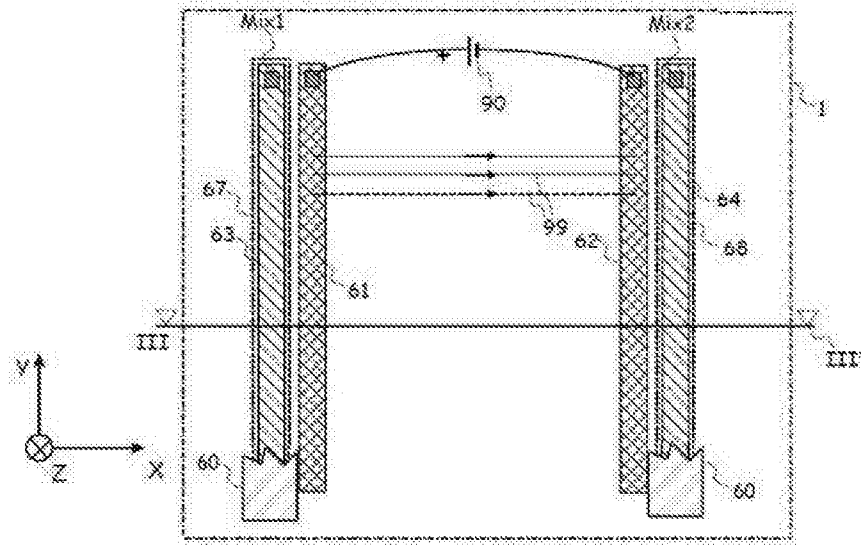


Figure 2 A

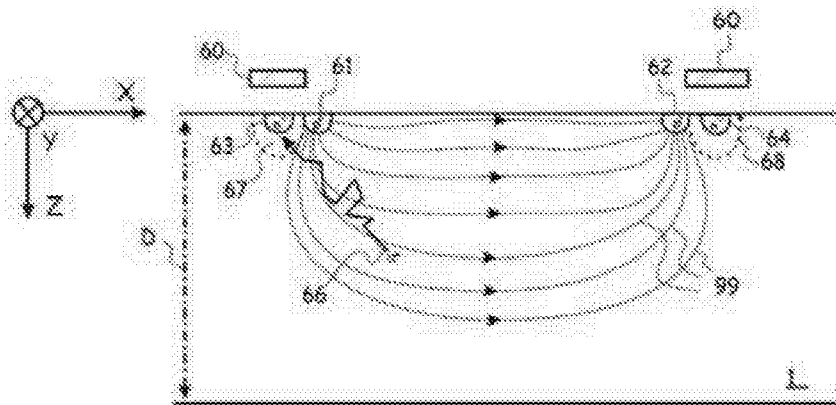


Figure 2 B

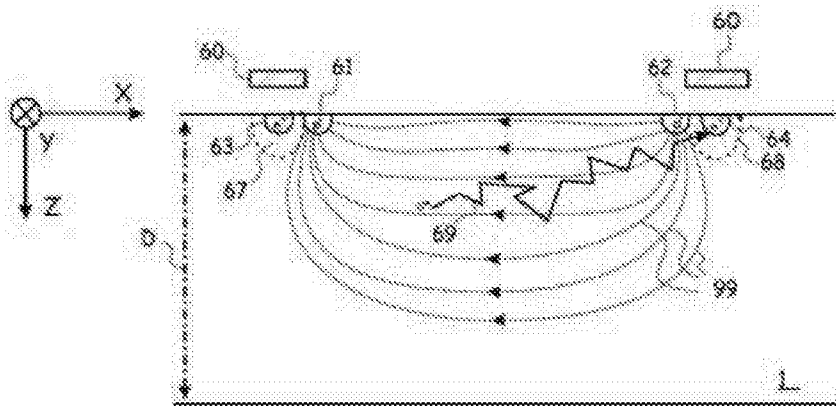


Figure 2 C

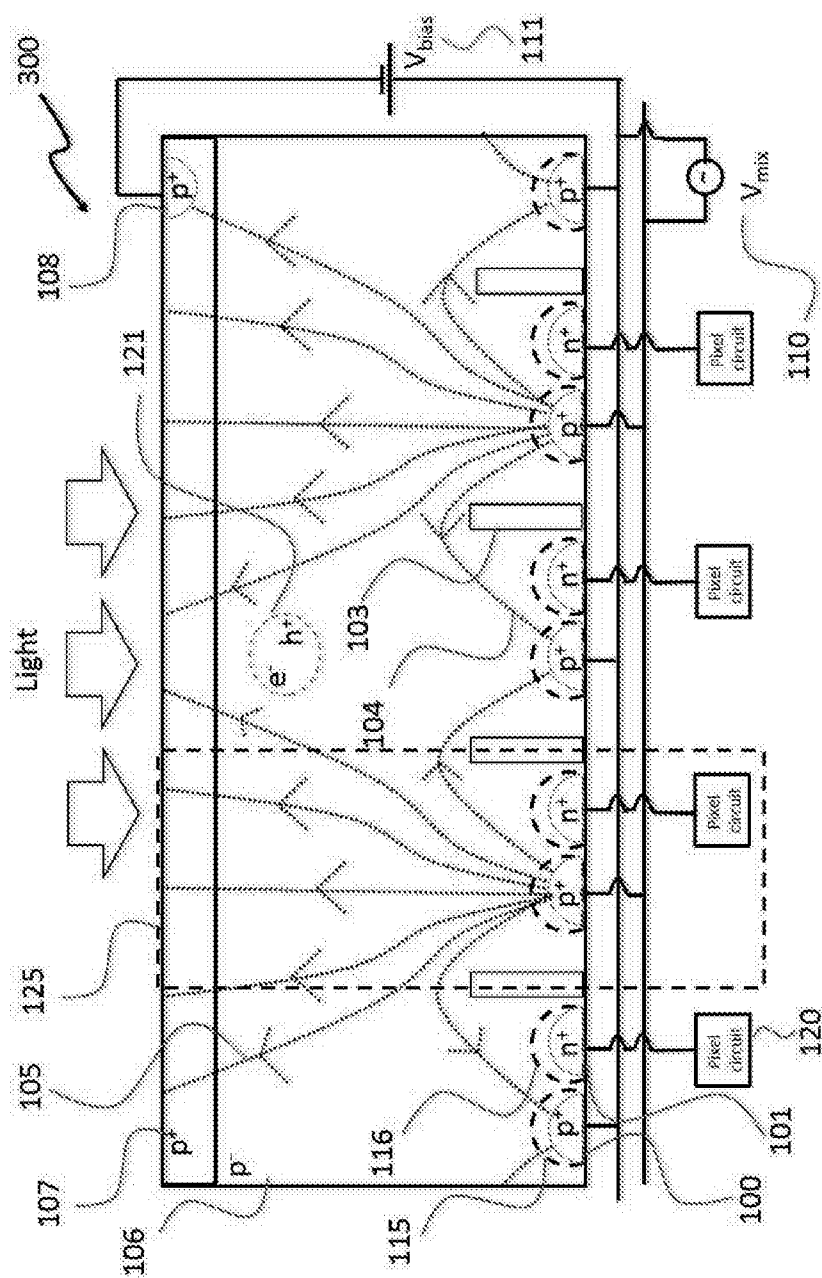


Figure 3

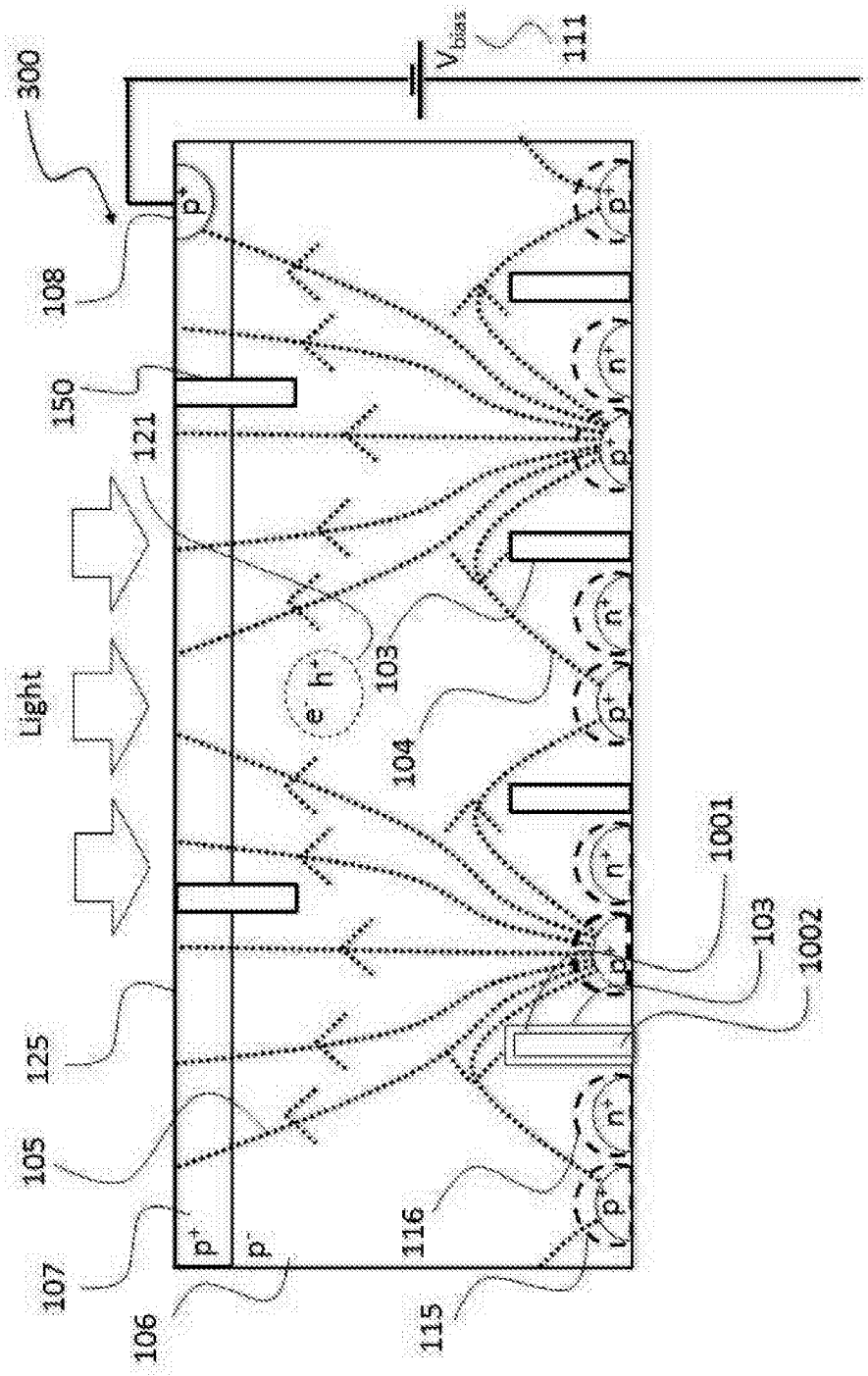


Figure 4

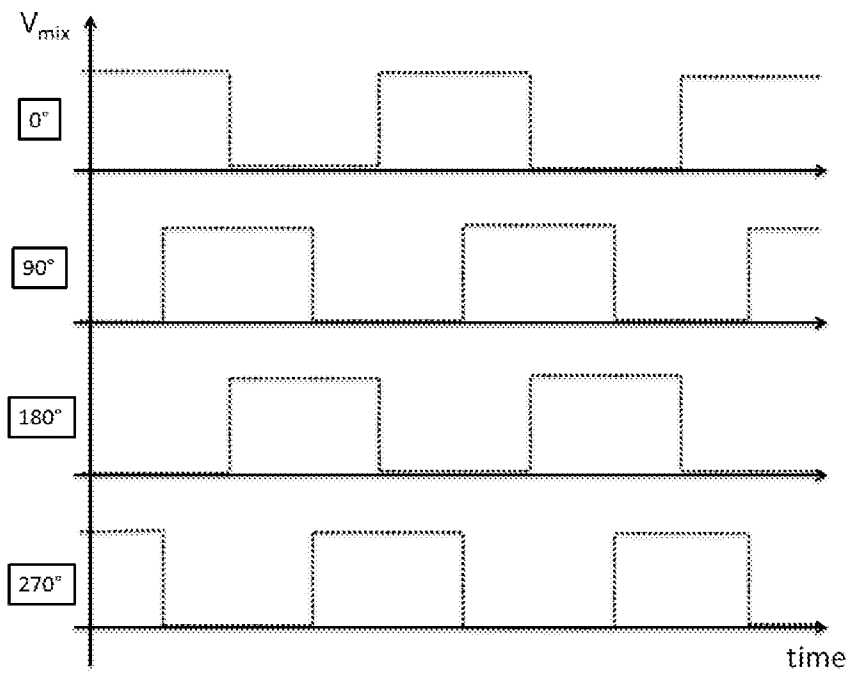


Figure 5

200

0	180	0	180	0	180	0	180	0
180	0	180	0	180	0	180	0	180
0	180	0	180	0	180	0	180	0
180	0	180	0	180	0	180	0	180
0	180	0	180	0	180	0	180	0
180	0	180	0	180	0	180	0	180
0	180	0	180	0	180	0	180	0
180	0	180	0	180	0	180	0	180
0	180	0	180	0	180	0	180	0

Figure 6

201

0	90	0	90	0	90	0	90	0
270	180	270	180	270	180	270	180	270
0	90	0	90	0	90	0	90	0
270	180	270	180	270	180	270	180	270
0	90	0	90	0	90	0	90	0
270	180	270	180	270	180	270	180	270
0	90	0	90	0	90	0	90	0
270	180	270	180	270	180	270	180	270
0	90	0	90	0	90	0	90	0

202

0	NC	180	NC	0	NC	180	NC	0
NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
180	NC	0	NC	180	NC	0	NC	180
NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
0	NC	180	NC	0	NC	180	NC	0
NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
180	NC	0	NC	180	NC	0	NC	180
NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
0	NC	180	NC	0	NC	180	NC	0

Figure 7

Figure 8

NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
NC	0	NC	NC	180	NC	NC	0	NC
NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
NC	180	NC	NC	0	NC	NC	180	NC
NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
NC	0	NC	NC	180	NC	NC	0	NC
NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC

203

Figure 9

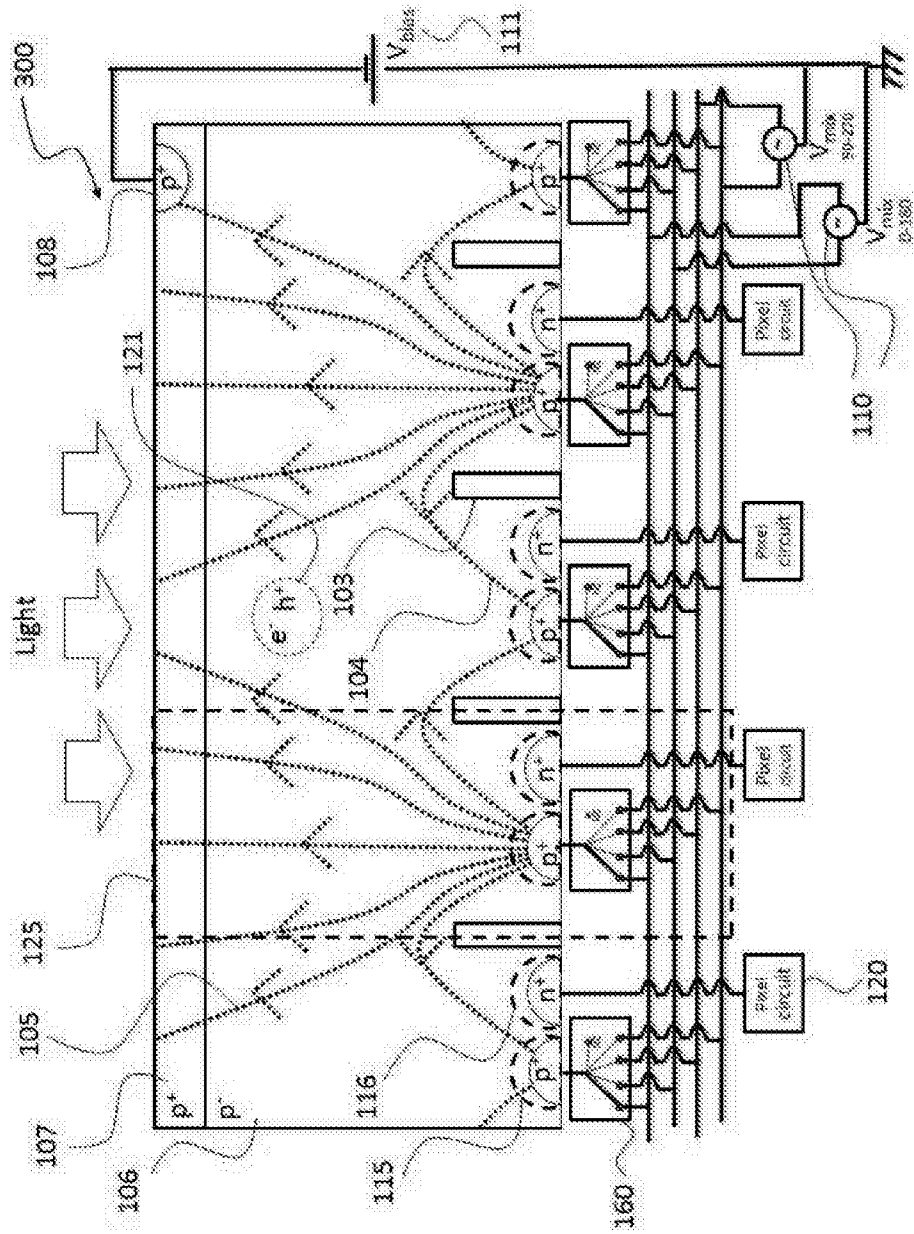


Figure 10

R	G	R	G	R	G	R	G	R	G
D	B	D	B	D	B	D	B	D	B
R	G	R	G	R	G	R	G	R	G
D	B	D	B	D	B	D	B	D	B
R	G	R	G	R	G	R	G	R	G
D	B	D	B	D	B	D	B	D	B
R	G	R	G	R	G	R	G	R	G
D	B	D	B	D	B	D	B	D	B
R	G	R	G	R	G	R	G	R	G

Figure 11

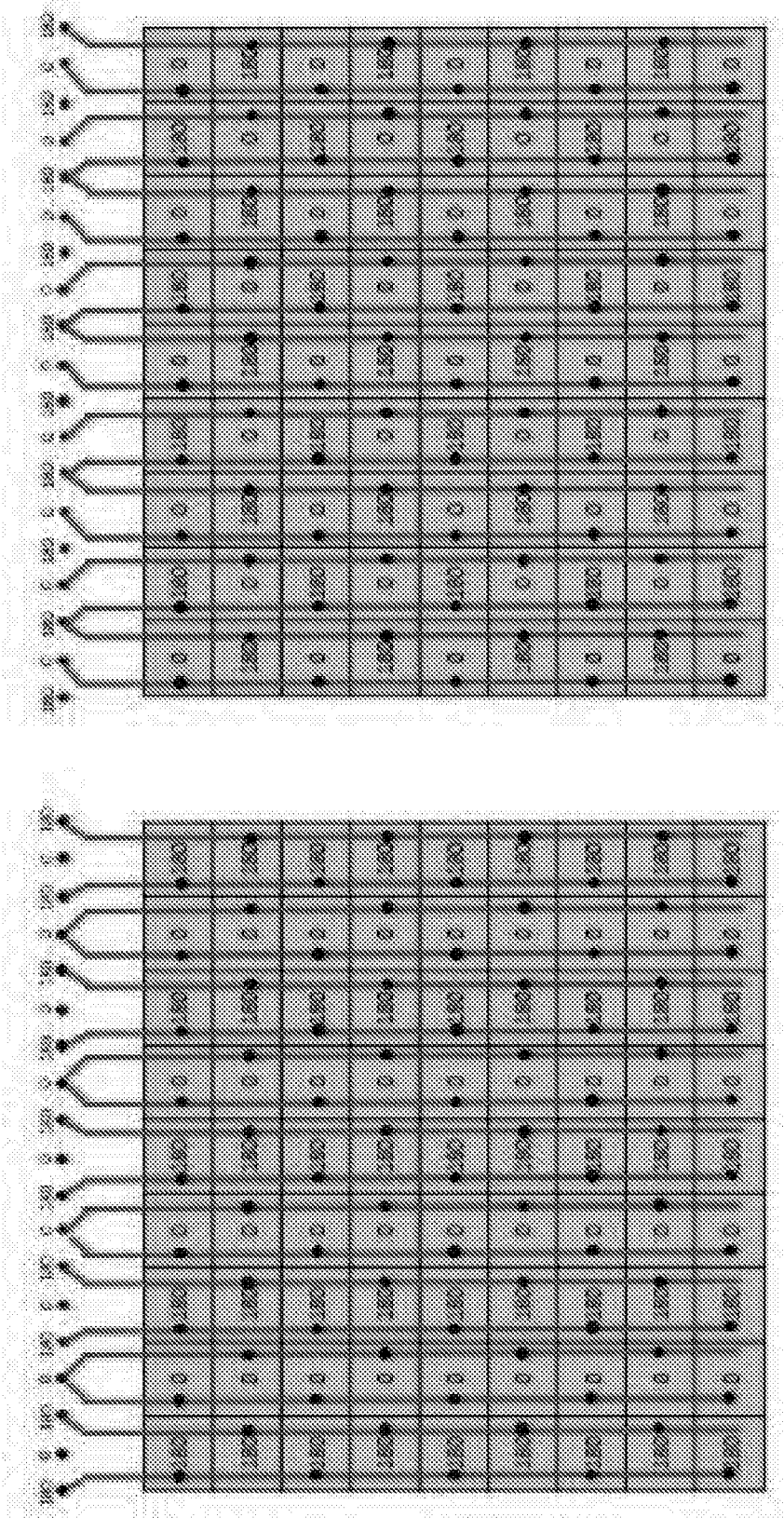


Figure 12

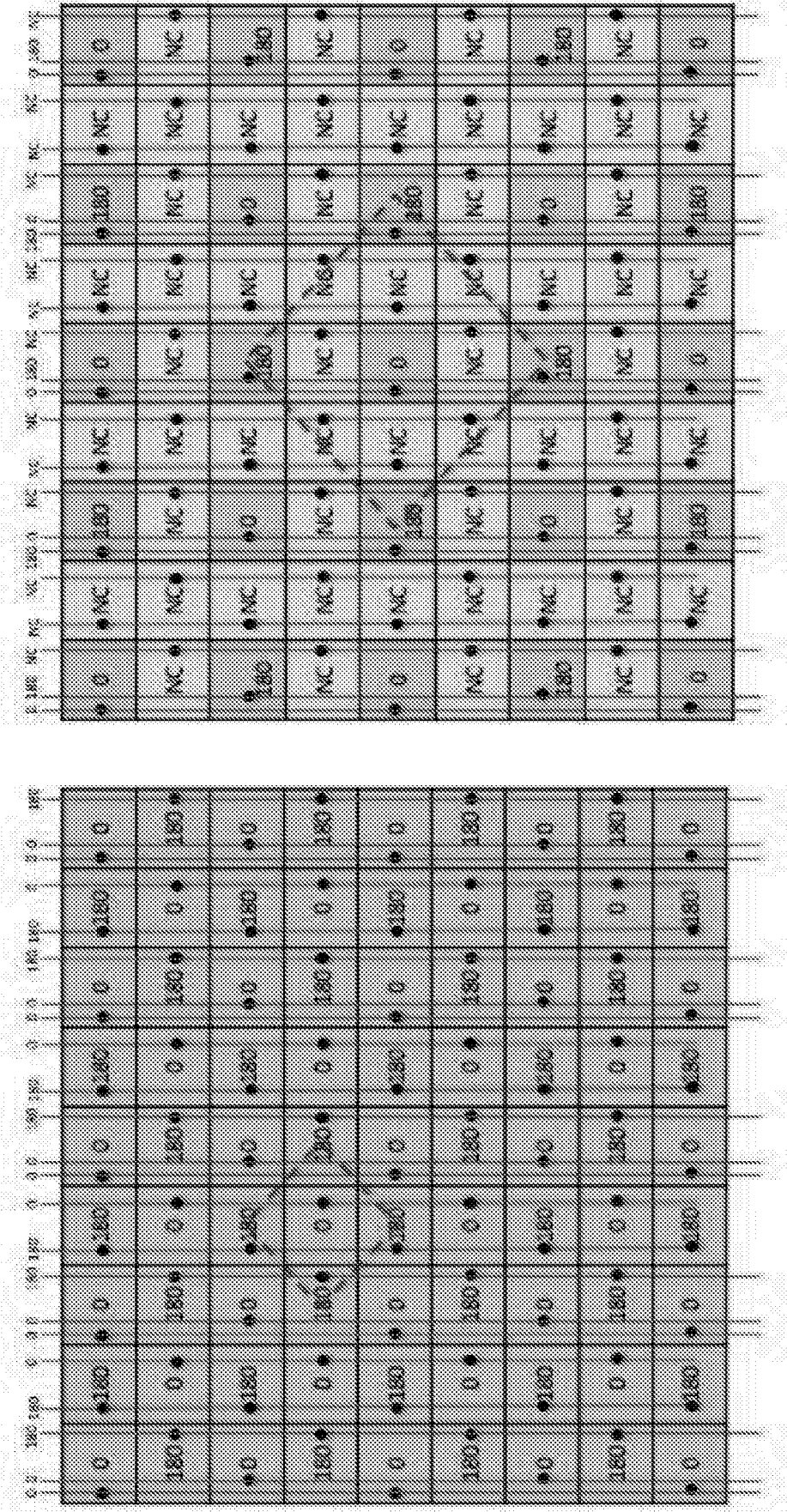


Figure 13

ABREGE

DISPOSITIF DE DETECTEUR AVEC COURANT MAJORITAIRE ET
5 CIRCUITS DE COMMANDE DU COURANT

L'invention concerne un dispositif de détecteur assisté par courant majoritaire, comprenant une couche de semi-conducteur d'un premier type de conductivité, une
10 pluralité de régions de commande du premier type de conductivité, au moins une région de détection d'un second type de conductivité opposé au premier type de conductivité, et une première source pour générer un courant de porteurs majoritaires associé à un champ
15 électrique, caractérisé par le fait qu'il comprend en outre des circuits de commande conçus pour commander la première source et commander individuellement au moins l'un desdits premiers courants de porteurs majoritaires.

20 Fig. 8



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets

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

Numero de la demande
nationale

BO 11396
BE 201705016

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 2 960 952 A1 (SOFTKINETIC SENSORS N V [BE]) 30 décembre 2015 (2015-12-30)	1,2, 6-14, 16, 17	INV. G01S7/486 G01S17/89
Y	* figures 1-4, 8 * * alinéas [0004] - [0008] * * alinéas [0030] - [0035] *	3-5	
X	US 2015/001664 A1 (VAN DER TEMPEL WARD [BE] ET AL) 1 janvier 2015 (2015-01-01)	1,2,6, 8-15, 17	
Y	* figures 3, 4 * * alinéas [0110] - [0124] *	3-5	
Y	US 2003/223053 A1 (LIU XINGIAO [US] ET AL) 4 décembre 2003 (2003-12-04) * figures 8a-8c, 9a-9c * * alinéas [0164] - [0170] *	3-5	
A	DE 10 2011 089629 A1 (PMD TECHNOLOGIE GMBH [DE]) 28 juin 2012 (2012-06-28) * figures 3-5 * * alinéas [0072] - [0083] *	1-17	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
A	EP 2 290 393 A2 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]) 2 mars 2011 (2011-03-02) * figures 4-6 * * alinéas [0032] - [0041] *	1-17	G01S
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
2 août 2017		Unterberger, Michael	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			

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

B0 11396
BE 201705016

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.

02-08-2017

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 2960952	A1	30-12-2015	CN 106575658 A	19-04-2017
			EP 2960952 A1	30-12-2015
			KR 20170040124 A	12-04-2017
			US 2017194367 A1	06-07-2017
			WO 2015197685 A1	30-12-2015

US 2015001664	A1	01-01-2015	CN 104081528 A	01-10-2014
			EP 2803090 A2	19-11-2014
			KR 20140110986 A	17-09-2014
			US 2015001664 A1	01-01-2015
			WO 2013104718 A2	18-07-2013

US 2003223053	A1	04-12-2003	EP 1644700 A2	12-04-2006
			EP 2442068 A2	18-04-2012
			JP 5357392 B2	04-12-2013
			JP 5638490 B2	10-12-2014
			JP 5792007 B2	07-10-2015
			JP 2007526448 A	13-09-2007
			JP 2012037526 A	23-02-2012
			JP 2012049547 A	08-03-2012
			US 2003223053 A1	04-12-2003
			US 2005156121 A1	21-07-2005
			WO 2004114369 A2	29-12-2004

DE 102011089629	A1	28-06-2012	AUCUN	

EP 2290393	A2	02-03-2011	DE 102009037596 A1	12-05-2011
			EP 2290393 A2	02-03-2011
			US 2011037969 A1	17-02-2011



OPINION ÉCRITE

Dossier N° BO11396	Date du dépôt (jour/mois/année) 12.01.2017	Date de priorité (jour/mois/année) 15.01.2016	Demande n° BE201705016
Classification internationale des brevets (CIB) INV. G01S7/486 G01S17/89			
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

Examineur

Unterberger, Michael

OPINION ÉCRITE

Demande n°
BE201705016

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	3-6, 8-13, 17
	Non :	Revendications	1, 2, 7, 14-16
Activité inventive	Oui :	Revendications	
	Non :	Revendications	1-17
Possibilité d'application industrielle	Oui :	Revendications	1-17
	Non :	Revendications	

2. Citations et explications

voir feuille séparée

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

1 Il est fait référence aux documents suivants:

- D1 EP 2 960 952 A1 (SOFTKINETIC SENSORS N V [BE]) 30 décembre 2015 (2015-12-30)
- D2 US 2015/001664 A1 (VAN DER TEMPEL WARD [BE] ET AL) 1 janvier 2015 (2015-01-01)
- D3 US 2003/223053 A1 (LIU XINGIAO [US] ET AL) 4 décembre 2003 (2003-12-04)
- D4 DE 10 2011 089629 A1 (PMD TECHNOLOGIE GMBH [DE]) 28 juin 2012 (2012-06-28)
- D5 EP 2 290 393 A2 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]) 2 mars 2011 (2011-03-02)

2 La présente demande ne remplit pas les conditions de brevetabilité, l'objet de la revendication 1 n'étant pas nouveau.

D1 divulgue (Figures 2, 3 et 8; alinéas [0004]-[0008]) un dispositif de détecteur comprenant tous les éléments techniques du préambule de la revendication 1.

Le revendication 1 revendique dans la partie caractérisante qu'un ou plusieurs parties du volume associé d'un pixel sont partagées avec un ou plusieurs pixels voisins créant des zones de pixels virtuels se chevauchant.

Cette déclaration est une définition purement virtuelle du «volume de pixels» qui peut être appliquée à chaque matrice de pixels. On peut toujours déterminer des zones qui peuvent être attribuées à deux pixels voisins, et définir un "pixel virtuel" plus grand. Par conséquent, le détecteur décrits dans D1 anticipe l'objet de la revendication 1. L'objet de la revendication 1 n'est donc pas nouveau.

Les mêmes objections sont valables par rapport à la divulgation du document D2 (Figures 3 et 4; alinéas [0110]-[0124]).

- 3 Les revendications dépendantes 2-17 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.
- 3.1 Le «volume d'un pixel» (la revendication dépendante 2) doit être considéré comme une définition virtuelle; un volume changeant dans le temps peut également être défini pour les pixels divulgués dans D1 ou D2.
- 3.2 La revendication dépendante 3 revendique des régions de commande voisins avec des signaux de commande différents. En tout état de cause, ces caractéristiques ont déjà été employées dans le même but dans un tableau de pixels (cf. D3, Figures 8a-8c, 9a-9c; alinéas [0164]-[0170]). Il serait évident pour l'homme du métier désireux de parvenir au même résultat d'appliquer ces caractéristiques, avec un effet correspondant, dans un détecteur suivant D1 ou D2, afin d'obtenir un détecteur conformément à la revendication 3.
- 3.3 Les dispositions des revendications 4 et 5 sont deux possibilités simples que l'homme du métier choisit, selon les circonstances, sans faire preuve d'activité inventive.
- 3.4 Revendication 6: En outre des circuits de commandes pour commander la première source et individuellement un premier courant de porteurs majoritaires est un détail de construction qui entre dans le cadre de la pratique habituelle suivie par l'homme du métier, d'autant plus que les avantages ainsi réalisés peuvent être facilement envisagés par avance. En conséquence, l'objet de la revendication 6 n'implique pas d'activité inventive.
- 3.5 Revendication 7: Une pluralité de dérivations adjacentes comprenant les fonctionnalités des dérivations de la revendication 7, ont déjà été employé dans le document D1, Figure 4, alinéas [0030]-[0035].
- 3.6 Revendications 8-12 et 13: L'application des sélecteurs (par exemple, des commutateurs) pour sélectionner une tension prédéterminée est également un détail qu'un homme du métier mettra immédiatement en oeuvre dans le dispositif de détecteur décrit dans D1 ou D2. Les revendications 9 à 12 ne contiennent que différentes variantes évidentes de la façon de mettre en oeuvre de tels commutateurs. La revendication 13 fait en fait référence au même sélection de signal de commande de commutation.

- 3.7 Le circuit selon la revendication 14 fait partie de chaque camera de temps de vol.
- 3.8 D2 divulgue (alinéa [0015]) des filtres optiques selon la revendication 15.
- 3.9 D1, Figure 1 divulgue une tension à courant continu.
- 3.10 La mise en oeuvre d'une étape de dé-mosaiquage supplémentaire est une pratique courante de l'homme du métier, notamment parce que les avantages qui en résultent sont aisément prévisibles. Par conséquent, l'objet de la revendication 17 n'implique pas non plus d'activité inventive.