

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 897 920**

51 Int. Cl.:

H04N 5/232 (2006.01)

H04N 1/387 (2006.01)

G01N 21/88 (2006.01)

H04N 3/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.01.2016** **PCT/EP2016/050377**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.07.2016** **WO16113219**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.01.2016** **E 16700273 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.09.2021** **EP 3245784**

54 Título: **Reconstitución de escenas mediante el ensamblaje de imágenes**

30 Prioridad:

16.01.2015 FR 1550371

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

03.03.2022

73 Titular/es:

FRAMATOME (100.0%)
1 Place Jean Millier, Tour Areva
92400 Courbevoie, FR

72 Inventor/es:

TAGLIONE, MATTHIEU

74 Agente/Representante:

PONTI & PARTNERS, S.L.P.

ES 2 897 920 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

Reconstitución de escenas mediante el ensamblaje de imágenes

- 5 **[0001]** La presente invención se refiere a un procedimiento de inspección de una superficie de un equipo de central nuclear.
- [0002]** La invención se refiere también a un dispositivo de inspección de una superficie de un equipo de central nuclear que permite la realización de dicho procedimiento.
- 10 **[0003]** Los procedimientos del tipo citado son conocidos, especialmente a partir del documento US 2010/0129059. El procedimiento describe una reconstitución de una imagen de la superficie a partir de un vídeo para facilitar la inspección de una vasija nuclear.
- 15 **[0004]** Sin embargo, el procedimiento usa el principio de los puntos fiduciaros, es decir, de puntos fácilmente reconocibles, que se marcan para permitir la reconstitución de la imagen. Por tanto, con este procedimiento el tratamiento de la imagen es complejo.
- [0005]** Otra solución consiste en el uso de un detector lineal que es barrido delante de la superficie para
20 analizar, como en el documento WO 2013/007951 para la inspección de embalajes. Sin embargo, este procedimiento es largo para las superficies grandes ya que por cada paso se adquiere una sola línea. Además, los detectores lineales comercializados hoy en día son muy voluminosos, y por tanto es imposible inspeccionar superficies en volúmenes limitados por este procedimiento.
- 25 **[0006]** El documento JP H11 326580 A describe un dispositivo de inspección capaz de detectar automáticamente los defectos de imágenes adquiridas en modo continuo y de detectar el emplazamiento de los defectos en una forma estereoscópica más detallada.
- [0007]** El documento US 6 236 811 B1 describe un aparato adaptado para adquirir una secuencia de porciones
30 de una imagen que comprende una cámara dispuesta de forma fija y un dispositivo de desplazamiento de la imagen en una serie de localizaciones predeterminadas.
- [0008]** Por tanto, un objeto de la invención es suministrar un procedimiento sencillo y rápido que permita inspeccionar una superficie de un equipo de central nuclear.
- 35 **[0009]** Para este fin, la invención tiene por objeto un procedimiento del tipo citado según la reivindicación 1.
- [0010]** El uso de una cámara matricial permite adquirir varias líneas a la vez, lo que permite una adquisición más rápida. Para una inspección de una duración igual a la realizada con un detector lineal, la velocidad de
40 desplazamiento es por tanto menor y la imagen es así más precisa.
- [0011]** Según realizaciones particulares de la invención, el procedimiento presenta una o varias características de las reivindicaciones 2 a 8, tomadas de forma aislada o según cualquier combinación tal como se reivindica.
- 45 **[0012]** Otras características y ventajas de la invención se mostrarán con la lectura de la descripción que aparece a continuación, dada únicamente a modo de ejemplo y realizada con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:
- la figura 1 es una vista esquemática de las etapas de una realización del procedimiento de la invención,
 - 50 - la figura 2 es una vista esquemática de algunas etapas de otra realización del procedimiento de la invención,
 - las figuras 3 y 4 son esquemas del movimiento de barrido del campo de adquisición de la cámara según diferentes realizaciones.
- [0013]** En la figura 1 se representa un dispositivo 10 de inspección de una superficie para analizar 12 de un
55 equipo de central nuclear. Incluye en particular una cámara matricial 14, un dispositivo de barrido 16 y un ordenador 18.
- [0014]** La superficie 12 es, por ejemplo, parte o la totalidad de la superficie interna de las penetraciones de fondo de la vasija, parte o la totalidad de la superficie externa de las penetraciones de fondo de la vasija, parte o la
60 totalidad del revestimiento de la vasija, parte o la totalidad de la cubierta de la vasija, parte o la totalidad de la superficie interna y/o externa de un tubo de un generador de vapor o cualquier otro equipo a presión de la central nuclear. La central nuclear está, por ejemplo, en fabricación o en mantenimiento.
- [0015]** La cámara matricial 14 posee un campo de adquisición 20 y es capaz de adquirir varias imágenes 22
65 de una parte de la superficie 12 que coincide con el campo 20.

[0016] La imagen 22 adquirida por la cámara está constituida por una matriz de píxeles de dimensión $i*j$, siendo i el número de líneas horizontales y j el número de líneas verticales de la matriz, con i estrictamente superior a 1. El píxel es, por ejemplo, un rectángulo de tamaño denotado por $h*L$, con h su altura y L su anchura. La altura h puede ser igual a la anchura L . Se llama rango a la numeración de las líneas horizontales de arriba abajo, con la línea superior 24 numerada como 1.

[0017] El dispositivo de barrido 16 está conectado a la cámara 14 y permite barrer el campo de adquisición 20 de la cámara 14 a lo largo de la superficie según un plano de inspección. El campo de adquisición 20 se desplaza con respecto a la central nuclear, mientras que la superficie que se inspeccionará 12 está inmóvil con respecto a la central nuclear. La cámara 14 se desplaza, por ejemplo, a una velocidad dada con respecto a la superficie para analizar 12. En otra variante, la cámara 14 permanece inmóvil con respecto a la superficie para analizar 12 y solo su campo de adquisición 20 recorre la superficie para analizar. En este caso, el campo de adquisición 20 se desplaza, por ejemplo, con ayuda de un espejo inclinable, de manera que el objetivo de la cámara apunta permanentemente al espejo.

[0018] La velocidad del campo de adquisición 20 con respecto a la superficie para analizar 12 se denota en lo sucesivo por v . En una realización, la velocidad del campo de adquisición es conocida con exactitud en cualquier momento. En otra realización, la velocidad no se conoce exactamente, pero está situada en un intervalo de valores conocido.

[0019] En una realización, esta velocidad es sustancialmente constante durante el barrido de la superficie 12. Según una variante, esta velocidad es sustancialmente constante, fuera de los cambios de dirección y otros desplazamientos del campo de adquisición 20 con respecto a la superficie para analizar 12 en el curso de los cuales no se interpreta ninguna imagen. En otra realización, la velocidad es variable, por ejemplo, si no es necesario dimensionar las indicaciones de posibles defectos detectadas en el sentido del desplazamiento.

[0020] En lo que sigue de la descripción, el campo de adquisición 20 se desplaza con respecto a la superficie para analizar 12 de la parte superior de la superficie para analizar 12 por debajo de esta, a una velocidad sustancialmente constante comprendida entre 0,1 y 2,0 mm/s. En lo sucesivo toda línea horizontal se denomina línea y toda línea vertical se denomina columna. Sin embargo, debe entenderse que el procedimiento aquí descrito se aplica a cualquier desplazamiento horizontal o vertical, así como a cualquier combinación de los dos, y que la noción de línea es a la vez horizontal y vertical.

[0021] El campo de adquisición 20 se desplaza en este caso de arriba abajo. Las imágenes se adquieren a una frecuencia de adquisición denotada por f . En lo sucesivo, se tomará f como constante y comprendida entre 0,01 Hz y 10 kHz, por ejemplo, entre 1 y 100 Hz, y, por ejemplo, igual a 25 Hz. Según otra variante, el procedimiento puede adaptarse para funcionar con f no constante.

[0022] En referencia a la figura 1, a continuación, se describirá el procedimiento de reconstitución de una imagen a partir de una secuencia de imágenes por medio del ordenador 18.

[0023] El conjunto de imágenes adquiridas forma una secuencia 26. El número de imágenes en la secuencia se denota por N_{seq} .

[0024] En la etapa 28 se extrae un número n de líneas de la primera imagen adquirida, que forma un primer conjunto de líneas I_1 . Este número n está comprendido entre 2 y el número de líneas de la imagen adquirida, denotado por i . En lo sucesivo, se considera que estas líneas son continuas y están situadas unas detrás de otras, es decir, son contiguas. Así, se extraen n líneas de la imagen que van del rango r_1 al rango $r_1+(n-1)$, con r_1 delantero comprendido entre 1 e $i-n+1$ inclusive.

[0025] A continuación, se extrae en cada imagen adquirida las líneas situadas en el mismo rango que antes, es decir, las líneas situadas del rango r_1 al rango $r_1+(n-1)$. El conjunto de líneas extraídas forma los conjuntos $I_1, I_2, \dots, I_{N_{seq}}$.

[0026] En la etapa 30, los conjuntos de líneas extraídas $I_1, I_2, \dots, I_{N_{seq}}$ se juxtaponen para reconstituir una imagen final 32. La imagen final 32 es, por ejemplo, de resolución idéntica a las de las imágenes adquiridas 22, es decir, sus píxeles son también de tamaño $h*L$.

[0027] Para que la imagen final 32 cubra toda la superficie barrida sin interrupción, los parámetros deben elegirse de manera que: $n = v / (f*h)$, con n el número de líneas extraídas por imagen, v la velocidad del campo de adquisición con respecto a la superficie, f la frecuencia de adquisición y h la altura de un píxel (y en consecuencia de una línea).

[0028] La imagen final 32 así formada es una reconstitución del conjunto de la superficie barrida por el campo de adquisición 20, fuera de las r_1-1 primeras líneas y de las $i-r_1+n-1$ últimas líneas.

[0029] Según la invención, en la etapa 34, se extraen de nuevo n líneas, en este caso siempre continuas y contiguas, de la primera imagen de la secuencia, que forman un segundo conjunto de líneas $J1$. Las líneas extraídas van del rango $r2$ al rango $r2+(n-1)$, con $r2$ delantero comprendido entre 1 e $i-n+1$ comprendido y de tal forma que las 5 líneas del segundo conjunto $J1$ sean diferentes de las líneas del primer conjunto $I1$.

[0030] A continuación, se extrae en cada imagen adquirida las líneas situadas en el mismo rango que antes, es decir, las líneas situadas del rango $r2$ al rango $r2+(n-1)$. El conjunto de líneas extraídas forma los conjuntos $J1, J2, \dots, J_{N_{seq}}$. Cada conjunto $J1, J2, \dots, J_{N_{seq}}$ es, por lo tanto, diferente del conjunto asociado $I1, I2, \dots, I_{N_{seq}}$.

[0031] En la etapa 36, los conjuntos de líneas extraídas $J1, J2, \dots, J_{N_{seq}}$ se yuxtaponen para reconstituir una segunda imagen final 38. La segunda imagen final 38 es, por ejemplo, de resolución idéntica a la primera imagen final 32.

[0032] La imagen final 38 así formada es una reconstitución del conjunto de la superficie barrida por el campo de adquisición 20, fuera de las $r2-1$ primeras líneas y de las $i-r2+n-1$ últimas líneas.

[0033] La segunda imagen final 38 es diferente de la primera imagen final 32 ya que cada conjunto es diferente. La segunda imagen final 38 representa la superficie para analizar 12 con un ligero desfase, igual a $|r1-r2|$, con respecto a la primera imagen final 32. Al ser la captura de imagen diferente para las dos imágenes, esta técnica puede permitir poner de relieve detalles, que son más o menos visibles según diversos parámetros como el ángulo de la captura de imagen o la iluminación. Esta técnica permite obtener dos puntos de vista a partir de los cuales se puede, por ejemplo, reconstruir una vista en tres dimensiones de la superficie para analizar 12.

[0034] Como variante, el procedimiento se reitera un número deseado de veces, que permite obtener este número deseado de imágenes finales con capturas de imagen diferentes, en las que a continuación se detectan indicaciones de defectos.

[0035] Para barrer el conjunto de la superficie para analizar 12, conviene reiterar el conjunto del procedimiento para la superficie para analizar barriéndola con una serie de movimientos verticales y/o horizontales.

[0036] En las figuras 3 y 4 se representan dos posibilidades del movimiento de barrido del campo de adquisición 20 de la cámara 14 con respecto a la superficie para analizar 12. La representación es plana, pero la superficie puede ser cilíndrica o de una forma especial. El movimiento de barrido se describe según un recorrido determinado, pero este puede modificarse, por ejemplo, barriendo la superficie en el otro sentido, de derecha a izquierda, o adquiriendo las imágenes de abajo arriba.

[0037] En la figura 3 se representa un desplazamiento en forma de almenas.

[0038] El centro del campo de adquisición 20 de la cámara se coloca en un punto inicial 40. El borde izquierdo del campo de adquisición 20 debe estar sustancialmente en el nivel del borde izquierdo de la superficie para analizar. La línea de rango $r1$ o $r2$ del campo de adquisición 20 debe estar sustancialmente en el nivel del borde superior de la superficie para analizar.

[0039] El campo de adquisición 20 de la cámara 14 se desplaza entonces de arriba abajo a velocidad constante y el ordenador 18 adquiere imágenes. Cuando la línea de rango igual a $r1+n-1$ o $r2+n-1$ del campo de adquisición 20 está sustancialmente en el nivel del borde inferior de la superficie para analizar, el ordenador 18 no adquiere más imágenes, o estas no se aprovecharán durante el tratamiento de la secuencia de imágenes, y el campo de adquisición 20 está desfasado de izquierda a derecha con respecto a la superficie de una distancia igual a $j \cdot L$ con j el número de 50 columnas de una imagen y L la anchura de un píxel, por tanto, de una columna.

[0040] Después, el campo de adquisición 20 de la cámara 14 se desplaza de abajo arriba a velocidad constante y el ordenador 18 adquiere de nuevo imágenes. Cuando el centro del campo de adquisición 20 está sustancialmente a la misma altura que el punto inicial 40, el ordenador 18 no adquiere más imágenes, o estas no se aprovecharán 55 durante el tratamiento de la secuencia de imágenes, y el campo de adquisición 20 está desfasado de izquierda a derecha con respecto a la superficie de una distancia igual a $j \cdot L$ con j el número de columnas de una imagen y L la anchura de un píxel.

[0041] El conjunto del movimiento se repite hasta haber barrido el conjunto de la superficie para analizar 12.

[0042] El procedimiento para reconstruir una imagen de la superficie se realiza en un primer momento para cada secuencia de adquisición relacionada con un mismo descenso o con un mismo ascenso del campo de adquisición 20, y después el conjunto de las imágenes así obtenidas se colocan extremo con extremo de izquierda a derecha para volver a formar el conjunto de la imagen.

[0043] En la figura 4 se representa un desplazamiento en forma de peine.

[0044] El centro del campo de adquisición 20 de la cámara se coloca en un punto inicial 40, similar al usado para el desplazamiento en forma de almenas.

5

[0045] El campo de adquisición 20 de la cámara 14 se desplaza a continuación de arriba abajo a velocidad constante y el ordenador 18 adquiere imágenes. Cuando la línea de rango igual a $r1+n-1$ o $r2+n-1$ del campo de adquisición 20 es sustancialmente en el nivel del borde inferior de la superficie para analizar, el ordenador 18 no adquiere más imágenes, o estas no serán aprovechadas durante el tratamiento de la secuencia de imágenes. El campo de adquisición 20 se desplaza entonces de abajo arriba, de tal manera que su centro esté a la misma altura que el punto inicial 40, y después el campo de adquisición 20 está desfasado una distancia sustancialmente igual a $j*L$ hacia la derecha.

10

[0046] El conjunto del movimiento se repite hasta haber barrido el conjunto de la superficie para analizar 12.

15

[0047] El procedimiento para reconstruir una imagen de la superficie se realiza en un primer momento para cada

secuencia de adquisición relacionada con un mismo descenso del campo de adquisición 20, y después el conjunto de las imágenes así obtenidas se coloca extremo con extremo de izquierda a derecha para volver a formar el conjunto de la imagen.

20

[0048] Pueden contemplarse otras posibilidades de movimiento de barrido del campo de adquisición 20 de la cámara 14 en la superficie 12. Por ejemplo, como variante, en el caso de un elemento cilíndrico para analizar, el campo de adquisición 20 de la cámara se desplaza helicoidalmente en la superficie 12. En algunos casos, se suministra así una imagen final deformada con respecto a la realidad, que, no obstante, permite obtener informaciones en relación con las indicaciones de defectos.

25

[0049] Otra posibilidad en el caso de un elemento cilíndrico para analizar consiste en dar una vuelta (interior o exterior según lo que deba observarse) del elemento cilíndrico adquiriendo imágenes de la superficie del elemento cilíndrico y, una vez de regreso a una parte de la superficie ya adquirida, desplazarse según el eje del elemento cilíndrico y volver a empezar. Cuando el campo de adquisición es tal que las líneas de las imágenes adquiridas se trazan según el eje del elemento cilíndrico, entonces se extraen columnas de cada imagen para construir la imagen final.

30

[0050] De este modo se obtiene una imagen final del conjunto de la superficie para analizar 12. Entonces, un operador puede buscar fácilmente indicaciones de posibles defectos en la imagen final. Si el operador dispone solo de un vídeo del conjunto de las imágenes adquiridas, debe realizar numerosos recorridos de ida y vuelta en el vídeo para poder visionar las indicaciones de defectos completas, dado que dos zonas adyacentes no se adquieren necesariamente una a continuación de la otra.

35

40

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de inspección de una superficie (12) de un equipo de central nuclear, comprendiendo el procedimiento las etapas siguientes:

- barrer la superficie (12) con un campo de adquisición (20) de una cámara matricial (14), de manera que el campo de adquisición (20) se desplaza con respecto a la superficie (12) a una velocidad de desplazamiento;
 - adquirir con ayuda de la cámara matricial (14) una secuencia (26) de imágenes (22) del campo de adquisición (20), de manera que la secuencia (26) se adquiere con una frecuencia de adquisición, incluyendo cada imagen (22) un primer número (i) de líneas de píxeles; de manera que el procedimiento está **caracterizado porque** comprende también las etapas siguientes:

- extraer de la primera imagen adquirida (22) un primer conjunto (l1) de líneas contiguas, comprendiendo el primer conjunto un segundo número (n) de líneas continuas de píxeles, de manera que las líneas extraídas van de un rango r1 a un rango r1 + (n-1), estando el rango r1 comprendido entre 1 e i-n+1 y estando el segundo

$$n = \frac{v}{f \cdot h}$$

número (n) comprendido entre 2 y el primer número y tal que de manera que n representa el segundo número, h representa la altura de un píxel, v representa la velocidad de desplazamiento y f representa la frecuencia de adquisición;

- extraer, en cada imagen de la secuencia (26) adquirida después de la primera imagen adquirida, un primer conjunto respectivo, estando el primer conjunto respectivo formado por líneas situadas del rango r1 al rango r1 + (n-1);

- constituir una primera imagen final (32) de la superficie (12) yuxtaponiendo los primeros conjuntos de líneas extraídas de cada imagen (22), de manera que la imagen final (32) cubre toda la superficie (12) sin interrupción;

- extraer de la primera imagen adquirida (22) un segundo conjunto de líneas contiguas, estando el segundo conjunto formado por el segundo número de líneas continuas de píxeles, de manera que las líneas extraídas van de un rango r2 a un rango r2 + (n-1), estando el rango r2 comprendido entre 1 e i-n+1 y siendo las líneas del segundo conjunto diferentes de las líneas del primer conjunto;

- extraer, en cada imagen de la secuencia (26) adquirida después de la primera imagen adquirida, un segundo conjunto respectivo, estando el segundo conjunto respectivo formado por líneas situadas del rango r2 al rango r2 + (n-1); y

- constituir una segunda imagen final (38) de la superficie (12) yuxtaponiendo los segundos conjuntos de líneas extraídas de cada imagen (22).

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el procedimiento comprende, además, una etapa de búsqueda de indicaciones presentes en la superficie (12) en la imagen final (32) de la superficie (12).

3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** en el curso del procedimiento, el campo de adquisición (20) se desplaza con respecto a la central nuclear, mientras que la superficie que se inspeccionará (12) está inmóvil con respecto a la central nuclear.

4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la frecuencia de adquisición está comprendida entre 0,1 Hz y 10 kHz.

5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el campo de adquisición (20) de la cámara (14) se desplaza con respecto a la superficie para analizar (12) a una velocidad comprendida entre 0,1 y 2 mm/s.

6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el campo de adquisición (20) de la cámara (14) se desplaza:

- de arriba abajo con respecto a la superficie para analizar (12) con adquisición de imágenes (22),
 - una vez en la parte inferior de la superficie, hacia la izquierda o hacia la derecha sin adquisición de imagen,
 - después de abajo arriba hasta la parte superior de la superficie para analizar (12) con adquisición de imágenes (22),
 - después hacia el mismo lado que antes sin adquisición de imagen,

reiterando el procedimiento hasta que se haya adquirido el conjunto de la superficie para analizar (12).

7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** el campo de adquisición (20) de la cámara (14) se desplaza:

- de arriba abajo con respecto a la superficie (12) para analizar con adquisición de imágenes (22),
 - y una vez en la parte inferior de la superficie (12), de abajo arriba hasta la parte superior de la superficie para

analizar (12) sin adquisición de imagen y hacia la izquierda o hacia la derecha,

reiterando el procedimiento hasta que se haya adquirido el conjunto de la superficie para analizar (12).

- 5 8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la superficie para analizar (12) es el interior y/o el exterior de las penetraciones de fondo de vasija de un generador de vapor, el revestimiento de la vasija, la cubierta de la vasija o cualquier otro equipo a presión de central nuclear, en el curso de su fabricación o de su mantenimiento.

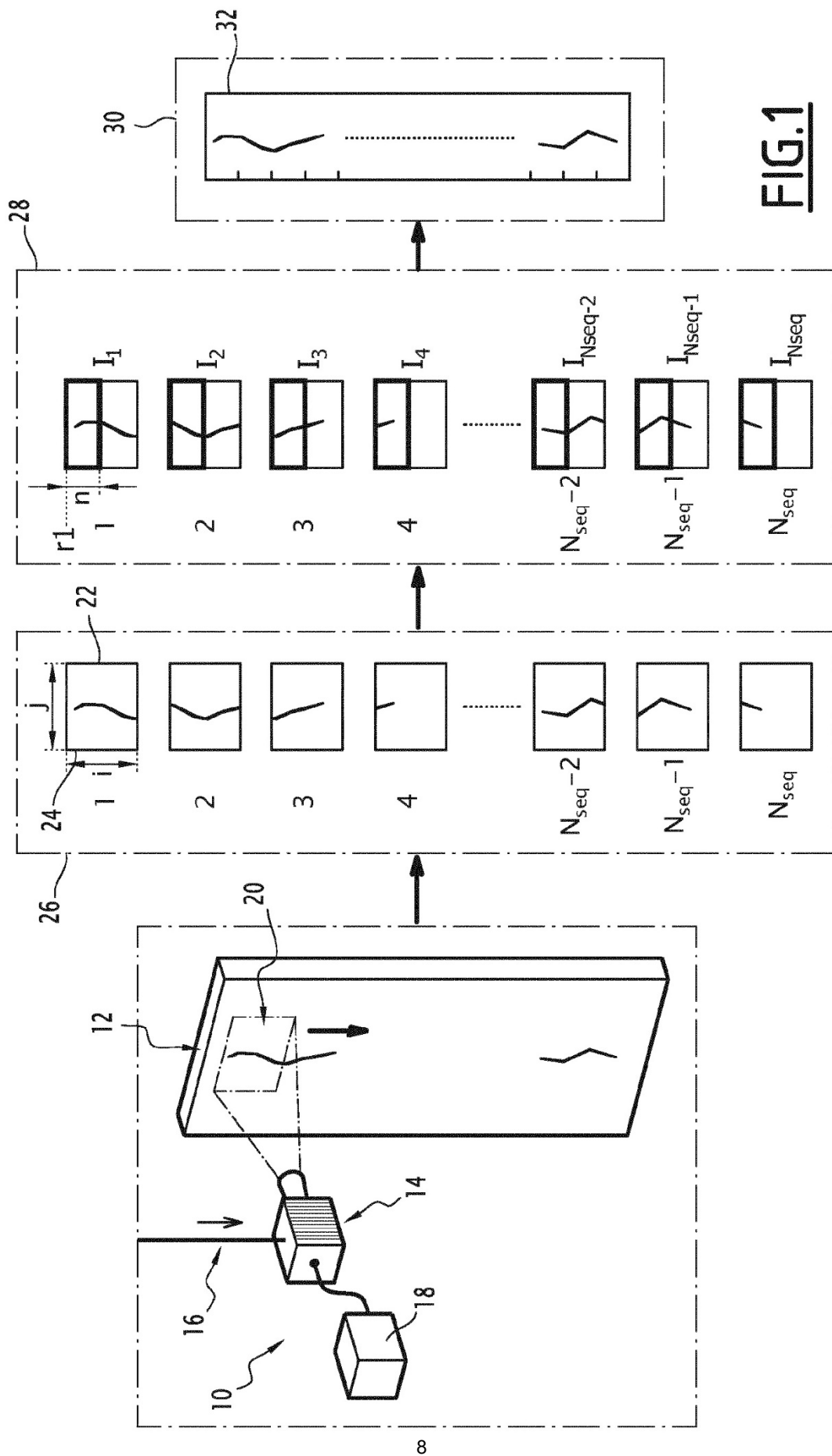


FIG. 1

