

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
18. August 2016 (18.08.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/128436 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
G01S 7/481 (2006.01) **H01L 27/146** (2006.01)
H01L 31/0352 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/052785
- (22) Internationales Anmeldedatum:
10. Februar 2016 (10.02.2016)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2015 101 902.7
10. Februar 2015 (10.02.2015) DE
- (71) Anmelder: **OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH** [DE/DE]; Leibnizstr. 4, 93055 Regensburg (DE).
- (72) Erfinder: **BOESCKE, Tim**; Edith-Stein-Str. 52, 93055 Regensburg (DE). **HALBRITTER, Hubert**; Am Arzberg 3, 92345 Dietfurt-Toeing (DE). **HAUSHALTER, Martin**; Eisenerzweg 14b, 93055 Regensburg (DE). **ARZBERGER, Markus**; Floraweg 28, 93055 Regensburg (DE).

(74) Anwalt: **PATENTANWALT SKANZLEI WILHELM & BECK**; Prinzenstr. 13, 80639 München (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

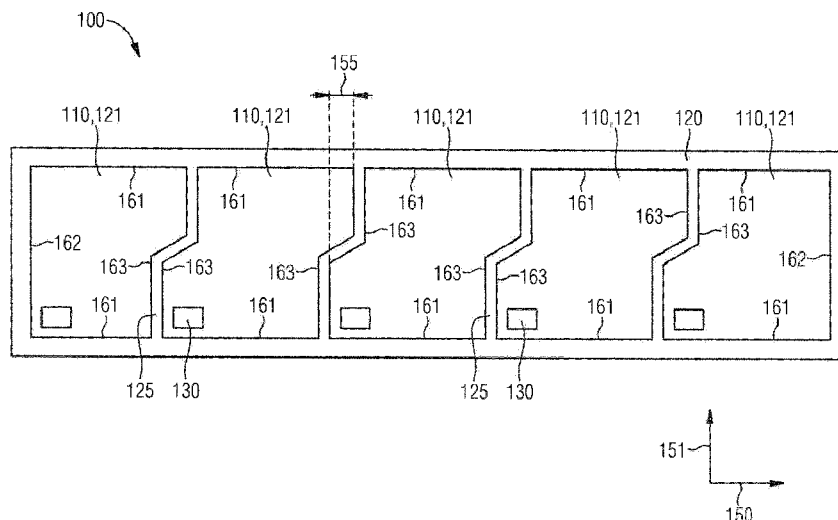
(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DETECTOR AND LIDAR SYSTEM

(54) Bezeichnung : DETEKTOR UND LIDAR-SYSTEM

FIG 2



(57) **Abstract:** The invention relates to a detector for a lidar system. The detector comprises a row of adjacently-arranged radiation-sensitive pixels. The pixels in said row have contours designed such that opposite sides of adjacent pixels extend at least partially deviating from a direction perpendicular to a row extension direction. The invention also relates to a lidar system which comprises such a detector.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft einen Detektor für ein Lidar-System. Der Detektor weist eine Reihe aus nebeneinander angeordneten strahlungsempfindlichen Pixeln auf. Die Pixel der Reihe weisen solche Konturen auf, dass gegenüberliegende Seiten von benachbarten Pixeln wenigstens teilweise abweichend von einer senkrechten Richtung zu einer Erstreckungsrichtung der Reihe verlaufen. Die Erfindung betrifft ferner ein Lidar-System mit einem solchen Detektor.



WO 2016/128436 A1



RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD,
TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

DETEKTOR UND LIDAR-SYSTEM**BESCHREIBUNG**

5 Die vorliegende Erfindung betrifft einen Detektor für ein Lidar-System und ein Lidar-System.

Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der deutschen Patentanmeldung 10 2015 101 902.7, deren Offenbarungsgehalt
10 hiermit durch Rückbezug aufgenommen wird.

In heutigen Kraftfahrzeugen kommen zunehmend Fahrerassistenzsysteme zum Einsatz, um die Fahrzeugsicherheit zu erhöhen. Ein Beispiel ist ein Lidar-System (Light detection and ranging) zur Entfernungsmessung von Objekten. Ein solches System umfasst einen Emitter zum Aussenden einer gepulsten Infrarotstrahlung, einen Detektor zur Strahlungserfassung und eine Auswerteeinrichtung zur Signalverarbeitung. Im Betrieb des Systems können die von dem Emitter ausgesendeten Strahlungspulse an einem Hindernis vor dem Fahrzeug reflektiert und nach Durchlaufen einer dem Detektor vorgeschalteten Optik von dem Detektor erfasst werden. Aus der Laufzeit der Strahlung kann der Abstand des Hindernisses zu dem Fahrzeug bestimmt werden (time-of-flight Messung).

25 In einer herkömmlichen Ausgestaltung wird die reflektierte Strahlung mit Hilfe eines pixelierten Photodiodendetektors (Photodiodenarray) erfasst. Der Detektor weist strahlungsempfindliche Pixel mit rechteckigen Konturen auf, welche in einer Reihe nebeneinander angeordnet sind. Zwischen den Pixeln befinden sich konstruktionsbedingt strahlungsunempfindliche Zwischenbereiche. Dies dient u.a. dazu, ein Übersprechen zwischen den Pixeln zu verringern. An einem Hindernis reflektierte Strahlung, welche lediglich zu einem Zwischenbereich
30 gelangt, wird daher unter Umständen nicht wahrgenommen. Dies stellt bei dem sicherheitsrelevanten Lidar-System ein großes Risiko dar.

Zur Vermeidung des vorstehend beschriebenen Problems kann dem Detektor eine modifizierte Optik vorgeschaltet werden, mit deren Hilfe die einfallende Strahlung beispielsweise defokussiert auf den Detektor gerichtet oder auf die einzelnen Pixel konzentriert werden kann. Dies ist mit Nachteilen wie einer verunscharften Abbildung und erhöhten Kosten verbunden.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine verbesserte Lösung für einen Detektor und für ein Lidar-System anzugeben.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Weitere vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Gemäß einem Aspekt der Erfindung wird ein Detektor für ein Lidar-System (Light detection and ranging) vorgeschlagen. Der Detektor weist eine Reihe aus nebeneinander angeordneten strahlungsempfindlichen Pixeln auf. Die Pixel der Reihe weisen solche Konturen auf, dass gegenüberliegende Seiten von benachbarten Pixeln wenigstens teilweise abweichend von einer senkrechten Richtung zu einer Erstreckungsrichtung der Reihe verlaufen.

Der Detektor weist eine Reihenanordnung aus separaten strahlungsempfindlichen Pixeln zur Strahlungserfassung auf. Zwischen den Pixeln kann der Detektor strahlungsunempfindlich sein bzw. strahlungsunempfindliche Zwischenbereiche aufweisen. Die Konturen bzw. geometrischen Aufsichtsformen der Pixel weichen von einer Rechteckform ab. Hierbei sind die Pixel derart ausgebildet, dass gegenüberliegende Seiten von benachbarten Pixeln jeweils wenigstens zu einem Teil abweichend von einer senkrechten lateralen Richtung zu einer Erstreckungsrichtung der Reihe, also mit anderen Worten wenigstens teilweise nicht senkrecht zu der Erstreckungsrichtung der Pixelreihe, verlaufen. Diese Merkmale beziehen sich auf eine Aufsichtsbetrachtung der Pixel des Detektors.

Eine solche geometrische Auslegung der Pixel bietet die Möglichkeit, trotz der separaten Pixel bzw. trotz der die Pixel trennenden strahlungsunempfindlichen Zwischenbereiche ein Vorliegen von toten Bereichen, in welchen keine Strahlungserfassung erfolgen kann, entlang der Erstreckungsrichtung der Reihe zu vermeiden. Entlang der Erstreckungsrichtung ist daher eine durchgehende Strahlungserfassung über sämtliche Pixel der Pixelreihe möglich.

10 Dieser Vorteil lässt sich ohne zusätzliche Kosten verwirklichen. Hierfür wird lediglich der Detektor mit der oben angegebenen geometrischen Auslegung der Pixel ausgebildet.

15 Im Hinblick auf eine Anwendung in einem Lidar-System eines Fahrzeugs kann der Detektor derart angeordnet werden, dass die Pixelreihe in horizontaler Richtung orientiert ist, und somit die Erstreckungsrichtung der Reihe parallel zur horizontalen Richtung ist. Bei dieser Ausrichtung können die sich gegenüberliegenden Seiten benachbarter Pixel wenigstens teilweise nicht senkrecht zu der horizontalen Richtung verlaufen, und kann daher bezogen auf die horizontale Richtung eine durchgehende Strahlungserfassung zur Verfügung gestellt werden. Auf diese Weise können nicht nur ausgedehnte Objekte, sondern auch kritische kleine Hindernisse mit einer geringen
20 horizontalen und gegebenenfalls großen vertikalen Ausdehnung anhand der hieran reflektierten und zu dem Detektor kommenden Strahlung zuverlässig erfasst werden. Solche Hindernisse sind zum Beispiel Menschen, Bäume, Pfeiler, Säulen usw.

30 Im Folgenden werden weitere mögliche Details und Ausführungsformen des Detektors näher beschrieben.

Die Pixel können im Bereich einer Vorderseite des Detektors vorgesehen sein. Im Betrieb des zugehörigen Lidar-Systems
35 kann der Detektor mit der Vorderseite der zu erfassenden Strahlung zugewandt sein.

Die sich gegenüberliegenden Seiten benachbarter Pixel können zueinander korrespondierend bzw. zumindest teilweise parallel zueinander verlaufen.

5 Die zwischen den Pixeln vorhandenen strahlungsunempfindlichen Zwischenbereiche können eine linien- bzw. streifenförmige Aufsichtform aufweisen. Die Zwischenbereiche können ferner, entsprechend den sich gegenüberliegenden Seiten der benach-
barten Pixel, wenigstens teilweise abweichend von einer senk-
10 rechten Richtung zu der Erstreckungsrichtung der Pixelreihe verlaufen.

Die Pixel können laterale Abmessungen im Bereich von mehreren 100µm oder auch andere, zum Beispiel größere Abmessungen auf-
15 weisen. Die Zwischenbereiche können eine Breite im Bereich von mehreren 10µm oder auch eine andere, zum Beispiel eine kleinere Breite aufweisen.

In einer weiteren Ausführungsform weist der Detektor eine
20 vorderseitige Abschirmung auf. Die Abschirmung weist mehrere und den Pixeln zugeordnete Öffnungen auf. Hierbei können die Konturen der Pixel über die Konturen der Öffnungen der Abschirmung vorgegeben sein. Des Weiteren können über die Abschirmung die strahlungsunempfindlichen Zwischenbereiche zwi-
25 schen den Pixeln festgelegt bzw. gebildet sein. Die Abschirmung kann ein metallisches Material aufweisen.

Für die gegenüberliegenden Seiten benachbarter Pixel sind, von oben betrachtet, unterschiedliche geometrische Verläufe
30 denkbar. In einer möglichen Ausführungsform verlaufen die gegenüberliegenden Seiten von benachbarten Pixeln der Reihe stufenförmig. Hierbei können die Seiten zum Beispiel abschnittsweise senkrecht zu der Erstreckungsrichtung der Reihe und zwischen solchen Abschnitten zum Beispiel schräg dazu o-
35 der in der Erstreckungsrichtung der Reihe verlaufen.

In einer weiteren Ausführungsform verlaufen die gegenüberliegenden Seiten von benachbarten Pixeln der Reihe zickzackförmig.

mig. Hierbei können die Seiten Abschnitte aufweisen, welche schräg zu der bezüglich der Erstreckungsrichtung senkrechten Richtung, und damit auch schräg zu der Erstreckungsrichtung der Reihe, verlaufen. Bei einer Zickzackform ist eine Ausgestaltung möglich, in welcher sämtliche Pixel der Reihe, einschließlich der zwei Pixel an den beiden Enden der Reihenanordnung, im Wesentlichen übereinstimmende Abmessungen bzw. Flächenabmessungen aufweisen.

10 In Bezug auf die vorgenannten sowie auch andere mögliche geometrische Formen der Pixel kann es ferner in Betracht kommen, dass die Pixel zumindest teilweise gekrümmt verlaufende Konturen aufweisen. Auf diese Weise kann ein Auftreten einer erhöhten elektrischen Feldstärke unterdrückt werden.

15

In einer weiteren Ausführungsform erstrecken sich benachbarte Pixel der Reihe an den gegenüberliegenden Seiten wenigstens bis zu Stellen, welche bezogen auf die Erstreckungsrichtung der Reihe jeweils übereinstimmende Höhen aufweisen. Der hier verwendete Begriff „Höhe“ bezieht sich auf eine auf die Erstreckungsrichtung der Pixelreihe bezogenen Position. Die vorgenannte Ausführungsform kann folglich auch derart umschrieben werden, dass sich benachbarte Pixel der Reihe mit Bezug auf die Erstreckungsrichtung der Reihe wenigstens bis zu übereinstimmenden Positionen erstrecken.

25

Sofern sich benachbarte Pixel der Reihe bis zu Stellen erstrecken, welche bezogen auf die Erstreckungsrichtung der Reihe jeweils übereinstimmende Höhen aufweisen, oder anders ausgedrückt, sofern sich benachbarte Pixel mit Bezug auf die Erstreckungsrichtung der Reihe bis zu übereinstimmenden Positionen erstrecken, kann entlang der Erstreckungsrichtung der Pixelreihe eine Strahlung in abwechselnder Weise über die Pixel erfasst werden. Hierbei können die gegenüberliegenden Seiten der durch die strahlungsunempfindlichen Zwischenbereiche voneinander getrennten Pixel mit Bezug auf die Erstreckungsrichtung der Reihe jeweils zum Teil an denselben Positionen vorhanden sein bzw. an denselben Positionen enden.

35

Es ist auch möglich, dass sich benachbarte Pixel nicht nur bis zu Stellen mit auf die Erstreckungsrichtung bezogener gleicher Höhe erstrecken, oder anders ausgedrückt, dass sich benachbarte Pixel mit Bezug auf die Erstreckungsrichtung der Reihe nicht nur bis zu übereinstimmenden Positionen erstrecken, sondern jeweils weiter bzw. darüber hinaus erstrecken. In dieser Ausführungsform erstrecken sich benachbarte Pixel der Reihe jeweils in Überschneidungsbereichen entlang der Erstreckungsrichtung der Reihe nebeneinander. In solchen Überschneidungsbereichen von benachbarten Pixeln kann eine Strahlung gemeinsam über die benachbarten und durch die strahlungsunempfindlichen Zwischenbereiche voneinander getrennten Pixel erfasst werden. Dadurch kann eine durchgehende Strahlungserfassung entlang der Erstreckungsrichtung der Reihe mit einer hohen Zuverlässigkeit ermöglicht werden.

Die vorgenannte Ausgestaltung kann zum Beispiel verwirklicht werden, indem die Pixel der Reihe ineinander greifende Konturen aufweisen. Möglich ist zum Beispiel ein stufenförmiges Ineinandergreifen. Hierzu können die gegenüberliegenden Seiten von benachbarten Pixeln wie oben erläutert einen stufenförmigen Verlauf aufweisen. Ein weiteres Beispiel ist ein zickzackförmiges Ineinandergreifen, was mit Hilfe des oben erläuterten zickzackförmigen Verlaufs von gegenüberliegenden Seiten benachbarter Pixel erreicht werden kann.

Überschneidungsbereiche von benachbarten Pixeln lassen sich alternativ auch durch eine solche Ausgestaltung verwirklichen, gemäß welcher die gegenüberliegenden Seiten benachbarter Pixel beispielsweise geradlinig sind. Hierbei können die gegenüberliegenden Seiten parallel zueinander und schräg zu der bezüglich der Erstreckungsrichtung senkrechten Richtung, und damit auch schräg zu der Erstreckungsrichtung der Reihe, verlaufen.

In einer weiteren Ausführungsform ist der Detektor ein pixelierter Photodiodendetektor. In dieser Ausführungsform kann

der Detektor ein monolithisches Halbleiterbauelement sein, und in Form eines Halbleiterchips verwirklicht sein. Ein solches Bauelement kann auch als Photodiodenarray bzw. Detektorarray bezeichnet werden. Hierbei kann der Detektor eine Halbleiterschicht aufweisen, in welcher mehrere nebeneinander angeordnete Photodioden ausgebildet sind. Jedem Pixel des Detektors kann eine entsprechende Photodiode zugeordnet sein, bzw. jeder Pixel des Detektors kann eine entsprechende Photodiode aufweisen.

Die Halbleiterschicht des Photodiodendetektors kann einen Schichtbereich mit einer ersten, zum Beispiel n-leitenden Dotierung und für jede der Photodioden einen dünnen vorderseitigen Schichtbereich mit einer zweiten Dotierung invers zu der ersten Dotierung, also zum Beispiel einer p-leitenden Dotierung, aufweisen. Hierdurch kann jede Photodiode der in der Halbleiterschicht ausgebildeten Photodiodenanordnung einen entsprechenden p-n-Übergang aufweisen.

Der Photodiodendetektor kann ferner eine Antireflexionsschicht an der Vorderseite aufweisen. Eine weitere mögliche Komponente ist die oben genannte Abschirmung mit Aussparungen bzw. Öffnungen, über welche die Aufsichtsförmungen der strahlungsempfindlichen Pixel des Detektors, und damit die sich gegenüberliegenden Seiten benachbarter Pixel sowie die Zwischenbereiche, festgelegt sein können. Die Abschirmung kann auf der Antireflexionsschicht angeordnet sein. Die vorderseitigen Schichtbereiche der Photodioden mit der zweiten (beispielsweise p-leitenden) Dotierung können laterale Abmessungen aufweisen, welche mit den Abmessungen der Öffnungen der Abschirmung übereinstimmen.

Zum Ermöglichen einer Kontaktierung kann der Photodiodendetektor im Bereich der Pixel angeordnete Vorderseitenkontakte aufweisen, welche durch die Antireflexionsschicht hindurch an die vorderseitigen Schichtbereiche der Photodioden mit der zweiten Dotierung heranreichen können. Im Hinblick auf den anderen Substratbereich mit der ersten Dotierung kann der

Photodiodendetektor zum Beispiel einen flächigen Rückseitenkontakt aufweisen.

Der Detektor kann lediglich eine Reihe aus nebeneinander angeordneten separaten Pixeln aufweisen. Eine solche Ausgestaltung kann auch als 1d-Anordnung bzw. 1d-Array bezeichnet werden. Möglich sind jedoch auch Ausgestaltungen mit mehreren, zum Beispiel zwei parallelen Reihen aus nebeneinander angeordneten separaten Pixeln, was auch als 2d-Anordnung bzw. 2d-Array bezeichnet werden kann.

In diesem Sinne ist gemäß einer weiteren Ausführungsform vorgesehen, dass der Detektor eine weitere parallel versetzte Reihe aus nebeneinander angeordneten strahlungsempfindlichen Pixeln aufweist. Die Pixel der weiteren Reihe weisen solche Konturen auf, dass gegenüberliegende Seiten von benachbarten Pixeln wenigstens teilweise abweichend von einer senkrechten Richtung zu einer Erstreckungsrichtung der weiteren Reihe verlaufen. Diese Ausgestaltung macht es möglich, dass auch in Bezug auf die weitere Pixelreihe eine durchgehende Strahlungserfassung entlang der Erstreckungsrichtung erzielt werden kann. Zwischen den Pixeln der weiteren Reihe kann der Detektor ebenfalls strahlungsunempfindlich sein bzw. strahlungsunempfindliche und durch eine Abschirmung festgelegte Zwischenbereiche aufweisen.

Bei einer Ausgestaltung des Detektors mit mehreren Reihen aus Pixeln können die Pixel von zwei unterschiedlichen Reihen ebenfalls durch strahlungsunempfindliche Zwischenbereiche bzw. durch einen zusammenhängenden strahlungsunempfindlichen Zwischenbereich, festgelegt über eine Abschirmung des Detektors, voneinander getrennt sein. Hierbei können die Pixel solche Konturen aufweisen, dass gegenüberliegende Seiten von benachbarten Pixeln der verschiedenen Reihen geradlinig und in der Erstreckungsrichtung der Reihen verlaufen. Möglich ist jedoch auch eine solche Ausgestaltung, in welcher gegenüberliegende Seiten benachbarter Pixel der verschiedenen Reihen

wenigstens teilweise abweichend von der Erstreckungsrichtung der Reihen verlaufen.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein Lidar-System vorgeschlagen. Das Lidar-System weist einen Detektor mit dem oben beschriebenen Aufbau bzw. mit einem Aufbau gemäß einer oder mehrerer der oben beschriebenen Ausführungsformen auf. Eine weitere Komponente des Lidar-Systems ist ein Emittter zum Aussenden einer Strahlung.

Im Betrieb des Lidar-Systems an einem Fahrzeug kann der Emittter eine gepulste Lichtstrahlung aussenden. Ein Teil der Strahlung kann an einem Objekt bzw. Hindernis reflektiert und mit Hilfe des Detektors orts aufgelöst erfasst werden. Hierbei kann der Detektor in Abhängigkeit der auf den Detektor bzw. die Pixel auftreffenden reflektierten Strahlung elektrische Signale erzeugen.

Der Detektor kann derart angeordnet sein, dass die (wenigstens eine) Pixelreihe in horizontaler Richtung ausgerichtet ist. Bei dieser Orientierung können die gegenüberliegenden Seiten benachbarter Pixel (bei mehreren Pixelreihen in den jeweiligen Reihen) wenigstens teilweise abweichend von einer senkrechten Richtung zu der horizontalen Richtung verlaufen, und ist daher bezogen auf die horizontale Richtung eine lückenlose Strahlungserfassung möglich. Dies führt dazu, dass sich säulenförmige Hindernisse mit einer geringen horizontalen Ausdehnung anhand der reflektierten Strahlung zuverlässig mit Hilfe des Detektors erfassen lassen.

Der Emittter kann dazu ausgebildet sein, eine Infrarotstrahlung auszusenden. Zu diesem Zweck kann der Emittter zum Beispiel eine infrarotes Licht emittierende Laserdiode oder Leuchtdiode (IRED, Infrared light emitting diode) aufweisen.

Das Lidar-System kann neben dem Detektor und dem Emittter weitere Bestandteile umfassen. Beispielsweise kann dem Detektor eine Optik vorgeschaltet sein. Ferner kann das System eine

Auswerteeinrichtung umfassen, welcher Detektorsignale des Detektors übermittelt werden können. Hierauf basierend kann die Auswerteeinrichtung die Laufzeit der reflektierten Strahlung und damit einen Abstand eines Hindernisses bestimmen.

5

Es wird darauf hingewiesen, dass oben mit Bezug auf den Detektor beschriebene Ausführungsformen, Merkmale und Details auch bei dem Lidar-System sowie umgekehrt mit Bezug auf das System beschriebene Ausführungsformen, Merkmale und Details auch bei dem Detektor zur Anwendung kommen können.

10

Die vorstehend erläuterten und/oder in den Unteransprüchen wiedergegebenen vorteilhaften Aus- und Weiterbildungen der Erfindung können - außer zum Beispiel in Fällen eindeutiger Abhängigkeiten oder unvereinbarer Alternativen - einzeln oder aber auch in beliebiger Kombination miteinander zur Anwendung kommen.

15

Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung, sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich in Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen, die im Zusammenhang mit den schematischen Zeichnungen näher erläutert werden. Es zeigen:

25

Figur 1 eine schematische Darstellung eines Lidar-Systems;

Figur 2 eine Aufsichtsdarstellung eines Detektors mit einer Reihe aus nebeneinander angeordneten Pixeln und vorderseitigen Kontakten in Form von Kontaktflächen, wobei gegenüberliegende Seiten von benachbarten Pixeln stufenförmig verlaufen;

30

Figur 3 Verläufe der örtlichen Sensitivität der Pixel des Detektors von Figur 2 entlang der Erstreckungsrichtung der Pixelreihe;

35

Figur 4 eine Querschnittsdarstellung eines Ausschnitts eines Detektors;

Figur 5 eine Aufsichtsdarstellung eines weiteren Detektors mit einer Reihe aus nebeneinander angeordneten Pixeln, wobei gegenüberliegende Seiten von benachbarten Pixeln zickzackförmig verlaufen;

Figur 6 Verläufe der örtlichen Sensitivität der Pixel des Detektors von Figur 5 entlang der Erstreckungsrichtung der Pixelreihe;

Figur 7 eine Aufsichtsdarstellung eines weiteren Detektors mit zwei Reihen aus nebeneinander angeordneten Pixeln;

Figur 8 eine Aufsichtsdarstellung eines weiteren Detektors mit einer Reihe aus nebeneinander angeordneten Pixeln und vorderseitigen Kontakten, wobei die Kontakte einen flächigen und einen linienförmigen Kontaktabschnitt aufweisen;

Figur 9 eine Aufsichtsdarstellung eines weiteren Detektors mit in einer Reihe nebeneinander angeordneten Pixeln, wobei gegenüberliegende Seiten von benachbarten Pixeln schräg zu der Erstreckungsrichtung der Pixelreihe verlaufen;

Figur 10 eine Aufsichtsdarstellung eines weiteren Detektors mit in einer Reihe nebeneinander angeordneten Pixeln, wobei sich benachbarte Pixel bis zu Stellen mit auf die Erstreckungsrichtung der Pixelreihe bezogener gleicher Höhe erstrecken; und

Figur 11 Verläufe der örtlichen Sensitivität der Pixel des Detektors von Figur 10 entlang der Erstreckungsrichtung der Pixelreihe.

Auf der Grundlage der folgenden schematischen Figuren werden mögliche Ausgestaltungen eines Detektors 100 beschrieben, welcher in einem Lidar-System 200 (Light detection and ranging) zur Strahlungserfassung eingesetzt werden kann. Bei dem Detektor 100 handelt es sich um einen pixelierten Photodio-

dendetektor 100, auch als Photodiodenarray bzw. Detektorarray bezeichnet, welcher (wenigstens) eine Reihe aus nebeneinander angeordneten strahlungsempfindlichen Pixeln 110 aufweist. Der Detektor 100 ist dahingehend ausgebildet, dass sich trotz der pixelierten Struktur Objekte mit einer geringen horizontalen Ausdehnung zuverlässig erfassen lassen. Zu diesem Zweck weisen die Pixel 110 der Reihe ein geeignetes Layout mit solchen Konturen auf, dass von oben betrachtet gegenüberliegende Seiten von benachbarten Pixeln 110 wenigstens teilweise abweichend von einer senkrechten Richtung 151 zu einer Erstreckungsrichtung 150 der Pixelreihe verlaufen.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Figuren lediglich schematischer Natur sind und nicht maßstabsgetreu sind. In diesem Sinne können in den Figuren gezeigte Komponenten und Strukturen zum besseren Verständnis übertrieben groß oder verkleinert dargestellt sein. In gleicher Weise ist es möglich, dass der Detektor 100 und das Lidar-System 200 zusätzlich zu gezeigten und beschriebenen Komponenten und Strukturen weitere Komponenten und Strukturen aufweisen können.

Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Lidar-Systems 200. Das Lidar-System 200 kommt in einem nicht dargestellten Kraftfahrzeug zum Einsatz, um sich vor dem Fahrzeug befindende Objekte und deren Entfernung zu dem Fahrzeug erfassen zu können. Das Lidar-System 200 umfasst einen Emitter 205, einen Empfänger 210 und eine Auswerteeinrichtung 215. Der Emitter 205 ist dazu ausgebildet, eine gepulste infrarote Lichtstrahlung 230 in einen Bereich vor dem Kraftfahrzeug zu emittieren. Der Emitter 205 kann zum Beispiel kurze Strahlungspulse mit einer definierten Länge von wenigen Nanosekunden aussenden. Der Emitter 205 kann zum Beispiel eine infrarotes Licht emittierende Laserdiode oder Leuchtdiode bzw. IRED (Infrared light emitting diode) umfassen.

Die von dem Emitter 205 emittierte Lichtstrahlung 230 kann an einem sich vor dem Kraftfahrzeug befindenden Objekt 220 reflektiert werden. Die reflektierte Strahlung 231 bzw. ein

Teil derselben kann von dem Empfänger 210 empfangen werden. Der Empfänger 210 umfasst einen Photodiodendetektor 100 zur orts aufgelösten Strahlungserfassung. Der Detektor 100 ist dazu ausgebildet, in Abhängigkeit der einfallenden reflektierten Strahlung 231 elektrische Detektorsignale 235 zu erzeugen, welche an die Auswerteeinrichtung 215 übermittelt werden. Der Empfänger 210 kann zusätzlich eine nicht dargestellte und dem Detektor 100 vorgeschaltete Optik umfassen, über welche die reflektierte Strahlung 231 auf den Detektor 100 gerichtet werden kann.

Die Auswerteeinrichtung 215 ist dazu ausgebildet, unter Verwendung der Detektorsignale 235 eine entsprechende Auswertung durchzuführen. Hierunter fallen ein Bestimmen der Laufzeit der an dem Objekt 220 reflektierten Strahlungspulse, und ein hierauf basierendes Ermitteln des Abstands des Objekts 220 zu dem Kraftfahrzeug (time-of-flight Messung).

Figur 2 zeigt eine Aufsichtsdarstellung einer Vorderseite einer möglichen Ausgestaltung eines pixelierten Photodiodendetektors 100, welcher bei dem Lidar-System 200 von Figur 1 eingesetzt werden kann. Der Detektor 100 besitzt eine rechteckige streifenförmige Aufsichtsform. Der Detektor 100 weist von oben betrachtet eine pixelierte Struktur mit einer Reihe aus mehreren und nebeneinander angeordneten strahlungsempfindlichen Pixeln 110 auf. Wie in Figur 2 gezeigt ist, kann die Pixelreihe des Detektors 100 zum Beispiel fünf Pixel 110 umfassen. Die lichtempfindlichen Pixel 110 stellen die aktiven Bereiche des Detektors 100 dar, über welche die Strahlungserfassung erfolgen kann.

Der Detektor 100 von Figur 2 ist derart ausgebildet, dass der Detektor 100 in Bereichen seitlich der Pixel 110 bzw. um die Pixel 110 herum und damit auch in Bereichen 125 zwischen den Pixeln 110, welche im Folgenden als Zwischenbereiche 125 bezeichnet werden, lichtunempfindlich ist. Zu diesem Zweck weist der Detektor 100 eine vorderseitige Abschirmung 120 mit den einzelnen Pixeln 110 zugeordneten Öffnungen 121 auf (vgl.

auch die Querschnittsdarstellung von Figur 4). Über die Konturen der Öffnungen 121 sind die Konturen der Pixel 110, und damit auch die Aufsichtsformen der abgeschirmten lichtunempfindlichen Bereiche und Zwischenbereiche 125 vorgegeben. In
5 den mit der Abschirmung 120 versehenen Bereichen und Zwischenbereichen 125 erfolgt im Unterschied zu den Pixeln 110 keine Strahlungserfassung. Die Ausgestaltung des Detektors 110 mit den die Pixel 110 trennenden Zwischenbereichen 125 sorgt u.a. dafür, dass ein Übersprechen zwischen den Pixeln
10 110 unterdrückt werden kann.

In Figur 2 sind darüber hinaus vorderseitige Kontakte 130 des Detektors 100 dargestellt. Diese befinden sich am Rand bzw. im Bereich von Ecken der Pixel 110. Die Kontakte 130 sind in
15 Form von (vorliegend beispielsweise rechteckigen) Kontaktflächen verwirklicht. An die Kontakte 130 können zum Beispiel zum Kontaktieren des Detektors 100 eingesetzte Bonddrähte angeschlossen werden (nicht dargestellt).

20 In Figur 2 ist ergänzend anhand eines horizontalen Pfeils eine Erstreckungsrichtung 150 der Pixelreihe angedeutet, entlang welcher die Pixel 110 nebeneinander angeordnet sind. Ferner ist anhand eines vertikalen Pfeils eine zu der Erstreckungsrichtung 150 senkrechte laterale Richtung 151 dargestellt.
25 Hinsichtlich der Erstreckungsrichtung 150 und der hierzu senkrechten Richtung 151 wird darauf hingewiesen, dass hiervon sowohl die anhand der Richtungspfeile angedeuteten Richtungen als auch die hierzu inversen Richtungen umfasst sind.

30 Bei einer Anwendung des Detektors 100 von Figur 2 in dem Lidar-System 200 von Figur 1 ist der Detektor 100 mit der Vorderseite der zu erfassenden Strahlung 231 zugewandt. Des Weiteren ist der Detektor 100 derart angeordnet, dass die Pixelreihe in horizontaler Richtung orientiert ist, und somit die
35 Erstreckungsrichtung 150 der Reihe parallel bzw. deckungsgleich zur horizontalen Richtung ist.

Bei dem Detektor 100 von Figur 2 besitzen die über die Öffnungen 121 der Abschirmung 120 festgelegten Pixel 110 sich von einer Rechteckform unterscheidende Aufsichtsformen. Die Pixel 110 weisen ineinander greifende, vorliegend stufenförmig ineinander greifende Konturen auf. Zu diesem Zweck sind die Pixel 110 derart ausgebildet, dass von oben betrachtet gegenüberliegende Seiten 163 von benachbarten Pixeln 110 jeweils stufenförmig und zum Teil abweichend von der senkrechten Richtung 151 zu der Erstreckungsrichtung 150 der Pixelreihe verlaufen.

Hierbei weisen die einander gegenüberliegenden Seiten 163 von benachbarten Pixeln 110 jeweils zwei senkrecht zu der Erstreckungsrichtung 150 bzw. in der Richtung 151 verlaufende Abschnitte sowie dazwischen einen hierzu schräg verlaufenden Abschnitt auf. Auch erstrecken sich diese Seitenabschnitte der stufenförmigen Seiten 163 von benachbarten Pixeln 110 jeweils parallel zueinander, so dass die strahlungsunempfindlichen Zwischenbereiche 125 eine linien- bzw. streifenförmige Aufsichtsform besitzen. Entsprechend den stufenförmigen Seiten 163 besitzen die Zwischenbereiche 125 einen zum Teil von der senkrechten Richtung 151 abweichenden, stufenförmigen Verlauf.

Weitere Pixelseiten 161, 162 der Pixel 110 sind im Unterschied hierzu geradlinig verlaufend. Hierbei weist jeder Pixel 110 zwei in der Erstreckungsrichtung 150 verlaufende Seiten 161 auf. Die zwei an den beiden Enden der Pixelreihe vorliegenden Pixel 110, welche benachbart sind zu lediglich einem Pixel 110, und welche im Vergleich zu den übrigen Pixeln 110 anstelle von zwei stufenförmigen Seiten 163 lediglich eine stufenförmige Seite 163 aufweisen, besitzen ferner am Reihenende eine weitere geradlinig bzw. in der senkrechten Richtung 151 verlaufende Seite 162.

35

Aufgrund der ineinander greifenden Konturen erstrecken sich die Pixel 110 entlang der Erstreckungsrichtung 150 der Pixelreihe teilweise nebeneinander. Daher liegen Überschneidungs-

bereiche 155 vor, in welchen jeweils eine gemeinsame Strahlungserfassung über zwei benachbarte Pixel 110 erfolgen kann. In Figur 2 ist ein solcher Überschneidungsbereich 155 von zwei Pixeln 110 anhand von gestrichelten Linien angedeutet.

5 Diese Ausgestaltung des Detektors 100 bietet die Möglichkeit, entlang der Erstreckungsrichtung 150 der Pixelreihe ein Vorliegen von toten Bereichen zu vermeiden. Trotz der die einzelnen Pixel 110 trennenden Zwischenbereiche 125 kann eine Strahlung daher entlang der Erstreckungsrichtung 150 der Pixelreihe durchgehend über die Pixel 110 des Detektors 100 er-
10 fasst werden.

Zur weiteren Veranschaulichung dieser Eigenschaft zeigt Figur 3 Verläufe 171 der örtlichen Strahlungssensitivität S der Pixel 110 des Detektors 100 von Figur 2. Jeder Verlauf 171 bildet die Sensitivität S eines Pixels 110 in Abhängigkeit einer
15 lateralen Position P entlang der Erstreckungsrichtung 150 der Pixelreihe ab. Die Größe der Sensitivität S richtet sich nach der auf die senkrechte Richtung 151 bezogenen Breite der Pixel 110. Die Verläufe 171 sind in unterschiedlicher Weise mit durchgezogenen oder gestrichelten Linien dargestellt, um die
20 Zuordnung zu den entsprechenden Pixeln 110 des Detektors 100 zu erleichtern.

25 Anhand von Figur 3 wird deutlich, dass die oben erläuterte geometrische Auslegung der Pixel 110 mit einem teilweisen Überlappen der örtlichen Sensitivitäten S der Pixel 110 entlang der Erstreckungsrichtung 150 der Pixelreihe verbunden ist. Der Detektor 100 weist somit, bezogen auf die Erstreckungsrichtung 150 der Pixelreihe, überlappende Empfangskanäle auf. Dies ermöglicht die lückenlose Strahlungserfassung
30 entlang der Erstreckungsrichtung 150.

Wie oben bereits angegeben wurde, kommt der Detektor 100 von
35 Figur 2 bei dem Lidar-System 200 von Figur 1 mit einer horizontalen Ausrichtung der Pixelreihe zur Anwendung. Bei dieser Ausrichtung ermöglicht die Ausgestaltung des Detektors 100 einen horizontalen Überlapp für dessen Kanäle, so dass bezo-

gen auf die horizontale Richtung eine durchgehende Strahlungserfassung erzielt werden kann. Auf diese Weise lassen sich auch Objekte bzw. Hindernisse mit einer kleinen horizontalen Ausdehnung anhand der hieran reflektierten und zu dem Detektor 100 kommenden Strahlung 231 zuverlässig erfassen. Derartige Hindernisse sind zum Beispiel säulenförmige Hindernisse wie beispielsweise Menschen, Bäume, Pfeiler, usw.

Die Pixel 110 des Detektors 100 können laterale Abmessungen im Bereich von mehreren 100µm oder auch andere, zum Beispiel größere Abmessungen aufweisen. Es ist zum Beispiel möglich, dass die Pixel 110 in der Richtung 150 Abmessungen im Bereich von 600µm, und in der Richtung 151 Abmessungen im Bereich von 1000µm besitzen. Die Zwischenbereiche 125 können eine Breite im Bereich von 10µm oder auch eine andere, beispielsweise kleinere Breite aufweisen. Derartige Abmessungen können auch für weiter unten beschriebene Detektor-Layouts zur Anwendung kommen.

Figur 4 zeigt eine Querschnittsdarstellung eines Ausschnitts des pixelierten Photodiodendetektors 100, anhand welcher weitere Details zu dessen Aufbau deutlich werden. Der Detektor 100 ist in Form eines monolithischen Halbleiterbauelements bzw. Halbleiterchips ausgebildet und weist eine Halbleiterschicht 111 auf, in welcher mehrere nebeneinander angeordnete Photodioden ausgebildet sind. Hierbei ist jedem Pixel 110 eine entsprechende Photodiode zugeordnet bzw. weist jeder Pixel 110 eine entsprechende Photodiode auf.

Wie in Figur 4 gezeigt ist, weist die Halbleiterschicht 111 hierzu einen Schichtbereich 112 mit einer ersten Dotierung und für jede der Photodioden einen dünnen vorderseitigen Schichtbereich 113 mit einer zu der ersten Dotierung inversen zweiten Dotierung auf. Es ist zum Beispiel möglich, dass der Schichtbereich 112 n-leitend ist, und dass die nebeneinander angeordneten Schichtbereiche 113 p-leitend sind. Auf diese Weise kann jede Photodiode einen entsprechenden p-n-Übergang aufweisen. Diese Struktur kann im Betrieb des Detektors 100

dafür sorgen, dass in der Halbleiterschicht 111 durch Strahlungsabsorption erzeugte Ladungsträger (Elektron-Loch-Paare) getrennt werden bzw. in die unterschiedlich dotierten Schichtbereiche 112, 113 driften können, und somit elektrische Detektorsignale erzeugt werden können.

Der Detektor 100 weist des Weiteren, wie in Figur 4 gezeigt ist, eine auf der Halbleiterschicht 111 angeordnete vorderseitige Antireflexionsschicht 115 auf. Mit Hilfe der Antireflexionsschicht 115 kann eine Reflexion von Strahlung an der Vorderseite des Detektors 100 unterdrückt werden.

Zum Abgreifen der Detektorsignale weist der Detektor 100 entsprechende Kontakte auf, über welche sich die Schichtbereiche 112, 113 kontaktieren lassen. In Figur 4 sind die im Bereich der Pixel 110 vorgesehenen vorderseitigen Kontakte 130 dargestellt. Die Kontakte 130 erstrecken sich durch die Antireflexionsschicht 115 hindurch zu den Schichtbereichen 113 der Photodioden, so dass sich die Schichtbereiche 113 hierüber kontaktieren lassen. Die Kontakte 130 können ein metallisches Material aufweisen.

Zum Kontaktieren des anderen Schichtbereichs 112 kann der Detektor 100 einen weiteren, nicht dargestellten Kontakt aufweisen. Hierbei kann es sich zum Beispiel um einen flächigen Kontakt handeln, welcher an einer der Vorderseite entgegengesetzten Rückseite des Detektors 100 bzw. der Halbleiterschicht 111 angeordnet ist.

In Figur 4 ist des Weiteren die Abschirmung 120 des Detektors 100 mit den Öffnungen 121 dargestellt, über welche die Konturen der Pixel 110 vorgegeben sind. Die Abschirmung 120 ist auf der Antireflexionsschicht 115 angeordnet. Die Abschirmung 120 kann ein metallisches Material aufweisen. Hierbei kann es sich um dasselbe metallische Material handeln, aus welchem auch die vorderseitigen Kontakte 130 ausgebildet sein können. In Figur 4 ist ebenfalls angedeutet, dass die vorderseitigen Schichtbereiche 113 der Photodioden dieselben lateralen Ab-

messungen wie die Öffnungen 121 der Abschirmung 120 aufweisen können.

Abweichend von Figur 4 kann der Detektor 100 im Querschnitt gegebenenfalls weitere Schichten und/oder Strukturen aufweisen. Beispielsweise kann der Detektor 100 mit einer zusätzlichen Oxidschicht ausgebildet sein, welche im Bereich der Abschirmung 120 zwischen der Antireflexionsschicht 115 und der Halbleiterschicht 111 angeordnet ist.

Im Folgenden werden mögliche Abwandlungen bzw. Weiterbildungen von pixelierten Photodiodendetektoren 100 beschrieben, welche ebenfalls bei dem Lidar-System 200 von Figur 1 zur Anwendung kommen können. Diese Detektoren 100 sind entsprechend der zuvor erläuterten Ausgestaltung dazu ausgebildet, eine lückenlose Strahlungserfassung entlang der Erstreckungsrichtung 150 einer Pixelreihe und damit, bei einer Ausrichtung der Pixelreihe in horizontaler Richtung, entlang der horizontalen Richtung zu ermöglichen. Diese Eigenschaft ist in gleicher Weise über eine geeignete geometrische Auslegung von Pixeln 110 verwirklicht. In diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, dass übereinstimmende Merkmale und Aspekte, beispielsweise der anhand von Figur 4 erläuterte Querschnittsaufbau, im Folgenden nicht erneut detailliert beschrieben werden. Für Details hierzu wird stattdessen auf die vorstehende Beschreibung Bezug genommen. Des Weiteren ist es möglich, dass ein in Bezug auf eine Ausführungsform beschriebenes Merkmal auch für eine andere Ausführungsform zutreffen kann bzw. dass Merkmale von mehreren Ausführungsformen miteinander kombinierbar sind.

Figur 5 zeigt eine Aufsichtsdarstellung einer Vorderseite einer weiteren Ausgestaltung eines pixelierten Photodiodendetektors 100. Der Detektor 100 weist eine Reihe aus mehreren bzw. fünf nebeneinander angeordneten strahlungsempfindlichen Pixeln 110 auf. Die Konturen der Pixel 110 sind über Öffnungen 121 einer vorderseitigen Abschirmung 120 des Detektors 100 vorgegeben.

Bei dem Detektor 100 von Figur 5 weisen die Pixel 110 zickzackförmig ineinander greifende Konturen auf. Hierfür sind die Pixel 110 derart ausgebildet, dass von oben betrachtet
5 gegenüberliegende Seiten 164 von benachbarten Pixeln 110 jeweils einen zickzackförmigen Verlauf mit schräg zu der Erstreckungsrichtung 150 der Pixelreihe sowie zu der senkrechten Richtung 151 verlaufenden Abschnitten besitzen. Die Seitenabschnitte der zickzackförmigen Seiten 164 von benachbarten Pixeln 110 erstrecken sich ferner parallel zueinander, so
10 dass die zwischen den Pixeln 110 vorhandenen abgeschirmten bzw. strahlungsunempfindlichen Zwischenbereiche 125 eine streifenförmige, zickzackförmige Aufsichtsform besitzen.

15 Weitere Seiten 161, 162 der Pixel 110 sind geradlinig verlaufend bzw. erstrecken sich in der Erstreckungsrichtung 150 sowie im Falle der Seiten 162, welche lediglich bei den Pixeln 110 an den Reihenden vorhanden sind, in der senkrechten Richtung 151.

20 Die Ausgestaltung des Detektors 100 von Figur 5 mit den zum Teil zickzackförmig verlaufenden Konturen der Pixel 110 macht es möglich, dass sämtliche Pixel der Reihe, einschließlich der zwei Pixel 110 an den beiden Reihenden, im Wesentlichen
25 übereinstimmende Abmessungen bzw. Flächenabmessungen aufweisen können.

Die ineinander greifenden Konturen der Pixel 110 des Detektors 100 von Figur 5 führen dazu, dass sich die Pixel 110
30 entlang der Erstreckungsrichtung 150 der Pixelreihe teilweise nebeneinander erstrecken und daher Überschneidungsbereiche 155 vorhanden sind, in welchen eine Strahlung jeweils gemeinsam über zwei benachbarte Pixel 110 erfasst werden kann.
Trotz der die Pixel 110 trennenden Zwischenbereiche 125 ist
35 infolgedessen eine durchgehende Strahlungserfassung entlang der Erstreckungsrichtung 150 möglich.

Zur Veranschaulichung dieser Eigenschaft sind in Figur 6 Verläufe 172 der örtlichen Strahlungssensitivität S der Pixel 110 des Detektors 100 von Figur 5 in Abhängigkeit einer lateralen Position P entlang der Erstreckungsrichtung 150 dargestellt. Die geometrische Auslegung der Pixel 110 führt zu einem teilweisen Überlappen der örtlichen Sensitivitäten S der Pixel 110 entlang der Erstreckungsrichtung 150.

Die in den Figuren 2, 5 gezeigten Detektoren 100 weisen jeweils eine Reihe aus nebeneinander angeordneten strahlungsempfindlichen Pixeln 110 auf. Dies kann auch als 1d-Anordnung bezeichnet werden. Möglich sind jedoch auch vergleichbare Ausgestaltungen mit mehreren versetzten bzw. parallel zueinander verlaufenden Pixelreihen. Ein solcher Aufbau kann auch als 2d-Anordnung bezeichnet werden.

Ein mögliches Beispiel für einen in dieser Art und Weise aufgebauten Detektor 100 ist in der Aufsicht in Figur 7 gezeigt. Der Detektor 100 weist zwei parallele Reihen aus jeweils mehreren bzw. fünf nebeneinander angeordneten Pixeln 110 auf. Die Pixelreihen, welche sich entlang einer Erstreckungsrichtung 150 erstrecken, sind analog zu der Pixelreihe des Detektors 100 von Figur 5 ausgebildet. In den einzelnen Reihen weisen die Pixel 110 daher zickzackförmig ineinander greifende Konturen auf, was durch einen zickzackförmigen Verlauf von gegenüberliegenden Seiten 164 von benachbarten Pixeln 110 verwirklicht ist. Daher ist in den Pixelreihen eine durchgehende Strahlungserfassung entlang der Erstreckungsrichtung 150 möglich.

Bei dem Detektor 100 von Figur 7 sind die Pixel 110 der verschiedenen Pixelreihen durch einen abgeschirmten, strahlungsunempfindlichen Zwischenbereich voneinander getrennt. Des Weiteren liegen sich geradlinige und in der Richtung 150 erstreckende Seiten 161 von benachbarten Pixeln 110 der verschiedenen Reihen gegenüber.

Ein Detektor 100 mit einer 2d-Anordnung aus Pixeln 110 kann auch mit Pixeln 110 verwirklicht werden, welche zum Beispiel eine Figur 2 entsprechende Aufsichtsform oder auch eine andere Form aufweisen. Des Weiteren lässt sich ein solcher Detektor 100 auch mit mehr als zwei parallel verlaufenden Pixelreihen verwirklichen.

Figur 8 zeigt eine Aufsichtsdarstellung einer Vorderseite einer weiteren Ausgestaltung eines pixelierten Photodiodendetektors 100. Der Detektor 100 weist im Wesentlichen denselben Aufbau wie der in Figur 2 gezeigte Detektor 100, also eine Reihe aus Pixeln 110 mit stufenförmig ineinander greifenden Konturen auf. Anstelle der in Form von Kontaktflächen verwirklichten Kontakte 130 weist der Detektor 100 von Figur 8 vorderseitige Kontakte 131 auf, welche von oben betrachtet jeweils einen flächigen Kontaktabschnitt 132 und einen linienförmigen Kontaktabschnitt 133 umfassen. Diese Ausgestaltung kann im Vergleich zu den Kontakten 130 einen geringeren elektrischen Widerstand ermöglichen. Hierbei können nicht dargestellte Bonddrähte an die flächigen Kontaktabschnitte 132 der Kontakte 131 angeschlossen werden. Die Kontakte 131 können sich vergleichbar zu den Kontakten 130 durch eine vorderseitige Antireflexionsschicht 115 hindurch zu entsprechenden Schichtbereichen 113 von Photodioden erstrecken (vgl. Figur 4).

Vorderseitige Kontakte 131 aufweisend flächige und linienförmige Kontaktabschnitte 132, 133 können in entsprechender Weise bei Detektoren 100 vorgesehen werden, welche von Figur 8 abweichende Ausgestaltungen bzw. Aufsichtsformen von Pixeln 100 aufweisen. Hierunter fallen zum Beispiel die zuvor anhand der Figuren 5, 7 erläuterten Detektoren 100.

Eine durchgehende Strahlungserfassung entlang der Erstreckungsrichtung 150 einer Pixelreihe lässt sich auch mit Hilfe von Pixeln 110 verwirklichen, bei denen gegenüberliegende Seiten von benachbarten Pixeln 110 geradlinig verlaufen. In diesem Sinne zeigt Figur 9 eine Aufsichtsdarstellung einer

Vorderseite einer weiteren Ausgestaltung eines pixelierten Photodiodendetektors 100. Der Detektor 100 weist eine Reihe aus mehreren bzw. fünf nebeneinander angeordneten strahlungsempfindlichen Pixeln 110 auf, deren Konturen über Öffnungen
5 121 einer vorderseitigen Abschirmung 120 des Detektors 100 vorgegeben sind.

Bei dem Detektor 100 von Figur 9 weisen benachbarte Pixel 110 jeweils gegenüberliegende Seiten 165 auf, welche parallel zu-
10 einander und schräg zu der Erstreckungsrichtung 150 der Pixelreihe sowie schräg zu der senkrechten Richtung 151 verlaufen. Daher besitzen die zwischen den Pixeln 110 vorhandenen strahlungsunempfindlichen Zwischenbereiche 125 eine streifenförmige und sich schräg zu den Richtungen 150, 151 erstreckende Aufsichtsform. Weitere Seiten 161, 162 der Pixel 110
15 sind ebenfalls geradlinig verlaufend bzw. erstrecken sich in der Erstreckungsrichtung 150 sowie im Falle der Seiten 162, welche lediglich bei den Pixeln 110 an den Reihenden vorhanden sind, in der senkrechten Richtung 151.

Bei dem Detektor 100 von Figur 9 sind die Pixel 110 ferner derart zueinander beanstandet, dass sich die Pixel 110 entlang der Erstreckungsrichtung 150 der Pixelreihe teilweise nebeneinander erstrecken. Infolgedessen liegen Überschneidungsbereiche 155 vor, in welchen jeweils eine gemeinsame
25 Strahlungserfassung über zwei benachbarte Pixel 110 erfolgen kann. Dies führt zu einer lückenlosen Strahlungserfassung entlang der Erstreckungsrichtung 150.

Bei dem Detektor 100 von Figur 9 können die Pixel 110 örtliche Strahlungssensitivitäten S vergleichbar zu dem Detektor 100 von Figur 5 aufweisen. Die in Figur 6 gezeigten Verläufe 172 können daher in entsprechender Weise für das in Figur 9 gezeigte Detektor-Layout zur Anwendung kommen.

Eine durchgehende Strahlungserfassung ist auch ohne Überlappungs- bzw. Überschneidungsbereiche 155 von benachbarten Pixeln 110 möglich. In diesem Sinne zeigt Figur 10 eine Auf-

sichtsdarstellung einer Vorderseite einer weiteren Ausgestaltung eines pixelierten Photodiodendetektors 100. Der Detektor 100 weist im Wesentlichen denselben Aufbau wie der in Figur 2 gezeigte Detektor 100 auf, also eine Reihe aus Pixeln 110, wobei die gegenüberliegenden Seiten 163 benachbarter Pixel 110 und die dazwischen vorhandenen strahlungsunempfindlichen Zwischenbereiche 125 einen stufenförmigen Verlauf besitzen. Im Vergleich zu dem Detektor 100 von Figur 2 sind die Pixel 110 jedoch in einem größeren Abstand bzw. einem solchen Abstand angeordnet, dass die Pixel 110 an den Seiten 163 sich bis zu Stellen erstrecken, welche bezogen auf die Erstreckungsrichtung 150 der Reihe jeweils übereinstimmende Höhen aufweisen, oder anders ausgedrückt, dass die Pixel 110 an den Seiten 163 sich mit Bezug auf die Erstreckungsrichtung 150 der Reihe bis zu übereinstimmenden Positionen erstrecken. Dies ist in Figur 10 für zwei Pixel 110 anhand einer gestrichelten Linie angedeutet.

Die in Figur 10 gezeigte Ausgestaltung des Detektors 100 bietet ebenfalls die Möglichkeit, eine durchgehende Strahlungserfassung entlang der Erstreckungsrichtung 150 der Pixelreihe zu erzielen, wobei eine Strahlung hierbei in abwechselnder Weise über die Pixel 110 erfasst werden kann. Zur Veranschaulichung dieser Eigenschaft zeigt Figur 11 Verläufe 173 der örtlichen Strahlungssensitivität S der Pixel 110 in Abhängigkeit einer lateralen Position P entlang der Erstreckungsrichtung 150. Anhand von Figur 11 wird deutlich, dass die Ausgestaltung des Detektors 100 von Figur 10 mit aneinander grenzenden örtlichen Sensitivitäten S der Pixel 110 entlang der Erstreckungsrichtung 150 der Pixelreihe verbunden ist.

Die anhand der Figuren erläuterten Ausführungsformen stellen bevorzugte bzw. beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung dar. Neben den beschriebenen und abgebildeten Ausführungsformen sind weitere Ausführungsformen vorstellbar, welche weitere Abwandlungen und/oder Kombinationen von Merkmalen umfassen können. Es ist zum Beispiel möglich, obige Zahlenangaben durch andere Angaben zu ersetzen. Insofern können Pixel 110

mit anderen als den oben genannten lateralen Abmessungen ausgebildet werden. Auch können Detektoren 100 mit anderen Anzahlen aus in einer Reihe nebeneinander angeordneten Pixeln 110, sowie anderen Anzahlen an parallelen Pixelreihen verwirklicht werden.

Weitere mögliche Abwandlungen bestehen darin, Pixel 110 mit geometrischen Aufsichtsformen bzw. Konturen zu verwirklichen, welche von den beschriebenen und in den Figuren gezeigten Konturen abweichen.

In diesem Sinne kann es in Betracht kommen, dass die Konturen der Pixel 110 zumindest teilweise gekrümmt verlaufen. Beispielsweise kann an den Stellen, an denen die Konturen entsprechend den Figuren 2, 5, 7, 8, 9, 10 spitz zulaufende Abschnitte aufweisen, ein runder bzw. gekrümmter Konturabschnitt vorgesehen sein. Hierdurch kann ein Auftreten einer erhöhten elektrischen Feldstärke unterdrückt werden.

In Bezug auf eine 2d-Ausgestaltung eines Detektor 100 mit mehreren Pixelreihen besteht eine mögliche Abwandlung darin, Pixel 110 mit solchen Konturen auszubilden, dass gegenüberliegende Seiten benachbarter Pixel 110 verschiedener Reihen wenigstens teilweise abweichend von der Erstreckungsrichtung der Pixelreihen verlaufen. Hierbei kann vorgesehen sein, dass die Pixel 110 verschiedener Pixelreihen ineinander greifende Konturen aufweisen. Auf diese Weise können auch in der bezüglich der Erstreckungsrichtung 150 senkrechten Richtung 151 überlappende Empfangskanäle bzw. eine durchgehende Strahlungserfassung zur Verfügung gestellt werden.

Obwohl die Erfindung im Detail durch bevorzugte Ausführungsbeispiele näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

BEZUGSZEICHENLISTE

	100	Detektor
	110	Pixel
5	111	Halbleiterschicht
	112, 113	Schichtbereich
	115	Antireflexionsschicht
	120	Abschirmung
	121	Öffnung
10	125	Zwischenbereich
	130, 131	Kontakt
	132, 133	Kontaktabschnitt
	150, 151	Richtung
	155	Überschneidungsbereich
15	161, 162	Seite
	163, 164	Seite
	165	Seite
	171, 172	Verlauf
	173	Verlauf
20	200	System
	205	Emitter
	210	Empfänger
	215	Auswerteeinrichtung
	220	Objekt
25	230	Strahlung
	231	Reflektierte Strahlung
	235	Detektorsignal
	P	Position
	S	Sensitivität
30		

PATENTANSPRÜCHE

1. Detektor (100) für ein Lidar-System (200), aufweisend
eine Reihe aus nebeneinander angeordneten strahlungsemp-
findlichen Pixeln (110),
wobei die Pixel (110) der Reihe solche Konturen aufwei-
sen, dass gegenüberliegende Seiten (163, 164, 165) von
benachbarten Pixeln (110) wenigstens teilweise abwei-
chend von einer senkrechten Richtung (151) zu einer Er-
streckungsrichtung (150) der Reihe verlaufen.
2. Detektor nach Anspruch 1,
wobei die gegenüberliegenden Seiten (163) von benachbar-
ten Pixeln (110) der Reihe stufenförmig verlaufen.
3. Detektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die gegenüberliegenden Seiten (164) von benachbar-
ten Pixeln (110) der Reihe zickzackförmig verlaufen.
4. Detektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei sich benachbarte Pixel (110) der Reihe wenigstens
bis zu Stellen erstrecken, welche bezogen auf die Er-
streckungsrichtung (150) der Reihe jeweils übereinstim-
mende Höhen aufweisen.
5. Detektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei sich benachbarte Pixel (110) der Reihe jeweils in
Überschneidungsbereichen (155) entlang der Erstreckungs-
richtung der Reihe nebeneinander erstrecken.
6. Detektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die Pixel (110) der Reihe ineinander greifende
Konturen aufweisen.
7. Detektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
aufweisend eine vorderseitige Abschirmung (120) mit meh-

reren und den Pixeln (110) zugeordneten Öffnungen (121).

8. Detektor nach Anspruch 7,
wobei die Konturen der Pixel (110) über die Konturen der
5 Öffnungen (121) der Abschirmung (120) vorgegeben sind.

9. Detektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
aufweisend strahlungsunempfindliche Zwischenbereiche
(125) zwischen den Pixeln (110), durch welche die Pixel
10 (110) voneinander getrennt sind.

10. Detektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei der Detektor ein pixelierter Photodiodendetektor
ist.

15 11. Detektor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
aufweisend eine weitere parallel versetzte Reihe aus ne-
beneinander angeordneten strahlungsempfindlichen Pixeln
(110),

20 wobei die Pixel (110) der weiteren Reihe solche Konturen
aufweisen, dass gegenüberliegende Seiten (164) von be-
nachbarten Pixeln (110) wenigstens teilweise abweichend
von einer senkrechten Richtung (151) zu einer Erstre-
25 ckungsrichtung (150) der weiteren Reihe verlaufen.

12. Lidar-System (200), aufweisend einen Detektor (100) nach
einem der vorhergehenden Ansprüche und einen Emitter
(205) zum Aussenden einer Strahlung (230).

30

1/10

FIG 1

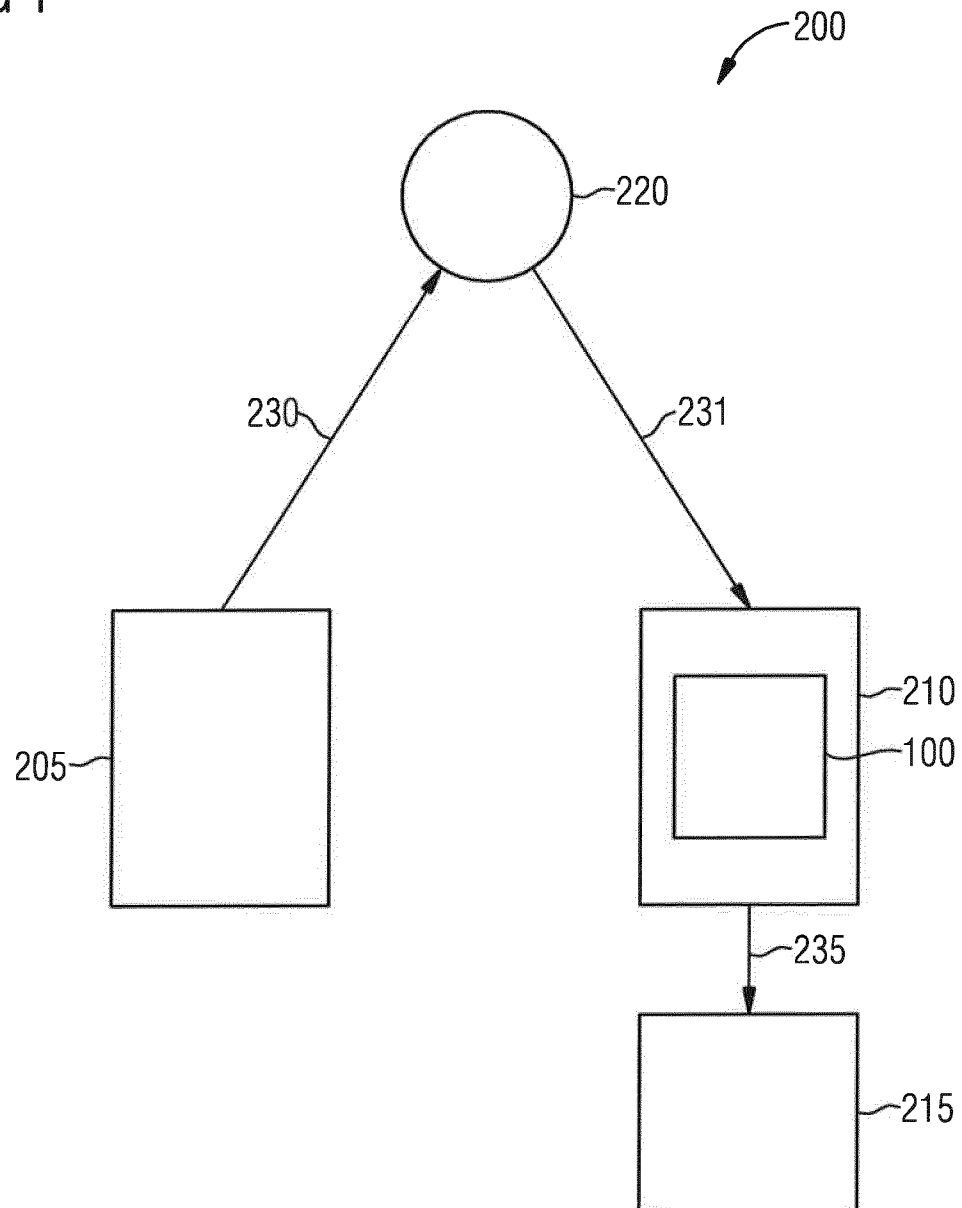
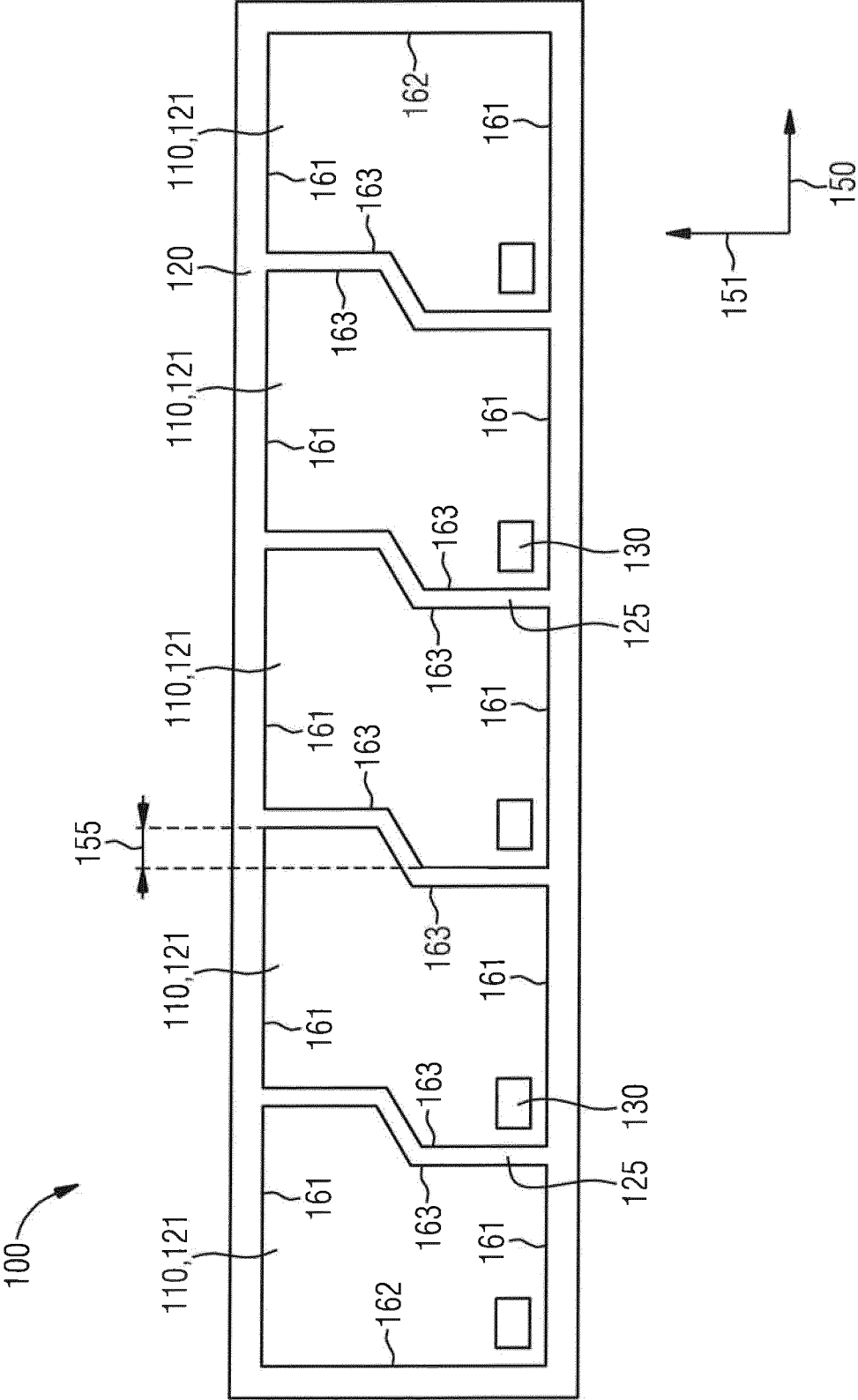


FIG 2



3/10

FIG 3

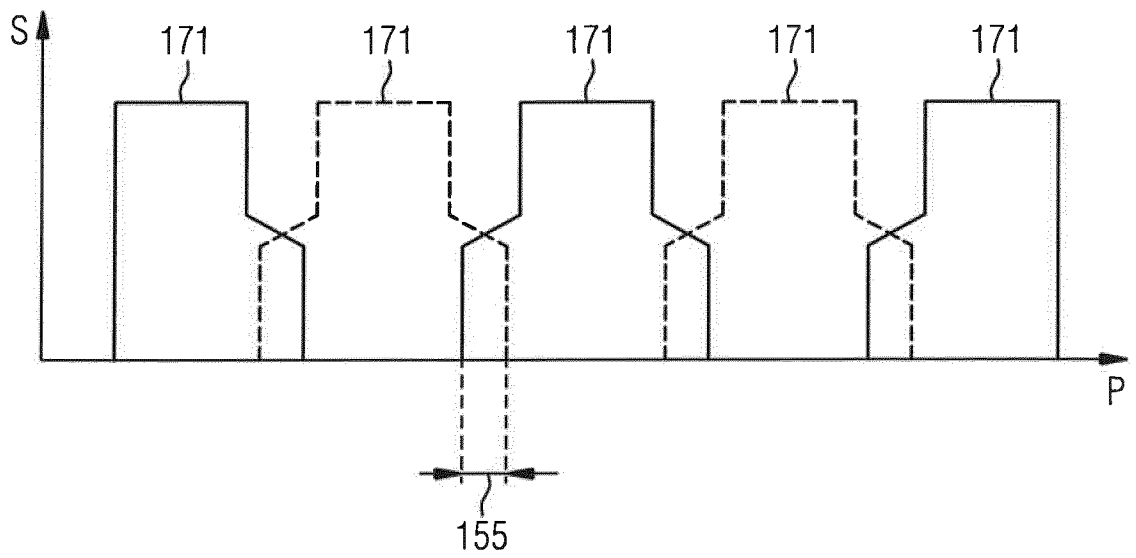


FIG 4

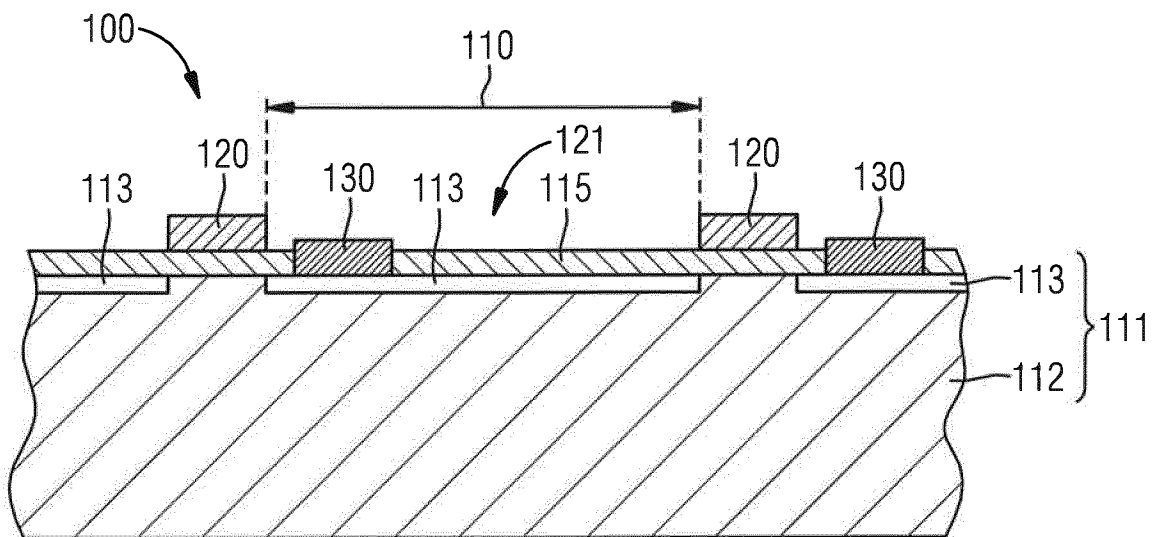
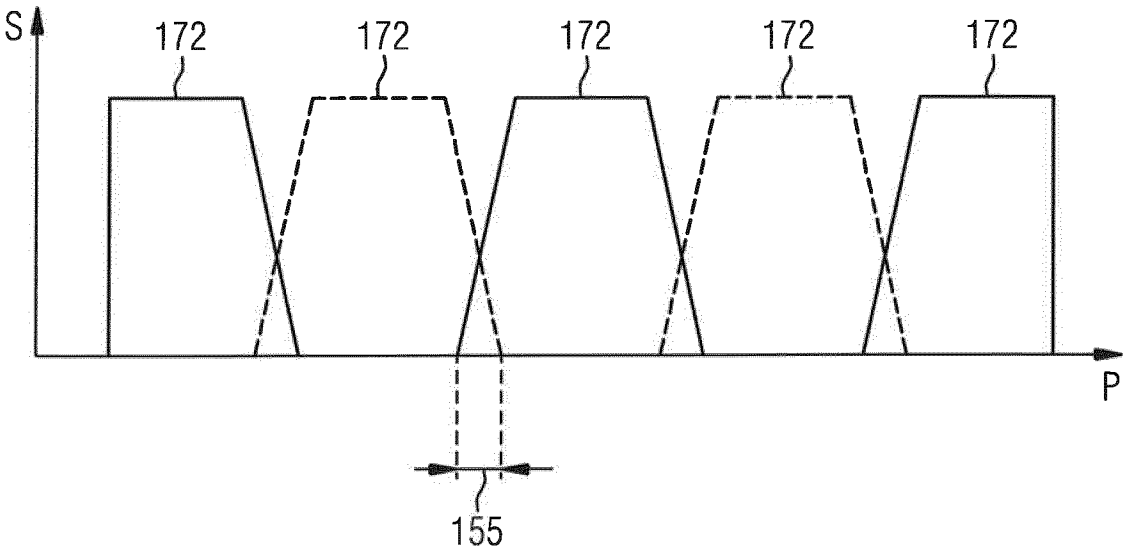


FIG 6



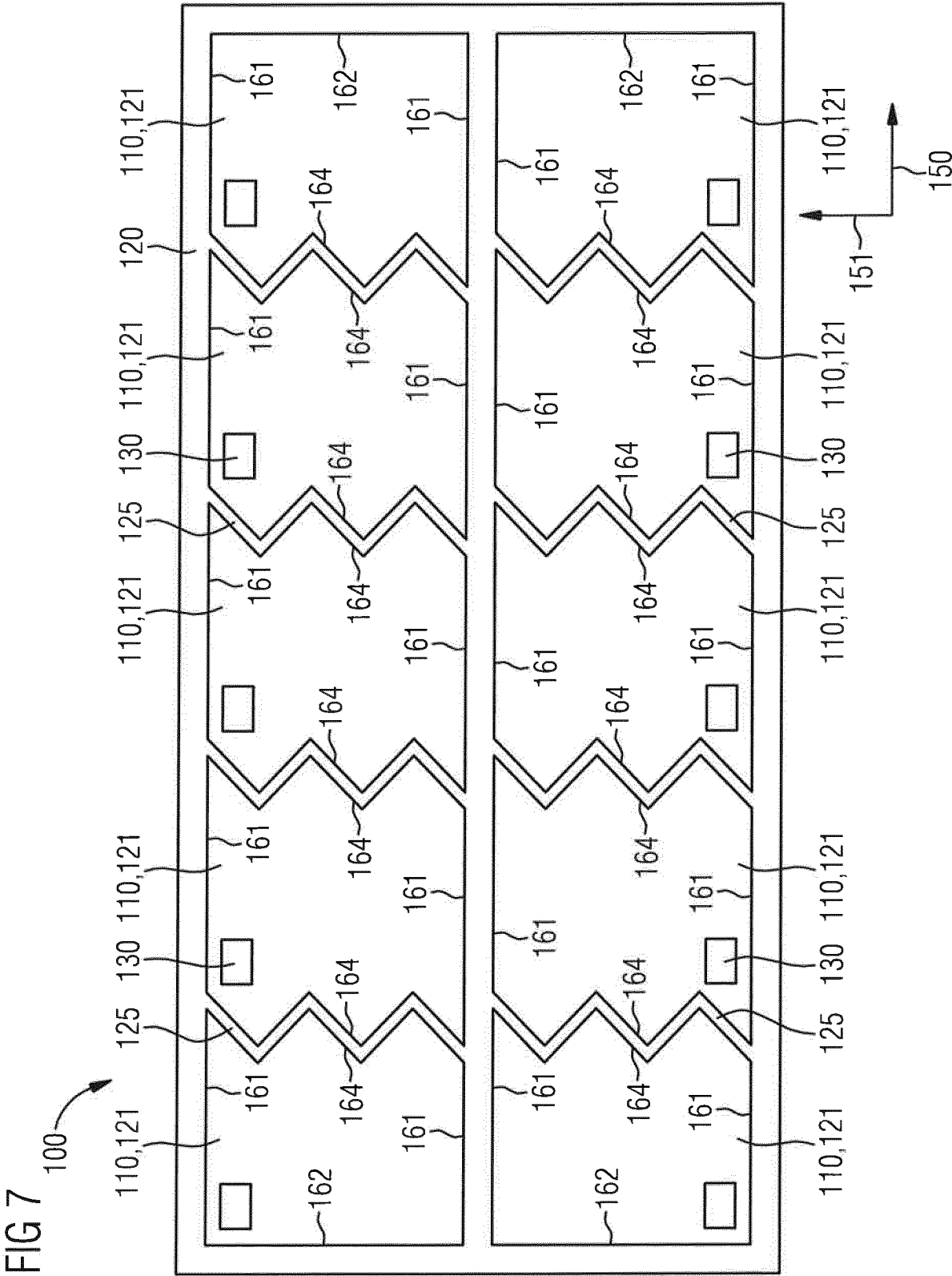


FIG 8

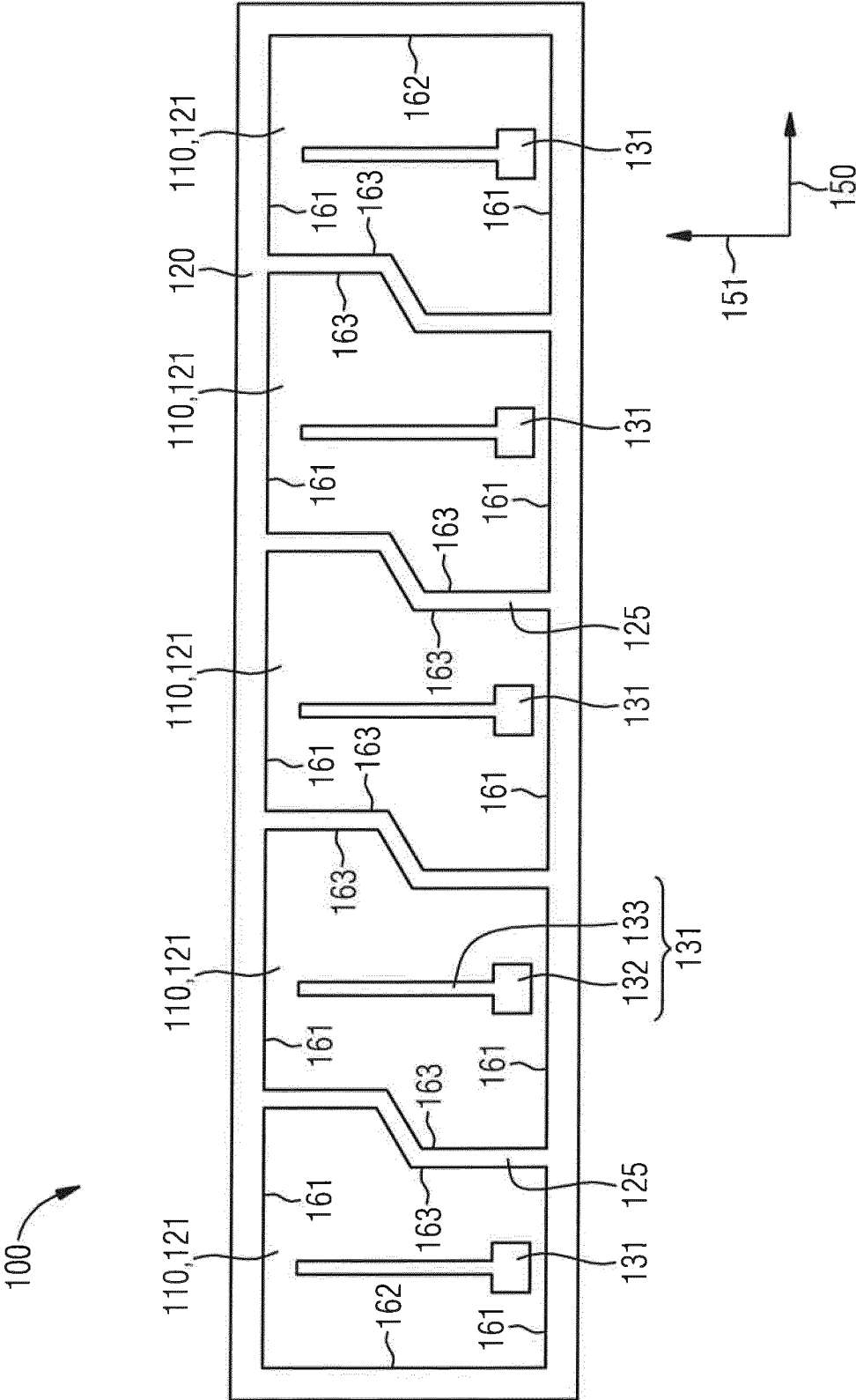


FIG 9

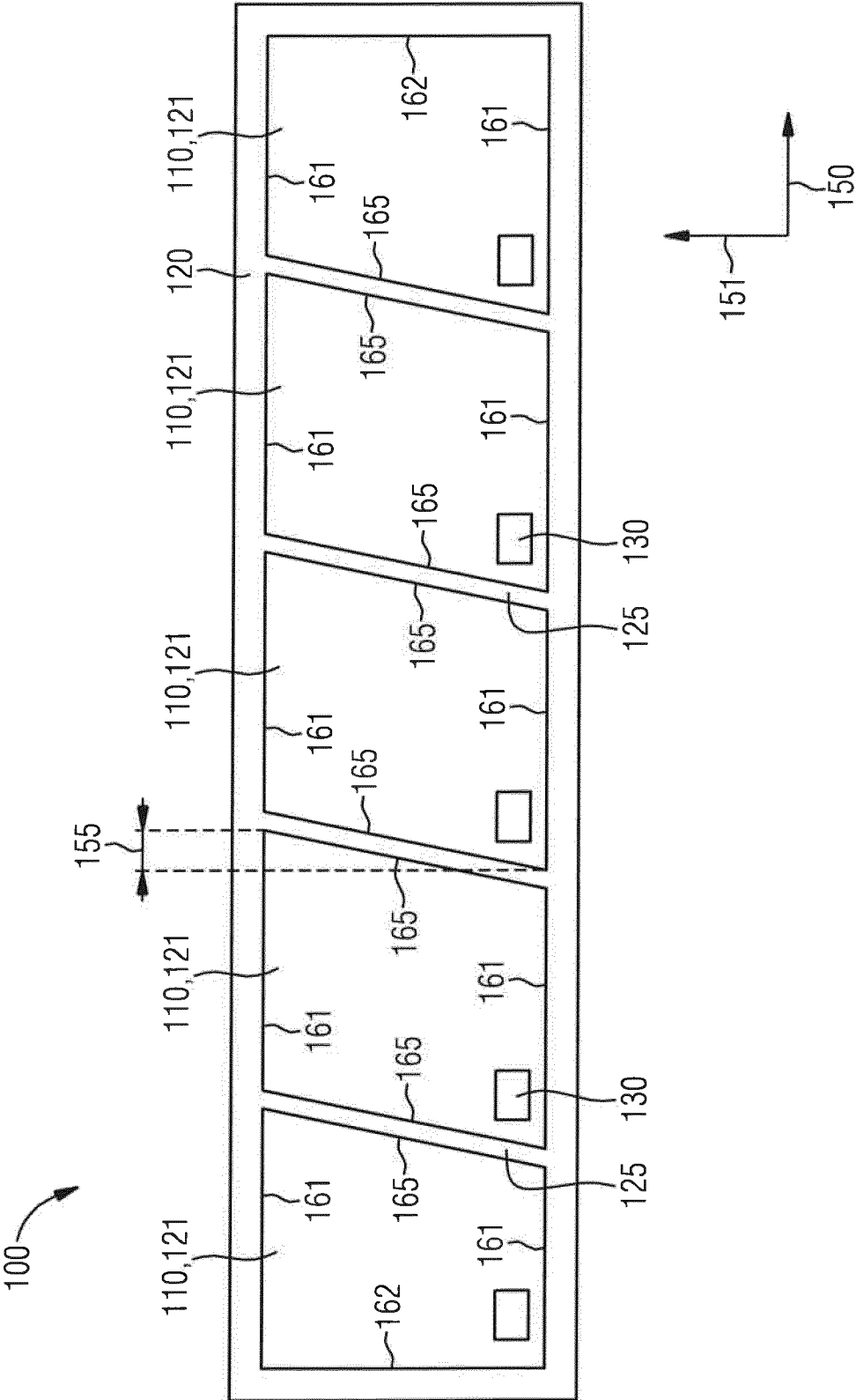


FIG 10

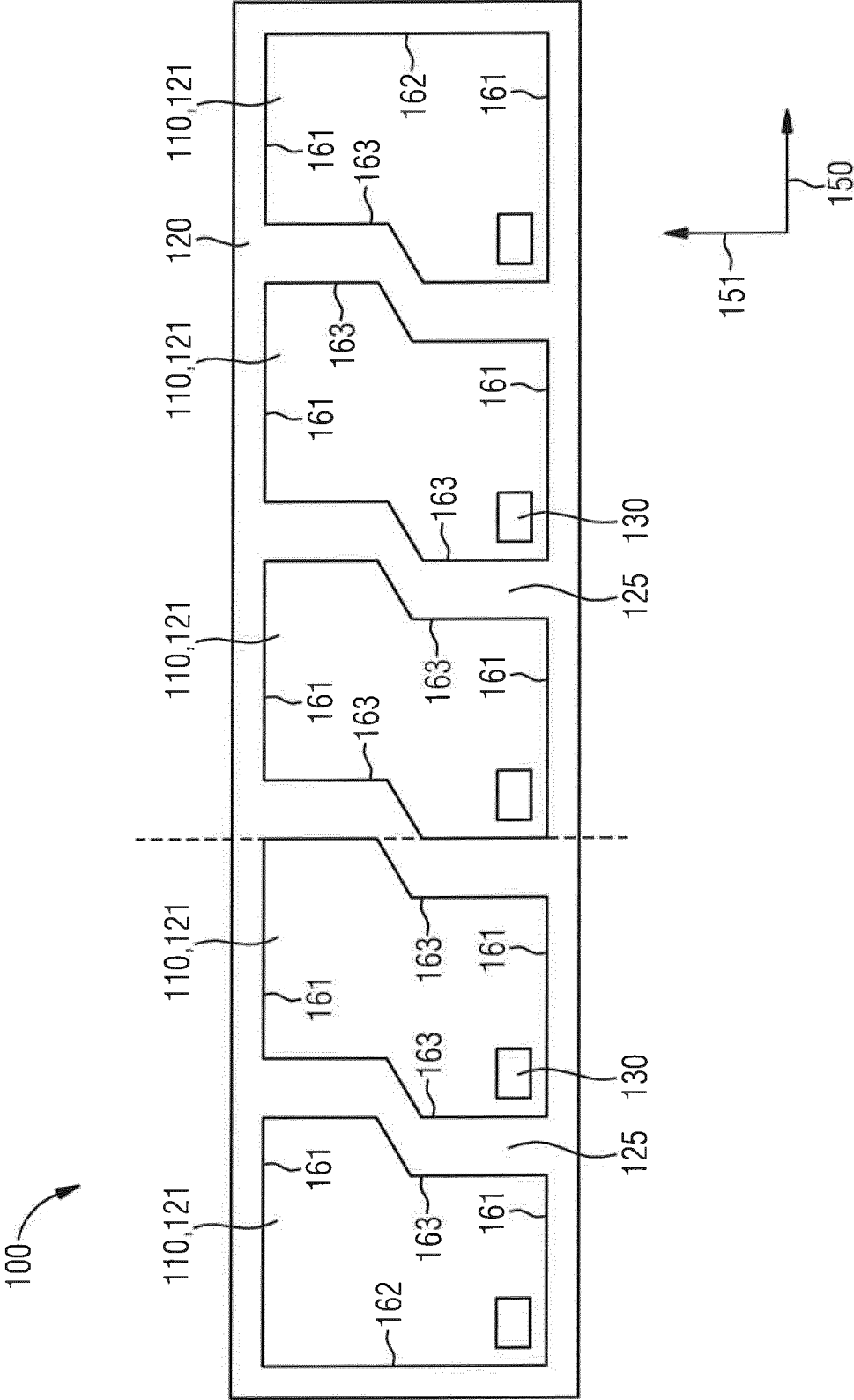
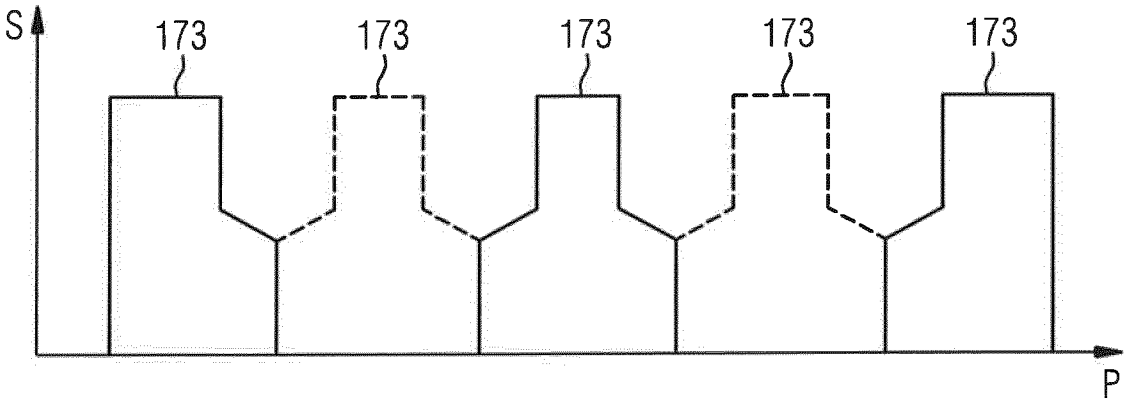


FIG 11



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/052785

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01S7/481 H01L31/0352 H01L27/146
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01S H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 2 451 150 A2 (ROCKWELL AUTOMATION TECH INC [US]; CEDES SAFETY & AUTOMATION AG [CH]) 9 May 2012 (2012-05-09) paragraphs [0005], [0032]; figures 7, 9 -----	1-12
A	WO 2006/001615 A1 (MTEK VISION CO LTD [KR]; LEE YOUN JUNG [KR]) 5 January 2006 (2006-01-05) figures 10, 11 -----	2,3,5,6
A	US 2013/153748 A1 (SUZUKI TSUYOSHI [JP] ET AL) 20 June 2013 (2013-06-20) figures 4, 7 -----	2,3,5,6



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 April 2016

Date of mailing of the international search report

26/04/2016

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Beer, Mark

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/052785

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
EP 2451150	A2	09-05-2012	CN	102685402 A		19-09-2012
			EP	2451150 A2		09-05-2012
			US	2012105823 A1		03-05-2012
			US	2013335725 A1		19-12-2013

WO 2006001615	A1	05-01-2006	CN	1977383 A		06-06-2007
			CN	101567960 A		28-10-2009
			EP	1779431 A1		02-05-2007
			US	2008049112 A1		28-02-2008
			WO	2006001615 A1		05-01-2006

US 2013153748	A1	20-06-2013	CN	103167252 A		19-06-2013
			JP	2013125861 A		24-06-2013
			US	2013153748 A1		20-06-2013

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. G01S7/481 H01L31/0352 H01L27/146
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 G01S H01L

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 2 451 150 A2 (ROCKWELL AUTOMATION TECH INC [US]; CEDES SAFETY & AUTOMATION AG [CH]) 9. Mai 2012 (2012-05-09) Absätze [0005], [0032]; Abbildungen 7, 9 -----	1-12
A	WO 2006/001615 A1 (MTEK VISION CO LTD [KR]; LEE YOUN JUNG [KR]) 5. Januar 2006 (2006-01-05) Abbildungen 10, 11 -----	2,3,5,6
A	US 2013/153748 A1 (SUZUKI TSUYOSHI [JP] ET AL) 20. Juni 2013 (2013-06-20) Abbildungen 4, 7 -----	2,3,5,6



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

18. April 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

26/04/2016

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Beer, Mark

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/052785

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2451150	A2	09-05-2012	CN 102685402 A 19-09-2012
		EP 2451150 A2	09-05-2012
		US 2012105823 A1	03-05-2012
		US 2013335725 A1	19-12-2013

WO 2006001615	A1	05-01-2006	CN 1977383 A 06-06-2007
		CN 101567960 A	28-10-2009
		EP 1779431 A1	02-05-2007
		US 2008049112 A1	28-02-2008
		WO 2006001615 A1	05-01-2006

US 2013153748	A1	20-06-2013	CN 103167252 A 19-06-2013
		JP 2013125861 A	24-06-2013
		US 2013153748 A1	20-06-2013
