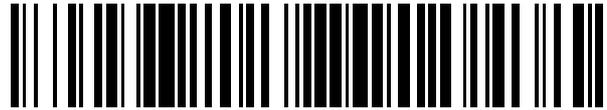


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 575 531**

51 Int. Cl.:

G01V 8/20

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.08.2011 E 11176844 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.04.2016 EP 2461188**

54 Título: **Sensor optoelectrónico**

30 Prioridad:

12.10.2010 DE 102010038118

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

29.06.2016

73 Titular/es:

**SICK AG (100.0%)
Erwin-Sick-Strasse 1
79183 Waldkirch, DE**

72 Inventor/es:

**KIETZ, DANIEL;
BÜRGER, JÜRGEN;
HAUPTMANN, AXEL y
HIRT, GÜNTER**

ES 2 575 531 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sensor optoelectrónico.

- 5 La invención se refiere a una rejilla reticular y a un procedimiento para la determinación de la altura y/o del espesor de un objeto de acuerdo con el preámbulo de las reivindicaciones 1 y 8, respectivamente.

10 Las rejillas reticulares comprenden una pluralidad de elementos emisores y de elementos receptores asociados, de manera que, respectivamente, una pareja de un elemento emisor y un elemento receptor forma una barrera óptica, que reconoce si el rayo de luz extendido entre el elemento emisor y el elemento receptor está interrumpido por un objeto o no. Los elementos emisores y los elementos receptores están agrupados, respectivamente, en una unidad emisora y una unidad receptora, que se montan
15 opuestas entre sí. También existen rejillas reticulares, en las que elementos emisores y elementos receptores están alojados en dos unidades emisoras y receptoras mixtas, opuestas entre sí.

20 La presentación de un rayo de luz de los elementos emisores individuales es idéntica. Realmente, en función de los ángulos de apertura de las ópticas formadoras de haz aparecen haces de luz con sección transversal finita. Para mantener manejables los requerimientos de ajuste, a distancias habituales entre la unidad emisora y la unidad receptora, en virtud de la divergencia del haz emisor, un elemento receptor recibe luz emisora no sólo desde el elemento emisor asociado, sino también desde su vecino. Para
25 evitar evaluaciones falsas, se activan cíclicamente, por lo tanto, los elementos emisores. En este caso, se emiten sucesivamente desde cada elemento emisor pulsos de luz individuales o paquetes, y se activa durante una cierta ventana de tiempo solamente el elemento receptor respectivo para determinar si en el haz de luz respectivo se encuentra un objeto. Los haces de luz se designan también como canales en este contexto.

30 El elemento receptor debe conocer a tal fin las ventanas de tiempo, en las que está activo, respectivamente, un elemento emisor, y debe conocer también si el elemento emisor emite en esta ventana de tiempo. Por lo tanto, la unidad emisora y la unidad receptora están sincronizadas entre sí. Con preferencia se utiliza una sincronización
35 óptica, para evitar una conexión de la línea entre la unidad emisora y la unidad receptora.

40 Un campo de aplicación para rejillas reticulares es la técnica de seguridad. Los haces de luz paralelos sirven en este caso como una especie de pared virtual y en el caso de interrupción a través de un objeto se asegura, por ejemplo, una fuente de peligro. En la técnica de automatización se emplean rejillas reticulares para el dimensionado de objetos, para medir la posición y la dilatación de objetos con la ayuda de la posición y el número de haces Interrumpidos. Por ejemplo, de esta manera se puede determinar la altura de objetos movidos sobre una cinta transportadora.

45 Una ventaja de rejillas reticulares en tales cometidos de dimensionado frente a otros sensores optoelectrónicos, como escáneres o emisores de corte de luz, reside en que todos los rayos se extienden paralelos y, por lo tanto, no existe ninguna proyección de sombras y ninguna distorsión del objeto condicionada geoméricamente. Es un inconveniente la resolución limitada, puesto que la capacidad de la rejilla reticular para el
50 reconocimiento de objetos pequeños está limitada por la distancia mutua de dos haces vecinos. De la misma manera se limita la exactitud de medición durante la determinación

de la posición de cantos de objetos mayores, que se reconoce, en efecto, de esta manera, pero se dimensiona como máximo con la resolución de la distancia del haz. Si se encuentra un objeto en un hueco entre dos haces, no se puede reconocer. Cuanto menores son los objetos a detectar, tanto menor debe ser la distancia del haz.

5

La posibilidad evidente de elevar la capacidad de resolución de una rejilla reticular o bien de detectar objetos más pequeños es de acuerdo con ello una reducción de la distancia del haz para reducir el hueco entre dos haces vecinos. Permaneciendo el campo de medición se necesitan de manera correspondiente componentes emisores y receptores adicionales. De esta manera se incrementan los costes y también el tiempo de reacción, por que se prolonga el ciclo de evaluación, en el que los rayos son activados sucesivamente para la prevención de señales de recepción ambiguas.

10

Otro principio se designa como técnica de haz cruzado. En este caso, un elemento receptor no sólo contempla los haces de su elemento emisor asociado opuesto, sino también haces emisores vecinos. De esta manera resultan haces inclinados adicionales, con los que se reconocen objetos entre los haces originales alineados rectos. Pero la elevación de la resolución no es posible sobre toda la zona de supervisión y también es irregular, a saber, depende de la distancia del objeto respecto al elemento emisor o bien al elemento receptor. Por este motivo, tampoco la detección del objeto a través de un haz cruzado permite una asociación geométrica del objeto a la altura de la supervisión. de manera que en los huecos entre haces originales, alineados rectos, es posible, en efecto, una determinación binaria del objeto, pero ningún dimensionado. Además, se eleva el tiempo de reacción, por que el ciclo de evaluación se prolonga con la ventana de tiempo de actividad de los haces cruzados.

15

20

25

Una evaluación energética es aplicable cuando el diámetro del haz es tan grande que dos haces chocan entre sí en retículos dados. Entonces no se evalúa binario, como es habitual en otro caso, con una comparación de umbrales sobre interrupciones del haz, sino que se determina cuantitativamente una medida, en la que un objeto cubre el haz respectivo. De esta manera, se reconocen objetos menores que el diámetro del haz. Como ya en la técnica del haz cruzado, de esta manera no es posible ninguna asociación geométrica del objeto a la altura de supervisión. La rejilla reticular reconoce, en efecto, el objeto pequeño y puede deducir también una información del espesor a partir de la media de la cobertura, pero no tiene ninguna información de dónde se encuentra el objeto dentro del diámetro del haz. De acuerdo con ello, a resolución de la posición no se mejora. Además, la rejilla reticular no puede distinguir entre un objeto u objetos parcialmente transparentes e influencias ambientales, como tal vez una contaminación de las ópticas que forman el haz.

30

35

40

Se conoce a partir del documento US 3 551 683 un dispositivo para la detección de la presencia de un objeto en una zona. En este caso, en un lado de la zona con un tubo se emite un haz de luz enanchado vertical y se determina sobre el otro lado de la zona el nivel de recepción de una pluralidad de fotodiodos interconectados. A los receptores está asociada una pluralidad de lentes desplazadas opuestas que se solapan. Estas lentes se ocupan de que un objeto pequeño proyecte varias sombras sobre los fotodiodos y de esta manera provoque una calda de la intensidad mayor y más fácil de detectar.

45

El documento DE 29 34 554 A1 publica un aparato de supervisión optoelectrónico con un haz de luz de emisión, que explora con la ayuda de un dispositivo de desviación una serie de espejos parcialmente transparentes dispuestos Inclinaados y unos detrás de los otros.

50

En la trayectoria de los rayos de reflexión de estos espejos está previsto, respectivamente, un receptor de luz con una lente. Estas lentes forman una disposición de series y se solapan en una zona marginal, para que no se produzcan zonas ciegas.

- 5 Se conoce a partir del documento EP 2 071 363 A2 una rejilla reticular, que evalúa cíclicamente sus haces, respectivamente. Uno de los haces sirve para la sincronización y utiliza un patrón de pulsos especial para poder distinguir el haz de sincronización de los haces restantes.
- 10 Por lo tanto, el cometido de la invención es mejorar la capacidad de resolución de una rejilla reticular.

Este cometido se soluciona por medio de una rejilla reticular según la reivindicación 1 y un procedimiento para la determinación de la altura y/o del espesor de un objeto según la
 15 reivindicación 8. En este caso, la solución parte de la idea básica de aprovechar la información de la señal de un hueco de haces vecino. Para obtener aquí suficiente información de la señal, los haces deben mezclarse prácticamente unos dentro de los otros, para poder realizar una evaluación diferencial de la señal para la elevación de la resolución. Esto se consigue por medio de ópticas especiales de formación del haz en los
 20 emisores de luz y los receptores de luz, en las que las ópticas se solapan mutuamente en dirección perpendicular al campo de supervisión. Solape no significa que las lentes estén superpuestas físicamente, sino que resulta un solape en la observación desde la dirección que se acaba de definir. Este solape conduce a un solape correspondiente de los haces de luz asociados. En este caso, el solape no sólo está previsto
 25 transversalmente, sino esencialmente perpendicular al campo de supervisión. Un solape perpendicular alineado con exactitud no es necesario, por ejemplo es concebible un desplazamiento mutuo de las ópticas en la dirección del rayo. El importante es la acción de que un objeto en oposición a las rejillas reticulares convencionales actúa en una y la misma posición de altura sobre el nivel de recepción de varios haces, para posibilitar la
 30 evaluación diferencial.

La invención tiene la ventaja de que no es necesaria ninguna elevación del número de haces y, por lo tanto, la elevación de la resolución permanece prácticamente neutra de
 35 costes. En este caso, se consigue una auténtica elevación de la resolución, que permite también una asociación geométrica en la zona de supervisión. A pesar de la resolución mejorada, se mantiene el número de los haces individuales a evaluar y de esta manera el tiempo de reacción es constante. Con ello se consigue una resolución subpixel con determinación del lugar de objetos pequeños.

40 Si se asegura que los objetos a detectar se encuentren directamente delante de los receptores de luz, es suficiente configurar a solape solo las ópticas en el lado de recepción. Pero, en general, se disponen ópticas de acuerdo con la invención tanto delante de los emisores de luz como también delante de los receptores de luz.

45 Las ópticas presentan una geometría y disposición, en las que en virtud del solape, cada línea imaginaria corta perpendicularmente al campo, que corta un haz de supervisión no dispuesto en el borde del campo, al menos otro haz de supervisión. Esta línea imaginaria tiene una cierta extensión de la anchura, puesto que deben reconocerse objetos físicos y no matemáticos. Las zonas finas, en las que los objetos no se solapan, para cumplir la
 50 condición anterior, son por lo tanto poco importantes. De acuerdo con ello, el solape es tan grande que un objeto en cada altura de supervisión repercute sobre el nivel de

recepción de al menos dos elementos receptores, de manera que está disponible siempre una serial diferencial. De ello sólo se exceptúan los dos haces en el borde del campo de supervisión. También es concebible prever en el sensor solamente al menos una zona parcial de la zona de solape, en la que aparece dicho solape de los haces de supervisión.
 5 Este sensor no tiene una resolución elevada sobre toda la altura de supervisión, sino sólo en las zonas parciales.

Las ópticas presentan con preferencia una geometría elipsoidal, triangular o cuadrada. Con estas geometrías se pueden formar haces, que alcanzan la mezcla requerida. En
 10 este caso, las secciones de haces redondeadas son ópticamente más fáciles y homogéneas de realizar, mientras que las secciones transversales angulares del haz permiten un solape sin huecos.

Las ópticas llenen con preferencia superficies iguales entre sí. De esta manera no deben
 15 tenerse en cuenta diferencias de nivel en virtud de la sección transversal del haz. Pero, por otra parte, también es concebible calcular o aprender tales diferencias de nivel con la ayuda de las diferencias de la superficie. De manera especialmente preferida, las ópticas presentan incluso geometrías idénticas entre sí. Entonces hay que añadir a una
 20 evaluación simplificada, una fabricación y manipulación simplificadas.

Las ópticas están dispuestas con preferencia uniformes en una serie en dos cantos
 opuestos del campo. De esta manera se consigue una resolución uniforme sobre toda la
 altura de supervisión.

Está prevista una unidad de evaluación, en la que con la ayuda del nivel de recepción de
 25 receptores de luz vecinos entre sí se puede determinar una altura y/o espesor de objetos en el campo con una resolución mejor que la distancia de dos haces de supervisión vecinos. La altura del objeto es la posición del objeto o de un canto del objeto en la dirección de la altura. En cambio, se designa como espesor la dilatación propia del objeto
 30 en la dirección de la altura. Cuando el sensor y el objeto están alineados enrasados en el extremo inferior, el espesor y la altura coinciden. En cambio, por ejemplo, para un objeto pequeño en el campo de supervisión, el espesor y la altura son dos variables de medición diferentes. Debido al solape de las ópticas, es posible para ambas variables de medición una evaluación subpixel, es decir, un valor de medición, que es más exacto que la
 35 distancia de los haces.

La unidad de evaluación esta configurada con preferencia para determinar la altura y/o el
 40 espesor incluyendo una relación y/o una diferencia de los niveles de recepción de receptores de luz vecinos entre sí. A partir de la evaluación diferencial del nivel de recepción resulta un valor de medición con resolución subpixel para espesor y altura en un hueco entre dos canales convencionales. Para dimensionar objetos mayores se añaden tales valores de medición subpixel en ambos bordes del objeto a un valor de medición, que corresponde convencionalmente al número de haces totalmente cubiertos.

Adicional o alternativamente, la unidad de evaluación esta configurada para determinar la
 45 altura y/o el espesor a partir del nivel de recepción de un receptor de luz en comparación con un nivel máximo de recepción del receptor de luz. Esta evaluación energética suministra otra información de medición sobre el espesor o altura del objeto. A tal fin se determina el nivel relativo de recepción, en el que la variable de referencia es el máximo,
 50 es decir, el nivel de recepción en la trayectoria libre de los haces.

En la unidad de evaluación esta aprendida o depositada con preferencia previamente una dependencia esperada del nivel de recepción de los receptores de luz de la altura y/o del espesor. Aprender significa que el sensor es accionado en condiciones definidas y en este caso calcula o mejora la dependencia. En cambio, las dependencias depositadas son reproducida o parametrizadas en la fabrica o posteriormente desde un soporte de datos. La dependencia funcional del nivel de recepción se puede aprender o depositar especialmente con espesor fijo conocido y altura variable. A tal fin. se utiliza todavía con preferencia un objeto de espesor reducido, tal vez con $1/3$, $1/10$ Incluso menos de la distancia del haz. De esta manera resulta para cada receptor de luz una curva unidimensional, a partir de la cual la unidad de evaluación toma directamente las relaciones necesarias entre los niveles actuales de la señal y la variable de medición de la altura. A través de integración es posible al menos en el supuesto de haces homogéneos la conversión a otros espesores fijos. de manera que son posibles dimensiones de la altura para cada espesor. El espesor propiamente dicho se puede determinar entonces, por ejemplo, a través de medición energética. Si se aprenden las dependencias, en lugar de calcularlas a partir de los parámetros ópticos y de la geometría, entonces se compensan de esta manera las inhomogeneidades del haz.

La unidad de evaluación está configurada con preferencia para reconocer una óptica contaminada cuando cae el nivel de recepción de un receptor de luz, pero no los niveles de recepción de receptores de luz vecinos. En virtud del solape de las ópticas no es verosímil que un objeto influya sólo sobre el nivel recepción de un receptor de luz. Por lo tanto, el sensor puede deducir a partir de ello una contaminación. Entonces se realiza una evaluación de si la contaminación es crítica y, dado el caso, es necesario un mantenimiento. Pero por otra parte, el sensor puede compensar la contaminación también en el funcionamiento siguiente, ya sea a través de la potencia elevada de emisión del emisor de luz respectivo, la sensibilidad elevada de recepción o también a través de la omisión del efecto de la contaminación.

El procedimiento de acuerdo con la invención se puede desarrollar de manera similar y muestra en este caso ventajas similares. Tales características ventajosas son ejemplares, pero no se describen exhaustivamente en las reivindicaciones dependientes que siguen a las reivindicaciones independientes.

A continuación se explica en detalle la invención también con respecto a otras características ventajas de forma ejemplar con la ayuda de formas de realización y con referencia al dibujo adjunto. En las figuras del dibujo:

La figura 1 muestra una representación esquemática de la sección transversal de una rejilla reticular.

La figura 2a muestra una vista frontal de una óptica de solape de acuerdo con la invención con algunas líneas auxiliares para la explicación del efecto sobre los haces de supervisión generados.

La figura 2b muestra la vista frontal según la figura 2a con un objeto de ensayo móvil que interrumpe el haz.

La figura 3 muestra una representación de los niveles de recepción relativos de los receptores de luz individuales en función de la posición del objeto de ensayo en la figura 2b; y

Las figuras 4a-b muestran vistas frontales de formas de realización alternativas de ópticas de solape según la invención.

5 La figura 1 muestra una representación esquemática de la sección transversal de una rejilla reticular 10. La unidad emisora 12 comprende una pluralidad de emisores de luz 14 dispuestos en una serie, por ejemplo LEDs o láseres en el espectro Infrarrojo o en otro espectro. La luz de los emisores de luz 14 es colimada, respectivamente, con una óptica de emisión 16 dispuesta a continuación y es emitida como haz de luz 18 a través de una zona de supervisión 20 hacia una unidad de recepción 22. Los haces de luz 18 inciden, respectivamente, a través de una óptica de recepción 24 sobre un receptor de luz 26 asociado a cada emisor de luz 14, que está configurado la mayoría de las veces como fotodiodo, pero alternativamente puede ser también un sensor de imagen-CCD o CMOS de resolución local.

15 Las ópticas de emisión 16 así como las ópticas de recepción 24 pueden comprender en contra de la representación otros elementos como lentes adicionales, pantallas o similares y se ocupan de que los haces de luz 18 presenten un perfil deseado del haz. Una unidad de evaluación 28 está conectada con los receptores de luz 26 y de esta manera recibe señales eléctricas de recepción, que corresponden a los niveles de recepción de los receptores de luz 26 individuales. A tal fin, se activan sucesivamente los emisores de luz 14 y los receptores de luz 26 cíclicamente en un procedimiento múltiple por división de tiempo. A partir de los niveles de recepción, la unidad de evaluación 28 calcula si un objeto se encuentra en la zona de supervisión. Si éste es el caso, la unidad de evaluación 28 puede determinar su posición de altura y/o espesor. Según la forma de realización, la aplicación y los parámetros, el sensor pone el resultado de la evaluación como señal binaria de fijación del objeto, altura o bien espesor de un objeto a la disposición de una salida 30.

30 La configuración de la óptica que forma el haz así como la resolución subpixel posibilitada de esta manera a través de evaluación diferencial en la rejilla reticular 10 se explica ahora en detalle con la ayuda de las figuras 2 y 3. La figura 2a muestra las ópticas 24 que forman el haz de la unidad receptora 22. Hay que tener en cuenta que aquí no se trata de una representación en perspectiva sino de una vista frontal. De acuerdo con ello, la sección transversal de las lentes 24a-d Individuales es un paralelogramo. Las ópticas 16 que forman el haz en el lado de emisión están configuradas idénticas. De esta manera también los haces de luz 18 emitidos reciben la sección transversal representada. En este caso, en la práctica debido a la divergencia de los emisores de luz 14, se desvían los haces físicos de luz y debido al ángulo de apertura mayor en el lado de recepción, también se desvían la zona de recepción, en general, por sí de esta forma. Pero la zona de detección, supervisable con respecto a Intervenciones del objeto, de cada haz de luz 18 se forma a través de las lentes de unión directas y, por lo tanto, a pesar de todo corresponde a la sección transversal representada.

45 Para la invención no importa la forma representada de las lentes individuales 16, 24. La característica esencial es un solape en la dirección de la altura de supervisión, de acuerdo con ello el eje longitudinal del papel en la figura 1. De esta manera, los haces de luz 18 Individuales se entrelazan. Esto se puede explicar también con la ayuda de líneas imaginarias 32a-e transversalmente y con preferencia perpendicularmente al campo de supervisión 20 cubierto por los haces de luz 18 individuales. En la figura 1, estas líneas 32a-e se extenderían perpendicularmente al plano del papel, en la vista frontal de la figura 2 están horizontales. Las líneas 32a-e deben cortar al menos en zonas parciales y

con preferencia en general en el campo de supervisión 20 al menos dos ópticas 16, 24 o bien haces de luz 18. Esta condición no se puede cumplir evidentemente para las líneas 32a, 32e en el borde del campo de supervisión 20. A través del solape se consigue que un objeto en el campo de supervisión 20 interrumpa al mismo tiempo al menos
5 parcialmente por lo medios dos haces de luz 18.

En la figura 2b, un objeto de ensayo 34 con un espesor, que es menor que la distancia entre dos haces de luz 18, se desplaza con altura variable a través del campo de supervisión 20. Debido al solape recién explicado de las ópticas 16, 24 y, por lo tanto, de
10 los haces de luz 18, el objeto de ensayo 34 actúa en cada altura sobre al menos dos haces de luz 18. Debido a la evaluación cíclica, la unidad de evaluación 28 puede determinar la cantidad de luz recibida para cada receptor de luz 26 y, por lo tanto, la cantidad de luz detectada en cada canal individual por una lente 24a-d individual.

En el caso de desplazamiento uniforme del objeto de ensayo, se puede determinar de esta manera la función mostrada en la figura 3 del nivel de recepción relativo en función de la altura para cada canal individual. Los niveles de recepción 36a-e se representan aquí de forma ejemplar para cinco canales en diferentes tipos de trazos. Como se puede reconocer claramente, sobre cada altura del objeto de ensayo 34 resulta en al menos dos
15 canales un nivel de recepción relativo 36a-e, que se desvía de un canal no interrumpido y, por lo tanto, corresponde a una detección del objeto. En una rejilla reticular convencional, los niveles de recepción 36a-e individuales estarían totalmente distorsionados sobre el eje de la altura, lo que significa que sobre una y la misma altura, respectivamente, sólo el nivel de recepción 36a-e reaccionaria al objeto de ensayo 34.
20

La unidad de evaluación 28 está ahora en condiciones de deducir a partir de los niveles de recepción 36a-e unívocamente la altura del objeto de ensayo 34. A tal fin, se conocen previamente por la unidad de evaluación 28 las dependencias esperadas de los niveles de recepción 36a-e de la altura, ya sea a través de ajuste de la fábrica o aprendizaje
25 inicial. En el funcionamiento se considera entonces la relación de los niveles de recepción vecinos 36a-e o su diferencia y se evalúa con la ayuda de la dependencia conocida de los niveles de recepción 36a-e de la altura.
30

A partir de los niveles de recepción 36a-e en función de la altura con un espesor fijo del objeto de ensayo 34 se pueden derivar a través de integración curvas de calibración correspondientes para espesores mayores. De acuerdo con ello, si la unidad de evaluación 28 conoce curvas de calibración para el objeto de ensayo 34 más fino a reconocer, entonces se puede determinar todos los demás espesores por cálculo a partir de ello. De manera alternativa, también se pueden medir y aprender curvas de calibración
35 para diferentes espesores. Esto tiene la ventaja de que se tienen en cuenta las inhomogeneidades del haz de los emisores de luz 14 y ópticas 16, 24 empleados concretamente. En objetos, cuyo espesor excede la distancia del haz, la evaluación diferencial descrita solamente es relevante para los bordes. Adicionalmente hay que añadir distancias del haz de un número entero con la ayuda de haces Interrumpidos.
40

A través de la reducción de energía se puede determinar, además, el espesor del objeto. A tal fin no se consideran, por lo tanto, comparaciones diferenciales o relaciones de haces vecinos. sino la calda del nivel de recepción 36a-e dentro de un canal. Pero dado el caso debe evaluarse la reducción de energía en varios canales para obtener un valor
45 de medición fiable.
50

La figura 4 muestra configuraciones alternativas de las ópticas 16, 24 y, por lo tanto, secciones transversales alternativas del haz y disposiciones alternativas del haz. Esta selección debe entenderse ejemplar, la invención comprende otras disposiciones y geometrías de la sección transversal como trapecios, hexágonos y otros.

5

En la figura 4a las lentes 24a-f son triangulares, en particular en forma de triángulos equiláteros. Como ya se ha explicado con relación a la figura 2a, con preferencia las lentes emisoras 16 y, por lo tanto, también la sección transversal de los haces 18 tienen la misma forma. En todas las formas angulares, las esquinas pueden estar redondeadas.

10

Las secciones transversales de esquinas posibilitan cubrir en toda la superficie la sección transversal de la zona de supervisión 20. Con lentes elípticas 24a-f como en la figura 4b, en la zona del borde permanecen huecos, que pueden conducir a una inexactitud de la medición. Pero pueden existir aplicaciones, en las que estos huecos no tengan ninguna importancia, por ejemplo, en virtud de una dilatación mínima de los objetos en dirección transversal, o donde la inexactitud se tolera en favor de una óptica 16, 24 mejor manejable.

15

REIVINDICACIONES

- 5 1. Rejilla reticular (10) con una pluralidad de emisores de luz (14) y receptores de luz (26) activados sucesivos cíclicamente, que cubren entre sí un campo (20) de haces de supervisión (18) paralelos entre sí, en la que a los emisores de luz (14) y a los receptores de luz (26) están asociadas ópticas (16, 24) que forman el haz, y con una unidad de evaluación (28) para la evaluación diferencial de los niveles de recepción de los receptores de luz (26), **caracterizada** por que las ópticas (16, 24) presentan en el lado de emisión como en el lado de recepción una geometría y disposición, que conduce en una
- 10 dirección perpendicularmente al campo (20) a un solape mutuo de las ópticas (16, 24), de manera que cada línea imaginaria (32) corta perpendicularmente al campo (20), que corta un haz de supervisión (18) no dispuesto en el borde del campo (20), al menos otro haz de supervisión (18), y por que la unidad de evaluación (28) está configurada para la evaluación diferencial de los niveles de recepción de los receptores de luz (26) para
- 15 determinar con la ayuda de los niveles de recepción (36) de receptores de luz (26) adyacentes entre sí una altura y/o un espesor de objetos en el campo (20) con resolución de subpixel, de manera que se consigue una resolución mejor que la distancia de dos haces de supervisión (18) vecinos.
- 20 2. Rejilla reticular (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que las ópticas (16, 24) presentan una geometría elipsoidal, triangular o cuadrada.
3. Rejilla reticular (10) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en la que las ópticas (16, 24) tienen la misma superficie entre sí, en particular presentan una geometría idéntica
- 25 entre sí.
4. Rejilla reticular (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en la que las ópticas (16, 24) están dispuestas de manera uniforme en una serie en dos canales opuestos del campo (20).
- 30 5. Rejilla reticular (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en la que la unidad de evaluación (28) está configurada para determinar la altura y/o espesor incluyendo una relación y/o una diferencia de los niveles de recepción (36) de receptores de luz (26) vecinos entre sí y/o a partir del nivel de recepción (36) de un receptor de luz (26) en comparación con un nivel de recepción máximo del receptor de luz (26).
- 35 6. Rejilla reticular (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en la que en la unidad de evaluación (28) se aprende o se deposita previamente una dependencia esperada de los niveles de recepción (36) de los receptores de luz (26) de la altura y/o espesor.
- 40 7. Rejilla reticular (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en la que la unidad de evaluación (28) está configurada para reconocer una óptica contaminada, cuando cae el nivel de recepción (36) de un receptor de luz (26), pero no los niveles de recepción (36) de receptores de luz (26) vecinos.
- 45 8. Procedimiento para la determinación de la altura y/o espesor de un objeto con una rejilla reticular (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores.

Figura 1

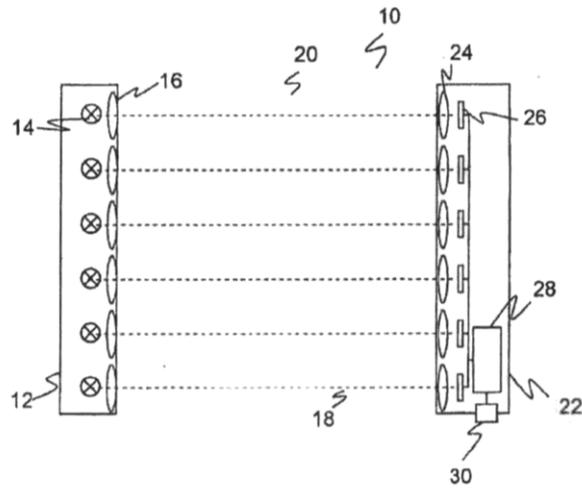


Figura 2a

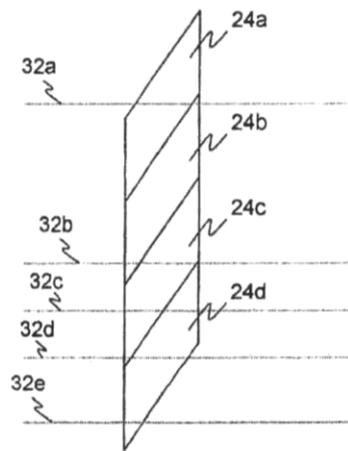


Figura 2b

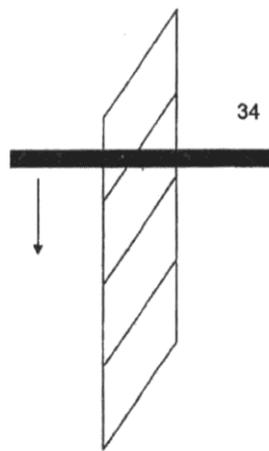


Figura 3

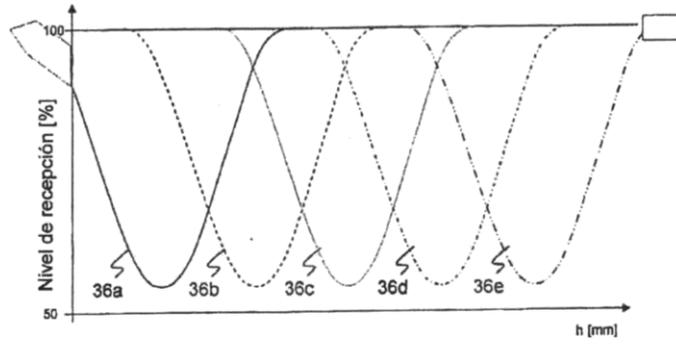


Figura 4a

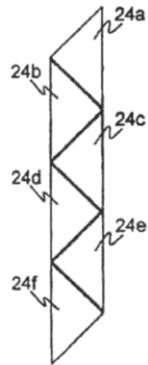


Figura 4b

