

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 676 502**

51 Int. Cl.:

H04N 5/247 (2006.01)

H04N 5/335 (2011.01)

G01N 21/88 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.10.2010 PCT/EP2010/006404**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.04.2011 WO11047847**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.10.2010 E 10779688 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.04.2018 EP 2491713**

54 Título: **Disposición de sensores de imagen para detectar información de imagen para el procesamiento automático de datos de imagen**

30 Prioridad:

20.10.2009 DE 102009050073

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

20.07.2018

73 Titular/es:

**XAPT GMBH (100.0%)
Dieselstraße 55
42579 Heiligenhaus, DE**

72 Inventor/es:

HOWAH, LOTHAR

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 676 502 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

Disposición de sensores de imagen para detectar información de imagen para el procesamiento automático de datos de imagen

5 La presente invención se refiere a una disposición de sensores de imagen para detectar información de imagen para el procesamiento automático de datos de imagen con una pluralidad de células de sensor del mismo tipo, que respectivamente presentan un sensor de imagen con una óptica de sensor propia, una memoria de imagen para almacenar información de imagen del sensor de imagen y una unidad de evaluación para procesar la información de
10 imagen, en la que las células de sensor se encuentran dispuestos en al menos una hilera, de tal manera que las zonas de detección de los sensores de imagen de células de sensor directamente adyacentes se solapan.

Una disposición en forma de matriz con 100 cámaras, en la que las zonas de detección de los sensores de imagen de cámaras directamente adyacentes se solapan, se conoce por la publicación "High Performance Imaging Using Large Camera Arrays", Bennett Wilburn et al., Association for Computing Machinery, 2005. Las cámaras están formadas por sensores de imagen CMOS y montadas sobre plaquitas con una longitud de bordes de 30 mm. A través de un cable de cinta de 2 m se establece respectivamente una conexión con una platina de procesamiento. Éstas se encuentran conectadas entre sí mediante IEEE1394 en una estructura de árbol, procesan los datos de
15 imagen de la respectiva cámara de manera local y transmiten los datos de imagen procesados en tiempo real a un sistema de cuatro PCs que componen los datos de imagen para formar una imagen general. Las cámaras no pueden comunicarse directamente entre sí. Cada Cámara presenta una línea de señales, de tal manera que en este caso hay 100 líneas de señales que he por medio de concentradores de datos conducen unidireccionalmente a una pluralidad de ordenadores de evaluación (PCs).

25 La patente de Estados Unidos 4.908.751 A desvela un sistema de procesamiento de datos con una disposición en forma de matriz de detectores de energía que presentan respectivamente una unidad procesadora, en las que las unidades procesadoras directa e indirectamente adyacentes pueden intercambiar datos entre sí. Los componentes ópticos dispuestos en forma de matriz se encuentran dispuestos sobre una "disposición de detección", mientras que las unidades procesadoras igualmente dispuestos en forma de matriz se disponen sobre una "disposición de procesamiento" diferente de la "disposición de detección", y las dos disposiciones se disponen en orden consecutivo una detrás de la otra y se conectan por cable.
30

En numerosos problemas técnicos relacionados con el manejo y el control de calidad de instalaciones industriales, el problema elemental consiste en inspeccionar la superficie de un objeto, determinar una magnitud dimensional y
35 comparar la misma con una magnitud de referencia. Las magnitudes de medición primarias, tales como la posición, longitud, anchura o altura, sirven para determinar magnitudes secundarias, tales como la superficie, el volumen, la exactitud dimensional, la integridad u otros aspectos similares.

La resolución rápida y libre de contacto, es decir, libre de desgaste, de estos problemas técnicos de medición forma parte de las prestaciones de una tecnología especial, que registra imágenes de la escena de un objeto de medición para evaluarlo mediante métodos y algoritmos del así llamado procesamiento de datos de imagen. Las tecnologías se resumen bajo el título del procesamiento industrial de datos de imagen (IBV) y presentan un amplio espectro de aplicaciones técnicas. Así, por ejemplo, el procesamiento de datos de imagen encuentra aplicaciones en los campos de la medicina, la agricultura y la técnica de seguridad.
40

La optimización de procesos de producción industriales es un reto concreto dentro del conjunto de todas las aplicaciones y promete como resultado la reducción de piezas de rechazo y de materias primas empleadas de forma primaria, así como de los factores secundarios, tales como el uso de energía y la carga medioambiental. Con el uso del IBV se trata de alcanzar un aumento de la calidad y productividad de las instalaciones de producción, lo que se refleja en un aumento de la rentabilidad, de la capacidad competitiva internacional y el aseguramiento de puestos de
45 trabajo.
50

Para asegurar la calidad del producto y la disponibilidad de las instalaciones los fabricantes de materiales en forma de cinta o banda emplean sistemas de inspección que normalmente están formados por una pluralidad de cámaras con respectivamente un sensor de imagen. También en el ámbito del procesamiento técnico de imágenes aplicado al campo de la investigación científica, en numerosas instalaciones de investigación se buscan vías de solución a través de métodos de fusión de datos multisensoriales, con el fin de maximizar la obtención información a partir de escenas de imágenes. Para esto se combinan los datos de varios sensores. Comparado con el procesamiento de escenas de imagen individuales, basándose en la información de imágenes fusionadas se pueden sacar conclusiones adicionales sobre sucesos, actividades o situaciones físicas.
55
60

En el ámbito de los sistemas de inspección de bandas, se hace evidente el límite de aplicación del procesamiento industrial de imágenes. En particular, en el caso de instalaciones de producción pequeñas con productos de escasa calidad, el alto requerimiento de inversión financiera de un sistema de IBV no siempre es rentable, ya que los componentes empleados son muy costosos. A esto se suma el reducido espacio de montaje en máquinas de producción pequeñas o la falta de personal cualificado, por lo que se previene la integración de los sistemas.
65

Los sistemas industriales de procesamiento de imagen presentan una cadena de señal que consiste substancialmente de iluminación, óptica de imagen, captadores de imagen, interfaz de datos y ordenador de evaluación e disposición individual o múltiple. Los sistemas se diferencian de manera correspondiente a su tipo y número en las fuentes de luz, los objetivos, la tecnología de sensores, la interfaz de datos y el ordenador de evaluación. Por la combinación de estos componentes en conexión con los algoritmos correspondientes se pueden resolver numerosos problemas. Sin embargo, si la medición se quiere hacer en un campo de medición de gran tamaño, por ejemplo, de algunos centenares de centímetros, y al mismo tiempo a poca distancia con respecto al plano de medición o al plano del objeto, se requieren sistemas de IBV complejos y comparativamente costosos. En el mercado hasta ahora no existe ningún sistema de IBV, ni siquiera por cualquier combinación y número de los componentes arriba mencionados, que represente una solución económicamente razonable, para poder registrar y evaluar grandes escenas de imagen sin distorsiones ni paralajes bajo condiciones tanto de poco espacio constructivo, alta resolución de escena y al mismo tiempo con una alta tasa de repetición de imagen (es decir, tasa de medición). Sin embargo, estas características de rendimiento se requieren simultáneamente en muchas aplicaciones técnicas.

La figura 1 muestra una disposición típica de un sistema de IBV elemental. A este respecto, la Cámara 100 está conectada con un PC 140. La Cámara 100 tiene un campo de visión 110, que en lo sucesivo también se denomina como zona de detección, dentro del que se dispone un objeto de inspección 120, en particular una pieza de trabajo, cuya superficie forma el plano del objeto a ser captado 130. La cámara registra una escena de imagen, en la que se examinan la integridad y/o la exactitud dimensional de la pieza de trabajo 120. En el plano del objeto 130, mediante la selección de un sistema de representación óptica apropiado, es decir, del objetivo de la cámara, se ajusta el campo visual 110 que capta el objeto de inspección 120 enteramente. Si la tarea de medición se efectúa en el interior de una máquina, la distancia relativamente grande de la cámara 100 con respecto al plano del objeto 130 actúa como una barrera técnica.

Para reducir la distancia del objeto, sería posible seleccionar un objetivo con una menor distancia focal, lo que, sin embargo, tendría un efecto negativo sobre el rendimiento de imagen del objetivo. A este respecto, sin embargo, para las tareas técnicas de medición ahora es más importante la mayor dependencia del factor de imagen β' de la distancia del objeto. Una variante de solución consiste en el uso de objetivos con una trayectoria de rayos telecéntrica en el lado del objeto. Para prevenir errores de perspectiva, se pueden emplear ópticas telecéntricas (TZO). Las mismas están prácticamente libres de perspectivas dentro de la zona de telecentraje. Mediante una TZO, los objetos siempre se registran con la misma escala de imagen independientemente de su plano de objeto. Sin embargo, el campo de imagen de una óptica TZ por naturaleza siempre es más pequeño que el diámetro de la lente de salida del objetivo y, por lo tanto, se limita a unos pocos centímetros. Un objetivo TZ con un diámetro de 15 cm, sin embargo, requiere un importante espacio constructivo y elevados costes, así como fuentes luminosas intensas. Por esta razón, en la actualidad se usan sistemas de IBV que funcionan de manera telecéntrica para medir piezas pequeñas.

Una alternativa para esto es la distribución de la zona de medición entre varias cámaras, lo que, sin embargo, con un gran número de cámaras llegaría rápidamente a los límites de las tarjetas de adquisición de imágenes modernas y también de los PCs, además de generar costes sustanciales. A este respecto, se disponen varias cámaras convencionales en hileras o en forma de matriz y se conectan a través de tarjetas de adquisición de imágenes convencionales (tarjetas de vídeo o tarjetas *frame grabber*) con un PC. Sin embargo, si con esta tecnología se quisiera construir una matriz de 32 x 32 cámaras, se presentaría el problema de que sería imposible contactar las 1024 líneas de señal con un ordenador de evaluación o PC comercialmente disponible. Los PCs comercialmente disponibles tienen la capacidad de alojar hasta un máximo de cuatro tarjetas de enchufe PCI o tarjetas de vídeo, respectivamente. Incluso si cada tarjeta de vídeo a su vez tuviera cuatro canales de señal, solo se podrían conectar 16 cámaras por cada PC. Tanto la potencia de cálculo limitada de los PCs modernos como el hecho de que se necesitarían 64 PCs, hace que sea obvio que esta disposición de sistema es inapropiada. Además de los elevados costes en suma por las cámaras y las tarjetas de vídeo, los costes de las bahías de PC y los armarios de 19" para el alojamiento, así como el espacio constructivo requerido para los armarios de distribución, la dificultad de mantenimiento representa la otra deficiencia adicional de cara a una integración en el entorno industrial.

En aquellas aplicaciones, en las que los requerimientos de resolución de las escenas son elevados y solo se dispone de un reducido espacio constructivo, en la actualidad la cámara o el sensor de imagen muchas veces se desplaza de manera traslatoria con un accionamiento xy motorizado a la zona de imagen relevante (Region Of Interest, ROI). De esta manera se pueden lograr resoluciones muy altas de la escena con un alto rendimiento de imagen. Con los correspondientes sistemas de medición de desplazamiento (reglas de vidrio) de los dispositivos de traslación, también se puede alcanzar una reducida inseguridad de medición. No obstante, también en esta constelación de sistema existen desventajas sustanciales. El registro o la exploración de la escena es muy intensiva en cuanto al consumo de tiempo, ya que el posicionamiento del sensor de imagen puede llegar a varios 100 ms. Además, un accionamiento mecánico no está libre de mantenimiento ni de desgaste y, por lo tanto, tiene una vida útil relativamente corta.

Por lo tanto, el objetivo de la presente invención consiste en proveer una unidad de captura de imágenes libre de mantenimiento y confiable, así como un procedimiento para un sistema de procesamiento de imágenes, que tenga la

capacidad de registrar a corta distancia del plano de medición una escena de imagen de gran tamaño con alta resolución de escena y al mismo tiempo con una alta tasa de repetición de bits sin distorsiones y sin paralajes, y que además genere solo reducidos costes en su fabricación y aplicación.

- 5 Este objetivo se logra a través de una disposición de sensores de imagen de acuerdo con la reivindicación 1 y el procedimiento de acuerdo con la reivindicación 18. Otros desarrollos ventajosos de la invención se formulan en las reivindicaciones subordinadas.

10 De acuerdo con la presente invención, se propone una disposición de sensores de imagen para detectar información de imagen para el procesamiento automático de datos de imagen con una pluralidad de células de sensor del mismo tipo, que respectivamente presentan un sensor de imagen con una óptica de sensor propia, una memoria de imagen para almacenar la información de imagen del sensor de imagen y una unidad de evaluación para procesar la información de imagen, en la que las células de sensor se disponen en al menos una hilera, de tal manera que las zonas de detección de los sensores de imagen de las células de sensor directamente adyacentes se solapan, en la que cada célula de sensor presenta por lo menos una interfaz de datos con una célula de sensor adyacente, a través de la que se puede acceder a los datos de imagen de la zona de detección solapada de la célula de sensor adyacente, y en la que las unidades de evaluación están respectivamente configuradas para determinar una correlación de estos datos de imagen.

20 De acuerdo con el procedimiento conforme a la presente invención para la detección de información de imagen para el procesamiento automático de datos de imagen por medio de la disposición de sensores de imagen arriba descrita, cada sensor de imagen de una célula de sensor detecta una zona parcial de un plano de objeto y almacena los datos de imagen en la memoria de imagen de la célula de sensor, en lo que las zonas de detección de los sensores de imagen de las células de sensor directamente adyacentes se solapan. Adicionalmente, a través de las interfaces de datos se accede a los datos de imagen de la zona de detección solapada de las células de sensor adyacentes. Las unidades de evaluación de las células de sensor determinan respectivamente una correlación de estos datos de imagen.

30 La disposición de sensores de acuerdo con la presente invención abre, mediante métodos del procesamiento industrial de imágenes, nuevas vías de solución para los problemas técnicos de medición e inspección. Las cámaras convencionales presentan de manera predominante interfaces de datos de punto a punto. Las pocas cámaras disponibles en el mercado que están equipadas con interfaces de red, debido a la reducida velocidad de datos de estas redes, no proporcionan posibilidades de comunicación suficientemente rápidas entre los sensores de imagen y el procesador de tratamiento de imágenes (tarjeta de video/ordenador de evaluación), como para evaluar las relaciones de proximidad tal como lo puede hacer la disposición de sensores de acuerdo con la presente invención. Los sistemas de IBV convencionales prácticamente presentan una topología física de estrella y, por lo tanto, un correspondiente cuello de botella hacia el procesador de evaluación.

40 Debido a que cada célula de sensor presenta una unidad de evaluación propia, se obtiene una distribución de la potencia de cálculo hacia el sensor de imagen. En la disposición de sensores de imagen de acuerdo con la presente invención, esto lleva a un incremento escalable de la potencia de cálculo y una resolución escalable de la escena de imagen. Además, se produce un traslado del procesamiento preliminar de datos muy intensivo desde el punto de vista del cálculo al sitio de la generación de los datos. La disposición de sensores de imagen funciona con una alta tasa de medición, debido a que para cada sensor de imagen ya se efectúa una evaluación de datos de imagen en la disposición de sensores y se genera información de escena extraída.

50 El número de células de sensor se puede seleccionar a voluntad, y en particular se puede adaptar al tamaño de la escena de imagen que se va a captar. A este respecto, bajo una pluralidad de elementos de sensor en el sentido de la presente invención se ha de entender como mínimo un número ubicado en el alcance superior de valores de un solo dígito y pudiendo llegar incluso a varias decenas o incluso centenares de células de sensor. Los sensores de imagen presentan una alta conectividad a través de sus interfaces de datos. Debido a que cada sensor de imagen presenta una óptica de sensor propia, ellos forman sistemas autónomos de reproducción de imágenes que de otra manera solo se conocen en el mundo animal.

55 Debido a la disposición de las células de sensor y la selección de las ópticas de sensor de tal manera que las zonas de detección de los sensores de imagen de las células de sensor adyacentes se solapan, para la toma de una escena de imagen se puede lograr una reducida distancia del objeto, simultáneamente con una gran nitidez en profundidad. La reducida distancia del objeto resulta en un reducido requerimiento de espacio constructivo. De esto se derivan ventajas para la integración en máquinas e instalaciones, que ahora pueden ser reequipadas o que se fabrican nuevas. Por ejemplo, la disposición de sensores de imagen de acuerdo con la presente invención puede integrarse posteriormente en máquinas, en cuyo espacio constructivo no caben los sistemas de IBV convencionales. Adicionalmente, con el uso de la disposición de sensores de imagen se puede reducir el tamaño de la máquina, lo que en la nueva fabricación de una máquina implica ventajas competitivas directas.

65 De acuerdo con la presente invención, una pluralidad de elementos sensores del mismo tipo forman espacial y funcionalmente una unidad coherente, con la que se puede detectar una escena de imagen coherente. Para esto las

células de sensor se disponen en al menos una hilera. En esta constelación, la disposición de sensores de imagen forma un clúster de sensores unidimensional, que en el entorno industrial resulta particularmente apropiado para la detección de productos en forma de banda o cinta. A este respecto, las células de sensor adyacentes se conectan eléctricamente entre sí a través de la interfaz de datos. En una hilera, las células de sensor en el lado del extremo

5 presentan entonces un elemento vecino directamente adyacente y, por lo tanto, por lo menos una interfaz de datos, mientras que las demás células de sensor en cambio tienen respectivamente dos elementos vecinos, que se contactan eléctricamente entre sí a través de respectivamente una interfaz de datos.

A este respecto es de particular importancia que las células de sensor adyacentes presentan una zona de detección de imagen en común, de tal manera que ambas detectan la misma zona parcial de la escena de imagen. Debido a las diferentes perspectivas, un sensor de imagen de una de las dos células de sensor puede detectar detalles de escena que no pueden ser detectadas desde la perspectiva del sensor de imagen de la otra célula de sensor. La unidad de evaluación de cada célula de sensor usa para esto la información de imagen a través de la zona de detección en común a partir de la memoria de imagen de la célula de sensor adyacente, para determinar la

10 correlación de los datos de imagen, de tal manera que se pueda producir una imagen estereoscópica de la zona de detección, que es captada conjuntamente por dos células de sensor adyacentes.

Preferentemente, cada célula de sensor presenta cuatro interfaces de datos. Con esto, en una célula de sensor se pueden conectar cuatro células de sensor como elementos vecinos, de tal manera que se puede realizar una disposición de sensores superficial. De esta manera, las células de sensor pueden disponerse en forma de matriz, de tal manera que la disposición de sensores de imagen forma un clúster de sensores bidimensional, para detectar una escena de imagen bidimensional. Por ejemplo, se puede formar una disposición de sensores de imagen con una matriz de 3 x 3, comprendiendo nueve sensores de imagen en tres filas y tres columnas, o una matriz de 4 x 4, comprendiendo dieciséis células de sensor en cuatro filas y cuatro columnas. Con esto se pueden construir preferentemente zonas de detección cuadradas. También se pueden construir a voluntad zonas de detección no cuadradas, si se selecciona una disposición en forma de matriz de n x m con n filas y m columnas de células de sensor, donde n es diferente de m.

20

25

En su geometría una célula de sensor puede estar realizada de forma rectangular, en particular cuadrada. De esta manera, en todos los cuatro bordes laterales puede conectarse respectivamente con otra célula de sensor a través de la correspondiente interfaz de datos. Con esto se logra una construcción simétrica de una célula de sensor, con lo que a su vez se logra una fabricación simple.

30

En una forma de realización alternativa de la disposición de sensores de imagen, la geometría de una célula de sensor puede ser triangular. En esta forma de realización, una célula de sensor presenta preferentemente tres interfaces de datos, de tal manera que en los tres bordes laterales se puede conectar respectivamente una célula de sensor adyacente.

35

Preferentemente, la unidad de evaluación de una célula de sensor presenta procesadores de vídeo, cuyo número corresponde por lo menos al número de elementos adyacentes directos de la célula de sensor, en lo que cada procesador de vídeo está asignado a una célula de sensor directamente adyacente. A este respecto, cada procesador de vídeo procesa de manera autónoma los datos de imagen de la zona de detección solapada de la célula de sensor con respecto a la célula de sensor adyacente y se sirve para esto de sus datos de imagen. Una célula de sensor con cuatro vecinas directas presenta correspondientemente cuatro procesadores de vídeo, de los que cada uno evalúa independientemente la correlación de los datos de imagen.

40

45

Los sensores de imagen están realizados preferentemente como sensores de CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor). También se denominan como Active Pixel Sensor (APS, o "sensor de píxeles activo") y presentan la ventaja de que cada píxel puede ser procesado por separado mediante la transformación de cargas en tensiones. Así, un sensor de CMOS puede ser leído de manera flexible, ya que los píxeles individuales se dirección han directamente. Con esto también se hace posible una lectura múltiple y una lectura simultánea de varios píxeles. De esta manera, los datos de imagen de determinadas regiones de la zona de detección de un sensor de imagen pueden ser llamados de manera específica e individual. Este tipo de regiones también se denominan como "Regions of Interest" (ROI, o "regiones de interés"). Así, en un sensor de imagen se pueden leer de manera específica los

50 datos de imagen de aquella región de su zona de detección que se solapa con una región de la zona de detección de una célula de sensor adyacente.

55

En un desarrollo ventajoso de la disposición de sensores de imagen de acuerdo con la presente invención, todas las células de sensor están realizadas sobre un elemento de soporte en común, en particular en forma de placa. Esto presenta la ventaja de que se crea una unidad constructiva compacta para un sistema de IBV, que puede ser montado de manera fácil y rápida. Comparado con esto, la integración de sistemas convencionales de IBV de múltiples cámaras se caracteriza por largos trabajos de montaje y ajuste de los sistemas. Una disposición de sensores de imagen de acuerdo con la presente invención, en cambio, puede pre montarse y ajustarse en la fábrica e integrarse posteriormente en una instalación de producción, de tal manera que se reducen los tiempos de parada de la instalación.

60

65

En particular, con la disposición conjunta de todas las células de sensor sobre un elemento de soporte se crea la posibilidad de conectar en serie varias instalaciones de detección de imágenes de manera modular, es decir, conectándolas mecánicamente y funcionalmente. El elemento de soporte, por ejemplo, puede ser una placa de circuitos impresos. En este respecto, por ejemplo, se puede montar una disposición de 3 x 3 o de 4 x 4 células de sensor sobre la placa de circuito impreso. Por razones de espacio, es ventajoso montar las memorias de imagen y/o las unidades de evaluación en la parte posterior del elemento de soporte. De esta manera, en la parte delantera, es decir, en el lado orientado hacia la escena de imagen que se va a detectar, se puede efectuar el montaje de los sensores de imagen, los soportes de objetivo y las ópticas de sensor. Debido al montaje conjunto de todos los componentes sobre un elemento de soporte, en particular una placa de circuitos impresos, se reducen a un mínimo las líneas de señal, de tal manera que se puede alcanzar una alta tasa de transferencia de datos. Esto es un requisito previo para una transmisión de datos de imagen en tiempo real.

Las unidades de evaluación un preferentemente están formadas por componentes lógicos programables uno programados en la aplicación concreta, respectivamente. A este respecto, por ejemplo, se pueden usar las así llamadas FPGAs (Field Programmable Gate Array) o los ASICs (Application Specific Integrated Circuit). Estos componentes presentan la ventaja de que pueden procesar los datos de imagen de una manera particularmente rápida, de tal manera que se puede lograr un procesamiento en tiempo real de los datos de imagen.

Para la transmisión de los datos de imagen y/o de otros datos de mando entre las células de sensor adyacentes, las unidades de evaluación pueden estar conectadas en serie entre sí a través de las interfaces de datos. Preferentemente, las unidades de evaluación están conectadas entre sí por medio de uno o varios canales de datos seriales de bits, de tal manera que se asegura una alta tasa de transmisión de datos.

Como ya se ha mencionado más arriba, la disposición de sensores de imagen de acuerdo con la presente invención puede conectarse de manera modular con una o varias de las disposiciones de sensores de imagen del tipo antes descrito, para formar una gran disposición de sensores de imagen. De esta manera es posible escalar la zona de detección general de la disposición de sensores de imagen. Con esto, la disposición de sensores de imagen puede adaptarse individualmente al tamaño de una escena de imagen que se va a detectar. Por ejemplo, de esta manera se pueden construir clústeres de sensores planos, o también esféricos o incluso cilíndricos. Así, por ejemplo, una disposición de sensores de imagen esférica o cóncava resulta apropiada para el uso en el ámbito médico, en particular en cirugía, por ejemplo, para vigilar una intervención operativa. Una disposición de sensores construida en forma de clúster puede detectar así una zona de medición de gran tamaño con alta resolución, sin que para ello se requiera una unidad de desplazamiento mecánica. Para el usuario, esto resulta en una ventaja debido a una menor necesidad de mantenimiento, menos piezas de desgaste y una tasa de medición más alta. La resolución de las escenas y al mismo tiempo también la potencia de cálculo del sistema son escalables.

En los sistemas de IBV convencionales de múltiples cámaras, el cambio de una cámara en caso de fallo es muy costoso y debido a la compleja operación de ajuste o calibración solo puede ser efectuado por personal técnico especializado. En una disposición de acuerdo con la presente invención de varias disposiciones de sensores de imagen individuales, una disposición individual de este tipo, una así llamado clúster, puede cambiarse y la reparación y calibración puede efectuarse posteriormente en la fábrica. Si un sensor presenta un fallo debido a un defecto, los sensores adyacentes pueden asumir las funciones (con resolución reducida).

Para formar una disposición de sensores de imagen de gran superficie, el elemento de soporte puede estar unida en arrastre de forma con al menos un elemento de soporte de una disposición de sensores de imagen adicional. La conexión de datos entre la primera unidad de sensores de imagen y una disposición de sensores de imagen adicional puede efectuarse preferentemente a través de las interfaces de datos de las células de sensor periféricas, que en el estado no conectado de una disposición de sensores de imagen no tienen componentes adyacentes directos. A este respecto, estas y también las demás interfaces de datos pueden estar formadas respectivamente por un contacto de enchufe, un contacto de soldadura o un puente de soldadura. Por medio de un contacto de enchufe, además del contacto eléctrico se logra adicionalmente una conexión mecánica entre dos células de sensor, que en caso de requerirse puede volver a removerse de manera rápida y fácil. Con un contacto de soldadura, a través de un cable de cinta plana se puede establecer una conexión permanente entre las células de sensor. Los contactos de soldadura presenta la ventaja de que no existe ninguna corrosión y, por lo tanto, tampoco resistencias de contacto resistivas en las zonas de contacto que pudieran reducir la calidad de transmisión.

Preferentemente, una de las células de sensor puede presentar un controlador, a través del que las unidades de evaluación pueden conectarse con un ordenador externo. El controlador forma así la interfaz con una unidad de ordenador central y preferentemente está integrado en la conexión en serie de las unidades de evaluación. Por medio de una única interfaz de datos hacia el exterior se asegura una adaptación económica de la disposición de sensores de imagen a los sistemas de mando del usuario.

Otras características y ventajas de la invención se describen más detalladamente basándose en la siguiente descripción de ejemplos de realización y con referencia a los dibujos adjuntos. En los dibujos:

La figura 1 muestra un sistema de procesamiento de imágenes convencional para la medición de un objeto.

- La figura 2 muestra una comparación de una cámara convencional con la disposición de sensores de imagen de acuerdo con la presente invención.
- 5 La figura 3 muestra una disposición de sensores de imagen bidimensional en una vista en perspectiva con zonas de detección de imagen superpuestas de los sensores de imagen.
- La figura 4a muestra una célula de sensor visual de la disposición de sensores de imagen.
- 10 La figura 4b muestra una célula de sensor visual de la disposición de sensores de imagen con interfaces de datos.
- La figura 5 muestra una disposición de sensores de imagen unidimensional como cadena de células de sensor.
- 15 La figura 6 muestra una disposición de sensores de imagen bidimensional con una disposición en forma de matriz de 3 x 3 células de sensor.
- La figura 7 muestra una disposición de sensor de imagen bidimensional con una disposición en forma de matriz de 4 x 4 células de sensor.
- 20 La figura 8 muestra un clúster de sensores con 4 x 4 disposiciones de sensores de imagen formadas por 3 x 3 células de sensor.
- La figura 9 muestra una disposición de sensores de imagen con tarjeta de interfaz.
- 25 La figura 10 muestra una representación esquemática de la conexión modular de varias disposiciones de sensores de imagen para formar un clúster de sensores bidimensional.
- 30 La figura 11 muestra un clúster de sensores bidimensional con nueve disposiciones de sensores de imagen formadas por 3 x 3 células de sensor en una vista en perspectiva.
- 35 La figura 1 muestra una disposición de un sistema de procesamiento de imágenes industrial elemental de acuerdo con el estado de la técnica. A este respecto, una cámara 100 se encuentra conectada con un PC 140. La cámara 100 presenta una zona visual 110, que en lo sucesivo también se denomina como zona de detección, dentro de la que se dispone un objeto de inspección 120, en particular una pieza de trabajo, cuya superficie forma el plano de objeto 130 que se va a captar. La cámara registra una escena de imagen, en la que se examinan la integridad y/o la exactitud dimensional de la pieza de trabajo 120.
- 40 La figura 2 muestra la comparación de una cámara convencional 100 con una disposición de sensores de imagen 1 de acuerdo con la presente invención como clúster de sensores bidimensional para la captura visual de un objeto 120. Las zonas visuales solapadas 7 de sensores de imagen adyacentes 3, a las que respectivamente está asignada una óptica de sensor 9 con un soporte de objetivo 9 y que están dispuestos conjuntamente sobre un elemento de soporte 6, resultan en un clúster de sensores bidimensional 1 en informaciones de escena adicionales, de las que no puede disponer una cámara convencional 100. La disposición de sensores de imagen presenta una compatibilidad de señales con cámaras convencionales 100, de tal manera que opcionalmente se puede usar hardware y software de una cadena de procesamiento de señales de IBV. Para esta tarea se provee una interfaz que acopla la disposición de sensores de imagen a una interfaz de datos de IBV típica, tal como, por ejemplo, CameraLink y que en lo sucesivo se denomina como controlador de clúster.
- 45 La figura 3 muestra una disposición de sensores de imagen 1 de acuerdo con la presente invención en una vista en perspectiva con zonas visuales 7 insinuadas, que se solapan en células de sensor 2 vecinas. La disposición de sensores de imagen forma un componente de IBV, que en un campo bidimensional reúne los sensores de imagen 3 y los correspondientes paquetes de lentes, formados por la óptica de sensor 8 y el soporte de objetivo 9, en forma de un módulo compacto, y provee un novedoso componente constructivo para la construcción de sistemas de IBV. A cada sensor de imagen 3 se encuentra asignada una óptica de sensor 8 que está montada sobre un soporte de objetivo 9. Los soportes de objetivo 9 de todas las células de sensor 2, junto con los sensores de imagen 3 no representados, se encuentran montados conjuntamente sobre un elemento de soporte 6. La disposición de sensores de imagen 1 forma un módulo que puede ser conectado con otros módulos. En este módulo se integran 4 x 4, es decir, dieciséis sensores de imagen 3 y están equipados con unidades de evaluación 4 en forma de lógica digital, de tal manera que los módulos pueden unirse entre sí de cualquier manera deseada y de forma ininterrumpida, por lo que se pueden construir clústeres de cualquier tamaño deseado. El tamaño de sistema más pequeño para resolver una tarea de procesamiento de imágenes comprende, sin embargo, una disposición de sensores de imagen 1, tal como se representa en la figura 3. Mientras mayor sea el número de módulos empleados, mayor es la zona de medición. La resolución depende además de la densidad de agrupación de las células de sensor 2. Las zonas visuales 7 de los sensores de imagen 3 se superponen en el plano de objeto de acuerdo con la figura 3. Cada punto de imagen en la escena es detectado por al menos cuatro sensores de imagen 3, por lo que se pueden aplicar
- 50
- 55
- 60
- 65

algoritmos para la fusión de datos y se pueden usar procedimientos estereoscópicos para el análisis de imágenes tridimensional. Para el control de integridad de los objetos de inspección, por ejemplo, una costura de soldadura o un punto de soldadura, por ejemplo un clúster de sensores bidimensional de acuerdo con la figura 3 puede determinar un sitio defectuoso que no podría ser representado por una cámara convencional 100.

5 La figura 4a muestra una representación esquemática de una célula de sensor visual 2. La misma comprende un sensor de imagen 3 in técnica de CMOS, que presenta una pluralidad de píxeles legibles. El sensor de imagen CMOS 3 comercialmente disponible proporciona, con una cuantificación de medio tono de 10 bits por píxel, una corriente de datos de aproximadamente 250 MBit/s. El sensor de imagen CMOS 3 se destaca por un gran alcance de temperatura. Además, la célula de sensor presenta una unidad de evaluación 4, que en una lógica de hardware está implementada en un FPGA. Adicionalmente comprende una memoria de imágenes no representada. La unidad de evaluación 4 comprende a su vez cinco procesadores de vídeo como componentes lógicos programables, en los que respectivamente se desarrollan varios procesos de manera simultánea y paralela, tales como la localización del objeto, la medición del objeto, etc. Es decir que a la corriente de video de un sensor de imagen 3 en tiempo real se aplican paralelamente varios algoritmos.

En la figura 4b, la célula de sensor 2 se representa con cuatro interfaces de datos 5, que también pueden denominarse como “enlaces de datos”. Estos pueden definir espacialmente cuatro bordes de la célula de sensor, a los que se pueden conectar otras cuatro células de sensor 2. A este respecto se produce una conexión eléctrica a través de las interfaces de datos 5 entre las células de sensor 2 vecinas. Por medio de cada interfaz de datos 5, las unidades de evaluación 4 de las células de sensor 2 directamente adyacentes se conectan entre sí a través de varios canales de datos seriales por bits. Las interfaces de datos 5 representan la vía de transmisión más corta posible para el intercambio de datos entre dos células de sensor 2. Ellas forman el fundamento técnico de la arquitectura de sensores múltiples.

La figura 5 muestra una disposición de sensores de imagen 1 con una pluralidad de células de sensor 2, que están unidas en una sola hilera. A este respecto, solo se representan las primeras dos y la última célula de sensor 2 por ejemplo, de esta manera se pueden interconectar 5, 10, 20 o también 80, 100 o más de tales células de sensor 2 y formar así la disposición de sensores de imagen. Con esto ella representa un clúster de sensores unidimensional. Cada memoria de imagen de una célula de sensor 2 puede ser evaluada al mismo tiempo por cada una de las células de sensor 2 adyacentes en los bordes de la célula. Una serie de 80 células de sensor 2 genera, por ejemplo, datos de imagen con una tasa de datos total de 20 gigabits por segundo, que se procesan previamente en los procesadores de vídeo. Un clúster de sensores unidimensional de este tipo con 80 células de sensor presenta una longitud de 1600 mm y es apropiado, por ejemplo, para la inspección de materiales en forma de banda. A este respecto, la inmensa cantidad de datos de 80 sensores de imagen con respectivamente 200 Mbit/s y 80 procesadores de vídeo se procesa, vincula y evalúa desde el punto de vista de la técnica de imágenes, determinándose la correlación de los datos de imagen de las zonas de detección solapadas 7 de células de sensor adyacentes. La evaluación de los datos de imagen por los procesadores de vídeo implementados en lógica de hardware se efectúa mediante la aplicación de una función de correlación programada, por medio de la que se determina la correlación de los datos de imagen. A este respecto, la correlación es una medida que indica el grado de relación entre los elementos de imagen entre sí. En base a la correlación se deriva una información de posición correspondiente al objeto de medición 120 o a un detalle del objeto. En base a esta última, a su vez, se puede obtener información sobre la geometría, es decir, la longitud, anchura y altura del objeto medido. En base a una comparación de estos valores geométricos determinados con valores predeterminados se pueden juzgar las desviaciones y, por lo tanto, la calidad del objeto.

Con métodos de la fusión de datos multisensorial se combinan así los datos de imagen de las células de sensor vecinas 2. A partir de la información de imagen fusionada, comparado con el procesamiento de escenas de imagen individuales, se sacan otras conclusiones adicionales sobre eventos físicos, actividades o situaciones. Los métodos de la fusión de datos son complejos y son una mezcla de técnicas matemáticas y heurísticas tomadas de los ámbitos de la estadística, la inteligencia artificial, el procesamiento de señales digitales y la teoría de decisiones. En el clúster de sensores unidimensional, la fusión de datos se realiza debido a que para cada punto de medición se evalúan cuatro sensores de imagen y de esta manera se generan valores de medición más robustos. La evaluación se efectúa directamente detrás de los sensores de imagen 3 en la corriente de datos al procesador de vídeo.

La figura 6 muestra una disposición en forma de matriz de nueve células de sensor 2 en una disposición de sensores de imagen 1, con tres filas y tres columnas. A este respecto, existen nueve sensores de imagen 3, nueve objetivos en miniatura y 9 U de evaluación 4, así como 12 interfaces de datos externas 5 hacia módulos vecinos. Los sensores de imagen 3 de las células de sensor 2 están dispuestos de manera equidistante sobre una placa de soporte 6. Todas las células de sensor 2 están realizadas de forma idéntica. Las células de sensor directamente adyacentes están conectadas entre sí a través de respectivamente una interfaz de datos, de tal manera que las unidades de evaluación 4 de las células de sensor pueden acceder a las memorias de imagen de las respectivas células de sensor vecinas 2.

Para cada sensor de imagen 3 se asigna una lógica de evaluación 4 que presenta exactamente una memoria de imagen física. La lógica de evaluación 4 de un sensor 3 además puede acceder a la memoria de imagen del vecino.

A este respecto, una lógica de evaluación 4 siempre accede solo a una parte de la memoria de imagen vecina, la así llamada "región de interés" (ROI – "Region of Interest"). La lógica de evaluación (4) de cada sensor de imagen 3 consiste en un procesador de vídeo central y cuatro procesadores de vídeo ROI, que respectivamente procesan de manera autónoma la ROI del propio sensor de imagen 3 y del vecino relevante. Estos procesos se efectúan de manera simultánea, es decir, en paralelo.

La figura 7 muestra una disposición en forma de matriz de 16 células de sensor 2 en una disposición de sensor de imagen 1, con cuatro filas y cuatro columnas. A este respecto, se proveen 16 sensores de imagen 3, 16 objetivos en miniatura y 16 U de evaluación 4, así como 16 interfaces de datos externas 5 hacia módulos adyacentes. Por lo demás, la disposición corresponde a la que se representa en la figura 6. El tamaño constructivo de la placa de soporte 6 es de 80 x 80 x 20 mm³.

La figura 8 muestra un clúster de sensores bidimensional formado por 4 x 4 disposiciones de sensores de imagen 1 de acuerdo con la figura 6, que presentan respectivamente 3 x 3 células de sensor. De esta manera, 144 sensores de imagen 3 se encuentran reunidos en un clúster de sensores con una gran zona de detección. La figura 10 muestra la disposición modular de cualquier número deseado de disposiciones de sensores de imagen 1 por fila hilera para obtener un clúster de sensores n x m con n filas y m columnas. A este respecto, se puede construir una disposición simétrica para n = m o también una disposición asimétrica para n ≠ m. Los "azulejos" comprenden respectivamente 4 x 4 células de sensor 2.

La transición de un azulejo al siguiente presenta la misma estructura de canal de datos (Data-Link) que las conexiones entre las células de sensor 2 en un azulejo entre sí. Los respectivos procesadores de vídeo no "perciben" ninguna transición física entre los azulejos y tampoco tienen que tomar esto en cuenta. Solo en el borde de un clúster de sensores, es decir, en los bordes exteriores de los azulejos exteriores de un clúster de sensores formado por varios azulejos, el respectivo procesador de vídeo central notará que en lugar de cuatro, la comunicación solo se puede establecer con tres (en el borde exterior de la azulejo) o con dos (en la esquina exterior del azulejo) vecinos. De manera correspondiente, solo se evalúan las ROI solapadas disponibles.

Para el usuario esto implica la restricción de que una escena de imagen solo puede ser tan grande que la escena de imagen no sobresalga del punto central de los sensores de imagen exteriores de un clúster. Esto significa que en el dimensionamiento de un clúster de sensores, el usuario siempre deberá interconectar tantos azulejos como para que la zona de medición o la escena de imagen, respectivamente, quede comprendida enteramente. De lo contrario, en los bordes, y en particular en las esquinas de un clúster, se producirán déficits de información, que a pesar de la redundancia de las ROI llevan a una pérdida de calidad de la información de imagen.

En la figura 9 se representa una conexión con una unidad de sensor de imagen 1 con una tarjeta de interfaz 10 que forma una interfaz 11 con un PC procesador. A este respecto, se provee una conexión de TCP/IP 13 para conectar la disposición de sensores de imagen a una red y una conexión de enlace de cámara 14 para la conexión directa de la disposición de sensores al PC. La conexión a las células de sensor marginales adyacentes 2 se efectúa a través de interfaces de datos 5, tales como las que también se realizan entre las células de sensor 2 de la disposición de sensores de imagen 1. Las lógicas hardware 12 controlan la transmisión de datos a la interfaz 11.

La figura 11 muestra un clúster de sensores bidimensional formado por nueve disposiciones de sensores de imagen, dispuestos en forma de matriz en tres filas y tres columnas, en lo que cada disposición de sensores de imagen comprende nueve células de sensor, que a su vez se encuentran dispuestos en tres filas y tres columnas. Un clúster de sensores puede estar formado por casi cualquier número deseado de disposiciones de sensores de imagen compuestos de manera modular, en lo sucesivo también denominados como azulejos o módulos. Cada módulo contiene de acuerdo con la figura 11 un número definido de células de sensor 2, que respectivamente evalúan una sección de la escena de imagen. Cada punto de imagen de la escena es detectado y evaluado por al menos dos células de sensor adyacentes 2. Normalmente, los sensores de imagen 3 se disponen en una matriz rectangular. Para aumentar la densidad de colocación, los elementos de sensor 2 también pueden disponerse en forma de panel.

En una variante de realización no representada de la presente invención, entre los sensores de imagen 3 se pueden integrar HB-LEDs (*High Brightness Light Emitting Diode* o "diodo luminiscente de alto brillo"), que se encargan de iluminar la escena de manera parcial y en función de la dirección.

La disposición de sensores de imagen de acuerdo con la presente invención puede ser usada de manera universal en el procesamiento de imágenes técnico. La disposición de sensores se caracteriza por una alta resolución de escena, reducido espacio constructivo, alto rendimiento de imagen y alta potencia de cálculo. En base a estos datos característicos se puede derivar un gran número de nuevas aplicaciones para resolver problemas técnicos y proporcionar ventajas económicas al usuario. Las instalaciones de producción que hasta ahora no podían ser equipadas con un procesamiento de imágenes industrial, ahora pueden ser equipadas y reequipadas.

La disposición de sensores de imagen 1 de acuerdo con la presente invención también encierra el potencial de captar el ámbito tridimensional de las escenas industriales. Los sensores de imagen adyacentes 3 pueden observar detalles del objeto desde diferentes puntos de vista y, por lo tanto, además de la geometría xy, también pueden

obtener información del eje z.

REIVINDICACIONES

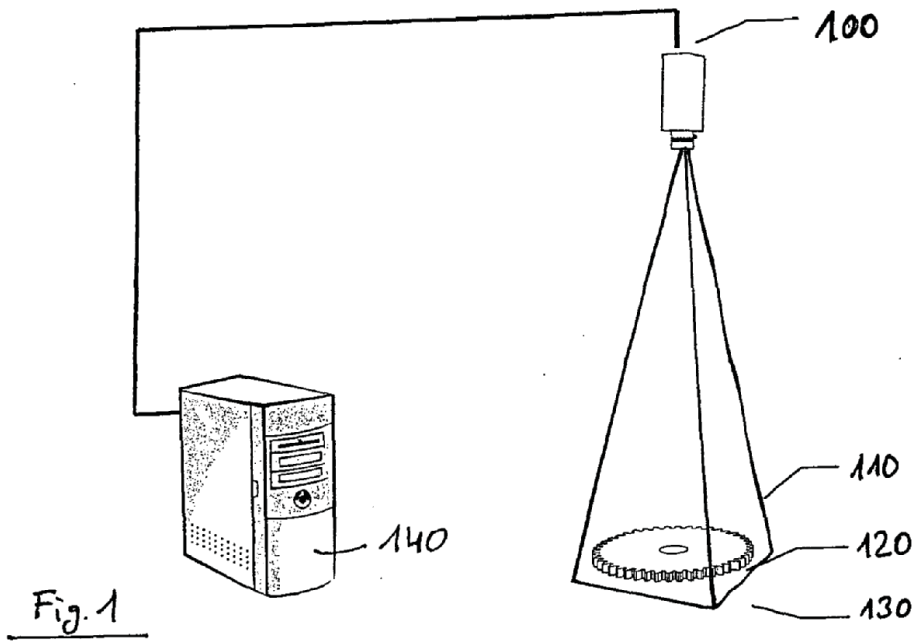
1. Disposición de sensores de imagen (1) para detectar informaciones de imagen para el procesamiento automático de datos de imagen con una pluralidad de células de sensor del mismo tipo (2), cada una de las cuales presenta un sensor de imagen (3) con una óptica de sensor propia (8), una memoria de imagen para almacenar información de imagen del sensor de imagen (3) y una unidad de evaluación (4) para procesar la información de imagen, en donde las células de sensor (2) está dispuestas en al menos una hilera, de tal manera que las zonas de detección (7) de los sensores de imagen (3) de las células de sensor directamente adyacentes (2) se solapan, **caracterizada por que** cada célula de sensor (2) presenta por lo menos una interfaz de datos (5) hacia una célula de sensor (2) adyacente y está configurada para acceder a los datos de imagen de la zona de detección solapada (7) de la célula de sensor (2) adyacente a través de la correspondiente interfaz de datos (5), en donde las unidades de evaluación (4) están configuradas en cada caso para determinar una correlación de estos datos de imagen.
2. Disposición de sensores de imagen (1) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** cada célula de sensor (2) presenta cuatro interfaces de datos (5), de tal manera que para realizar una disposición de sensores plana, a una célula de sensor (2) se pueden conectar cuatro células de sensor (2) como vecinas.
3. Disposición de sensores de imagen (1) de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizada por que** la unidad de evaluación (4) de una célula de sensor (2) presenta por lo menos cuatro procesadores de vídeo, de los cuales cada procesador de vídeo procesa de manera autónoma los datos de imagen de la zona de detección solapada (7) hacia una célula de sensor (2) adyacente.
4. Disposición de sensores de imagen (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** las células de sensor (2) están dispuestos en forma de matriz.
5. Disposición de sensores de imagen (1) de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizada por que** dieciséis células de sensor (2) están dispuestas de manera equidistante en cuatro filas y cuatro columnas.
6. Disposición de sensores de imagen (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** los sensores de imagen (3) son sensores CMOS.
7. Disposición de sensores de imagen (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** las células de sensor (2) están formadas sobre un elemento de soporte común (6), en particular en forma de placa.
8. Disposición de sensores de imagen (1) de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizada por que** el elemento de soporte (6) es una placa de circuitos impresos.
9. Disposición de sensores de imagen (1) de acuerdo con las reivindicaciones 7 u 8, **caracterizada por que** las memorias de imagen y/o las unidades de evaluación (4) están montadas en el lado trasero del elemento de soporte (6).
10. Disposición de sensores de imagen (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** cada una de las unidades de evaluación (4) está formada por un componente lógico programable.
11. Disposición de sensores de imagen (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** las unidades de evaluación (4) están conectadas en serie entre sí a través de las interfaces de datos (5).
12. Disposición de sensores de imagen (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** las unidades de evaluación (4) están conectadas entre sí a través de uno o varios canales de datos seriales por bits.
13. Disposición de sensores de imagen (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** se encuentra conectada de manera modular a al menos una disposición de sensores de imagen (1) adicional, en particular a una pluralidad de otras disposiciones de sensores de imagen (1) adicionales de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores.
14. Disposición de sensores de imagen (1) de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizada por que** el elemento de soporte (6) está unida en arrastre de forma a al menos un elemento de soporte (6) de una disposición de sensores de imagen (1) adicional.
15. Disposición de sensores de imagen (1) de acuerdo con las reivindicaciones 13 o 14, **caracterizada por que** la conexión de datos entre ella y otra disposición de sensores de imagen (1) adicional se efectúa a través de las interfaces de datos (5) de las células de sensor (2) periféricas.
16. Disposición de sensores de imagen (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada**

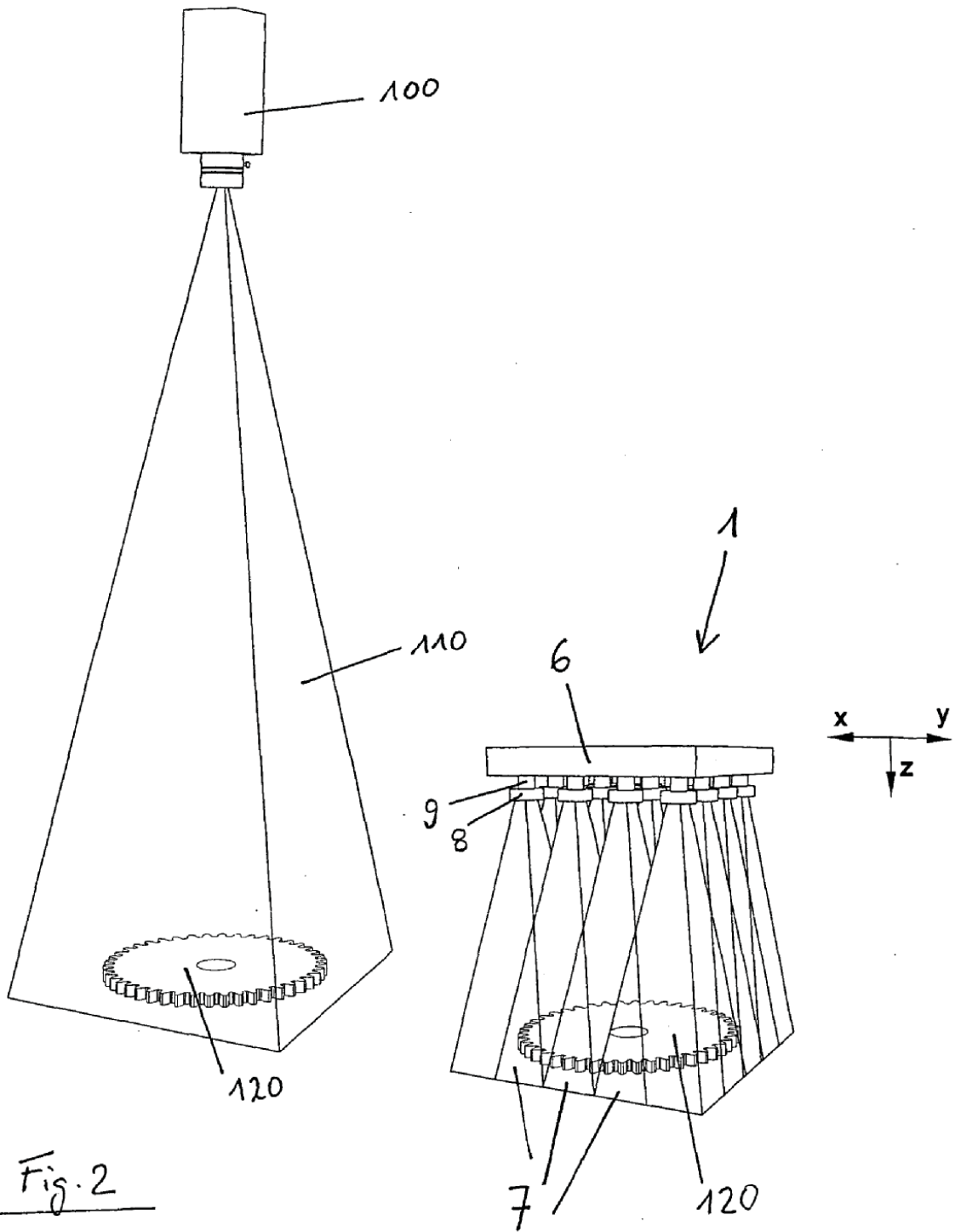
por que cada una de las interfaces de datos (5) está formada por un contacto de enchufe, un contacto de soldadura o un puente de soldadura.

5 17. Disposición de sensores de imagen (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** una de las células de sensor (2) presenta un controlador, a través del cual las unidades de evaluación (4) pueden conectarse a un ordenador externo.

10 18. Procedimiento para detectar información de imagen para el procesamiento automático de datos de imagen mediante una disposición de sensores de imagen (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 17, en el que cada sensor de imagen (3) de las células de sensor (2) capta una zona parcial de un plano de objeto y almacena los datos de imagen en la memoria de imagen de la respectiva célula de sensor (2), en donde las zonas de detección (7) de los sensores de imagen (3) de las células de sensor directamente adyacentes (2) se solapan, **caracterizado por que** las células de sensor (2) acceden a través de sus interfaces de datos (5) a los datos de imagen de la zona de detección solapada (7) de las células de sensor (2) adyacentes y las unidades de evaluación (4) de las células de sensor (2) determinan en cada caso una correlación de estos datos de imagen.

15





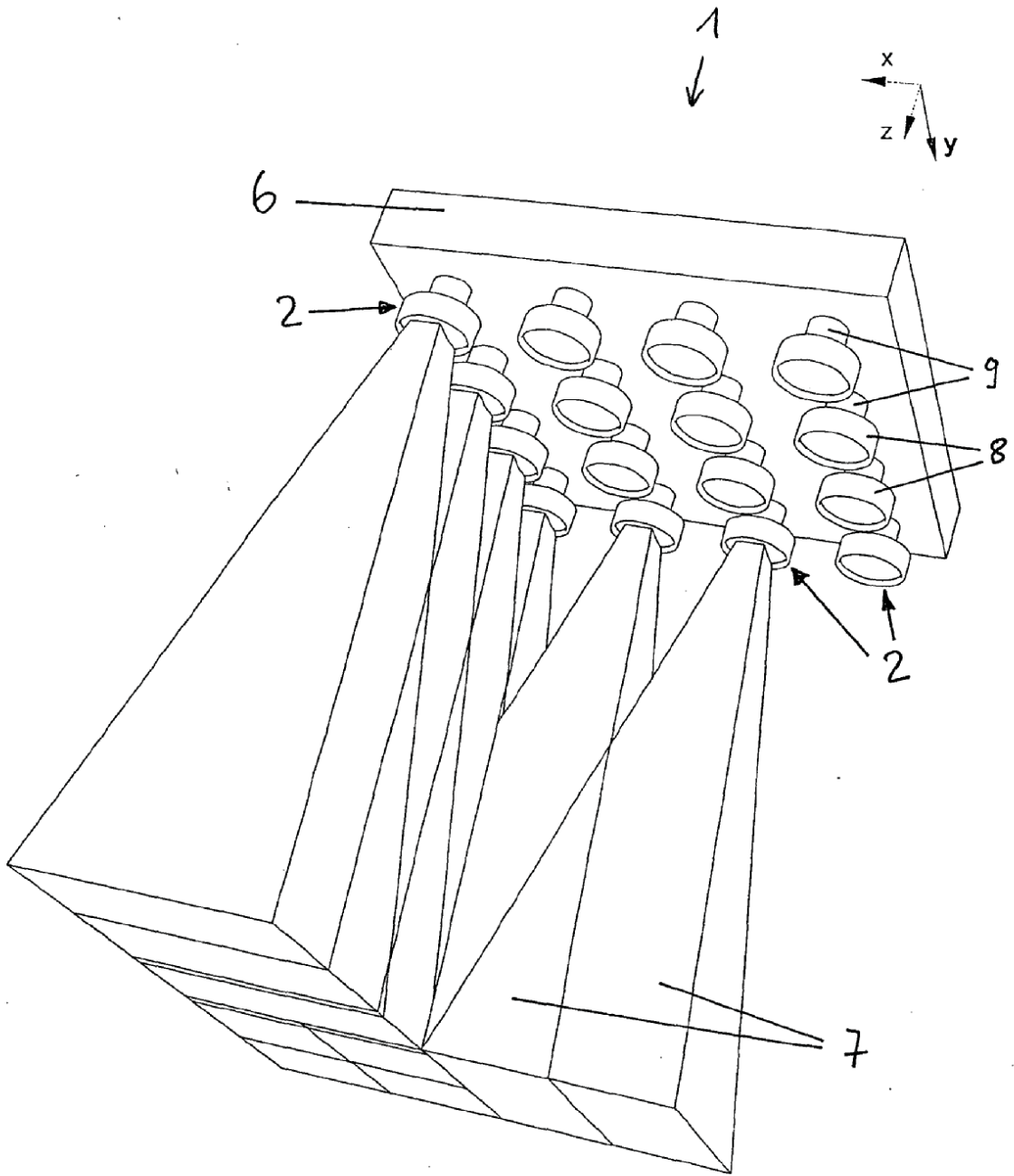


Fig. 3

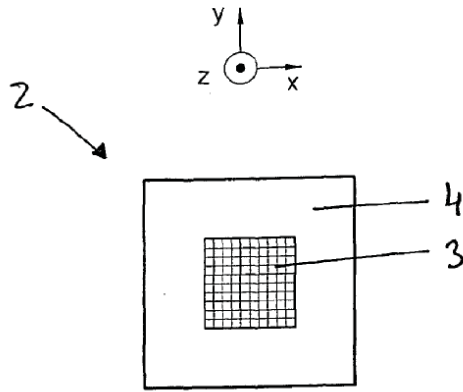


Fig. 4a

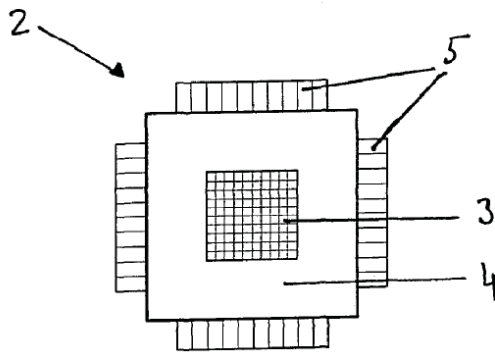


Fig. 4b

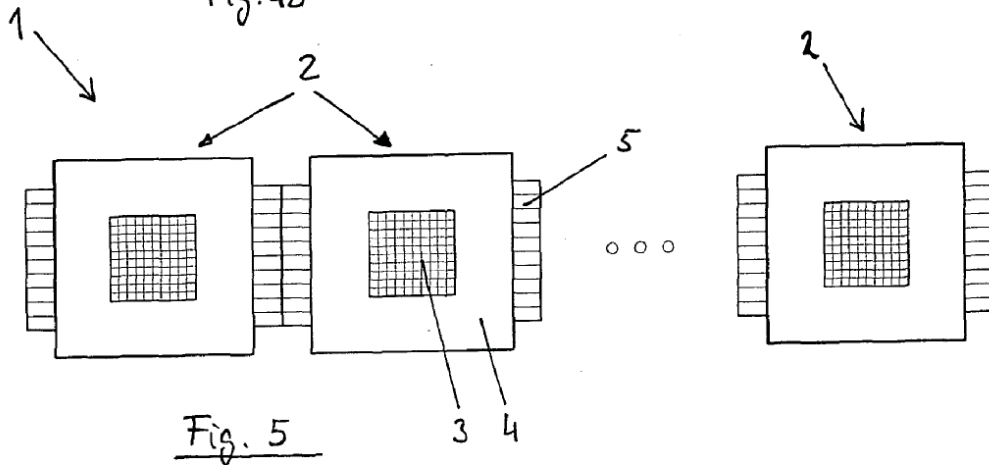


Fig. 5

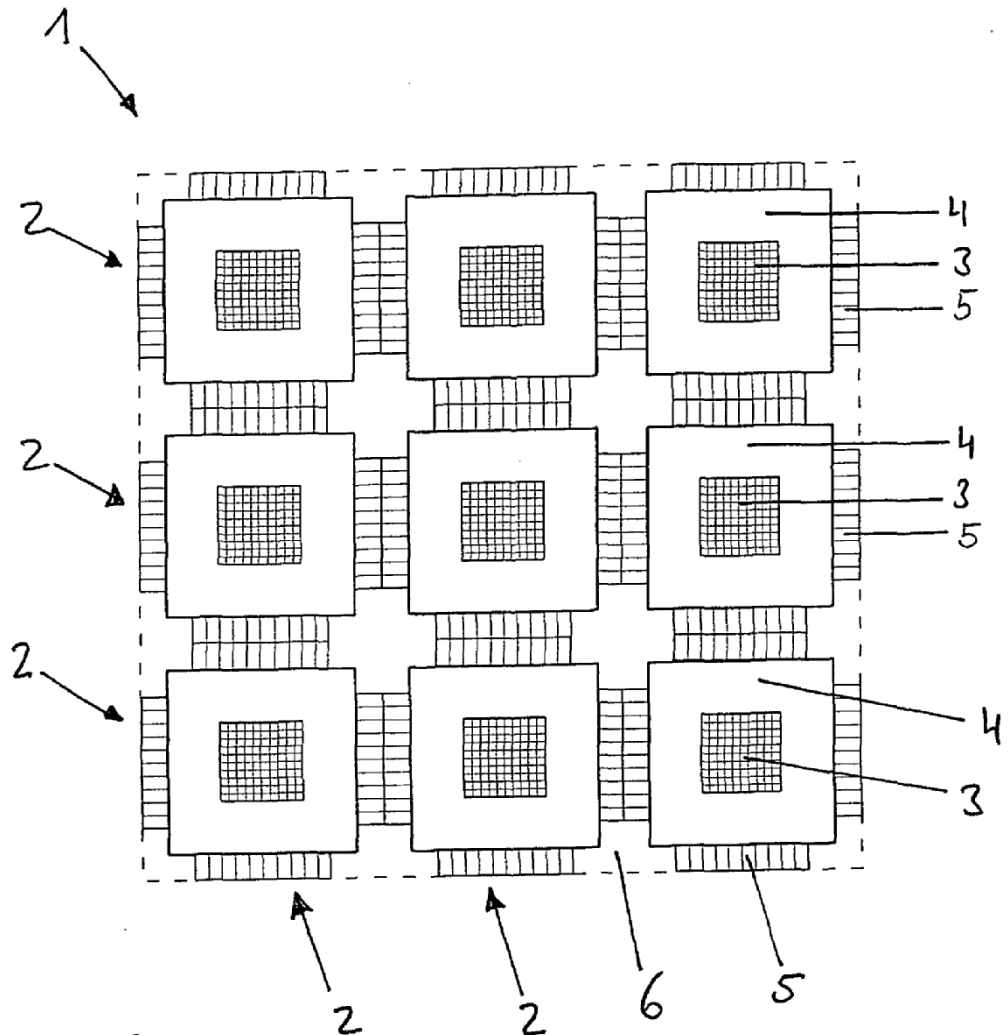
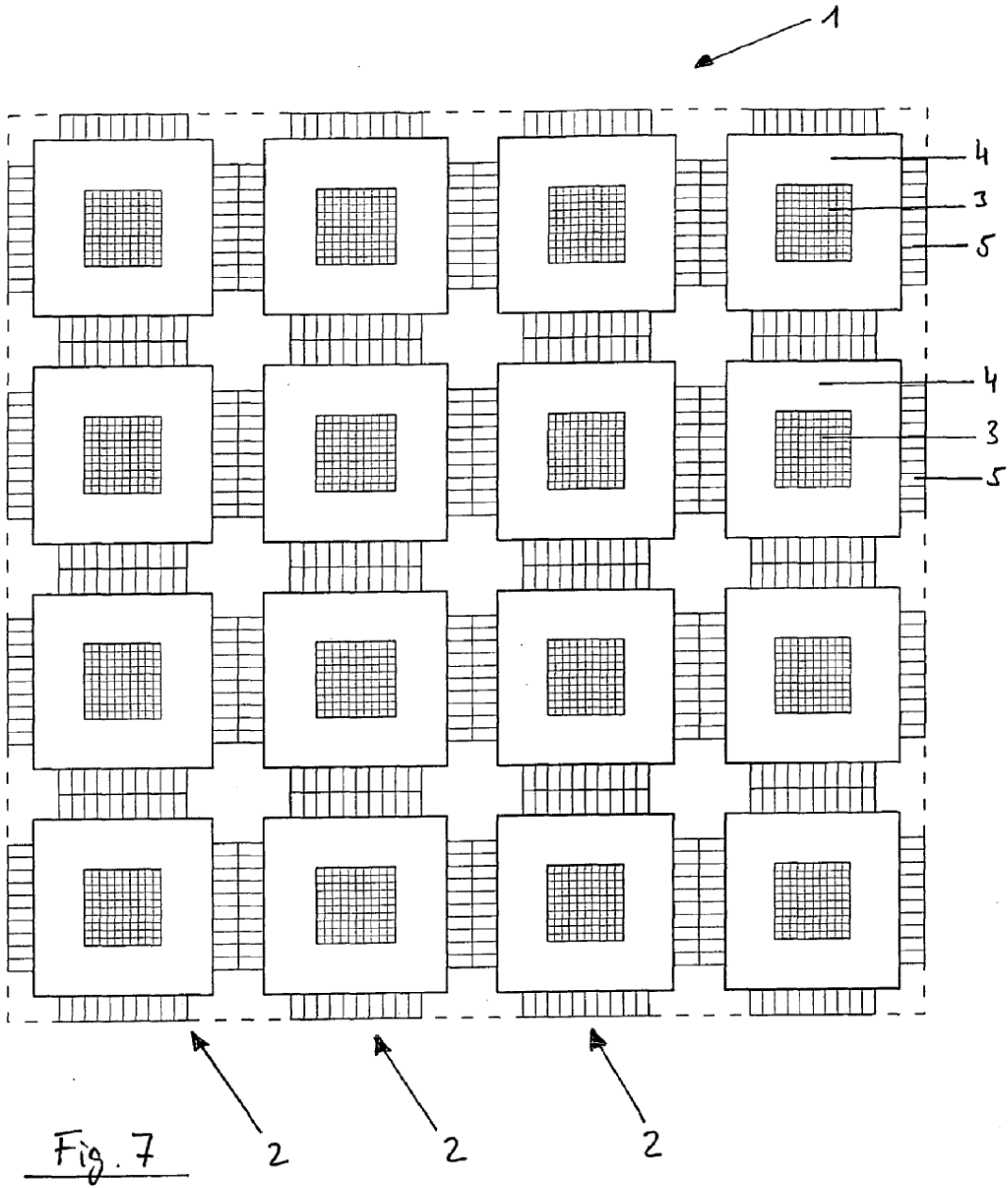


Fig. 6



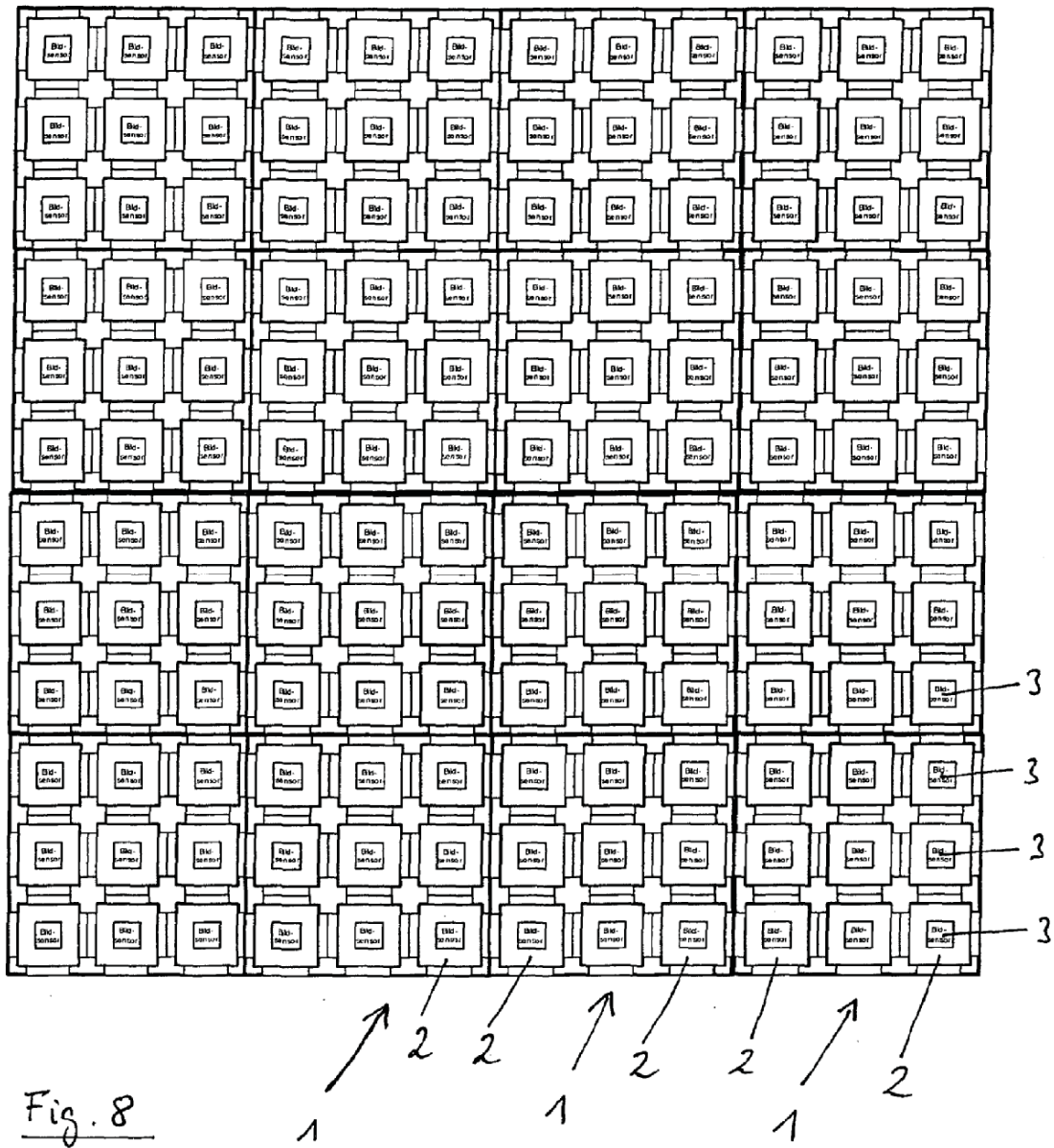
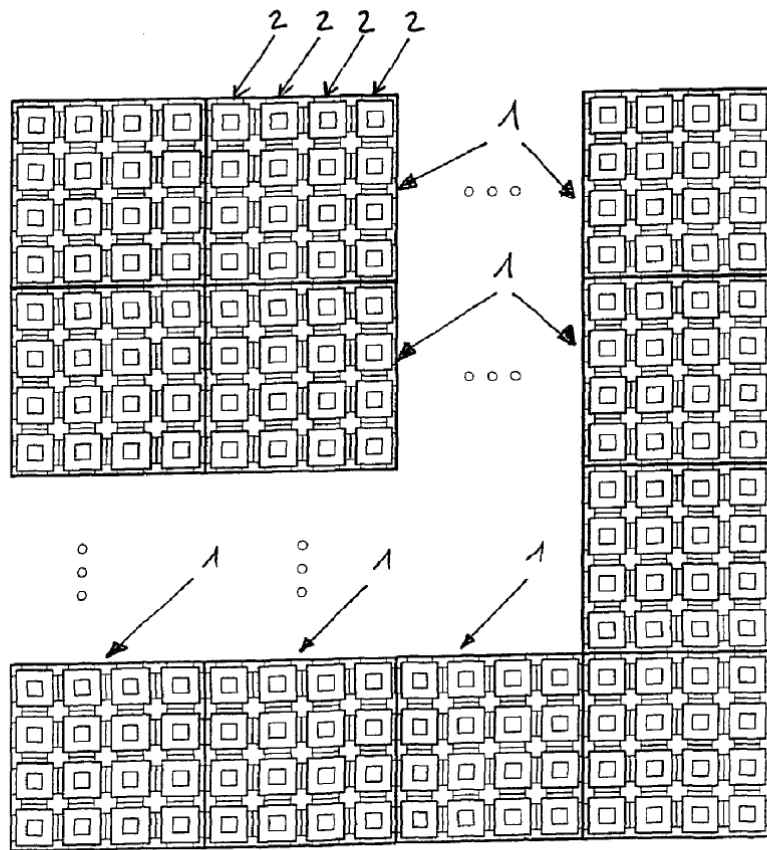
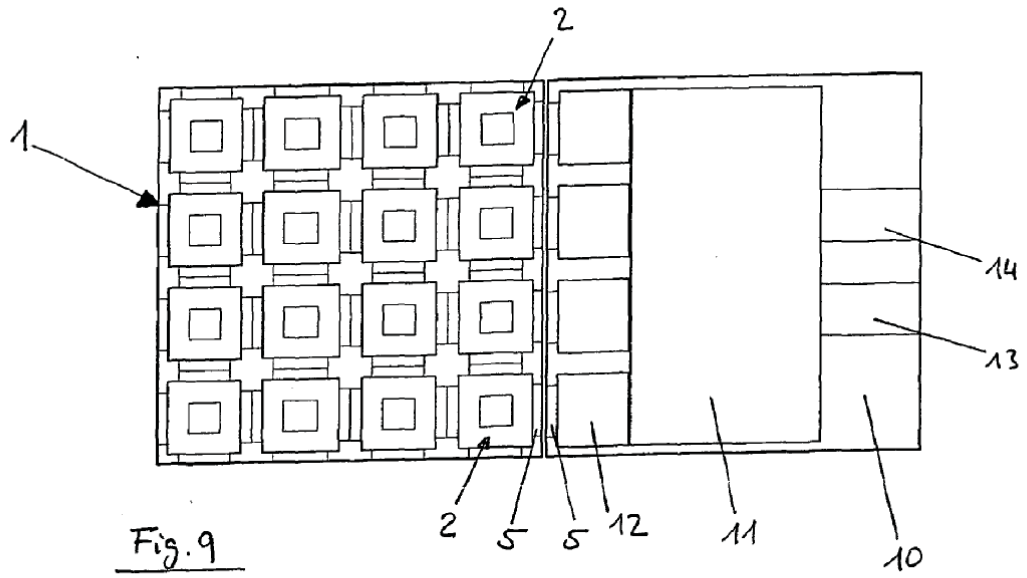


Fig. 8



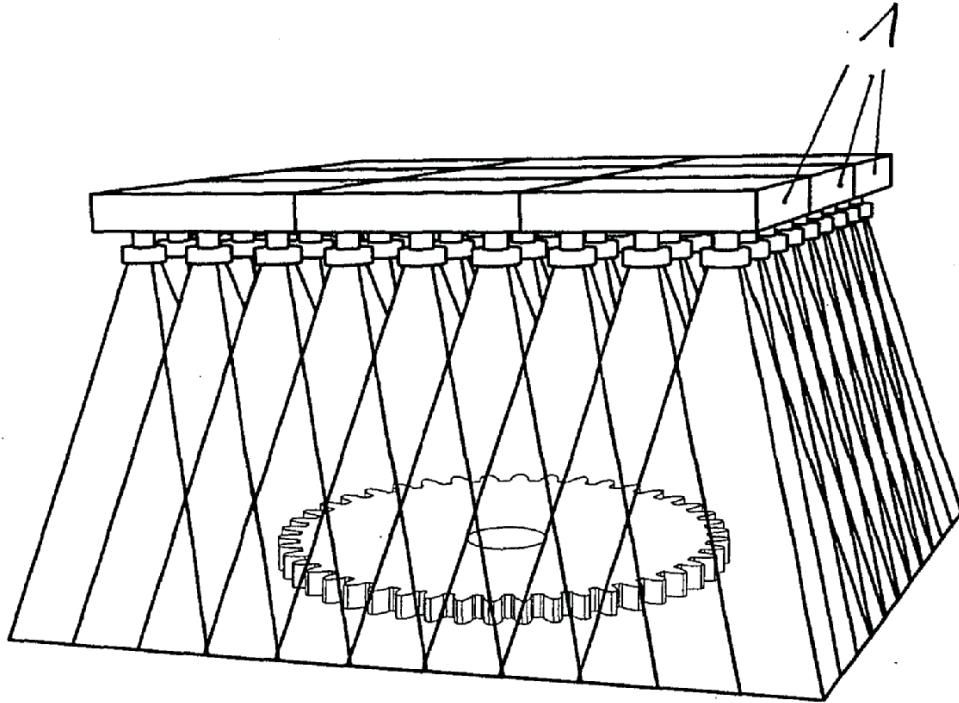


Fig. 11