

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 025 966**

51 Int. Cl.:

B65G 61/00 (2006.01)

B25J 9/16 (2006.01)

G01B 11/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.12.2021 E 21215002 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.02.2025 EP 4015422**

54 Título: **Método para desapilar neumáticos apilados en filas inclinadas**

30 Prioridad:

17.12.2020 FR 2013482

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

10.06.2025

73 Titular/es:

**BOUBIELA MORET (100.00%)
Avenue Archimède, ZAC du Bois de la Chocque,
BP 145
02100 Saint Quentin, FR**

72 Inventor/es:

**RICHET, SYLVAIN;
NEWLAND, VÉRONIQUE y
LUCIA, PASCAL**

74 Agente/Representante:

PONTI & PARTNERS, S.L.P.

ES 3 025 966 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

Método para desapilar neumáticos apilados en filas inclinadas

- 5 La presente invención se refiere a un método para desapilar un conjunto de neumáticos apilados sobre un soporte en una dirección de superposición, comprendiendo el conjunto de neumáticos filas de neumáticos superpuestos en la dirección de superposición y extendiéndose en una dirección de almacenamiento sustancialmente perpendicular a la dirección de superposición, estando dispuestos los neumáticos de cada una de las filas flanco contra flanco de forma oblicua a la dirección de superposición.
- 10 La invención se refiere también a una instalación correspondiente.
- Por «neumáticos» aquí nos referimos a neumáticos en su condición de sustantivo.
- 15 Esta pila de neumáticos tiene la ventaja de ser compacta, lo que ayuda a minimizar los costes de almacenamiento y transporte de neumáticos. Sin embargo, debido a que los neumáticos están inclinados unos sobre los otros, la mayoría de los neumáticos de una fila, incluso el superior de la pila, son inaccesibles, en el sentido de que no se pueden levantar sin quitar primero los otros neumáticos.
- 20 En la actualidad, estos conjuntos se desapilan, al menos en parte, a mano, con intervención humana al menos para determinar qué neumático se debe agarrar primero, luego cuál, y así sucesivamente. De hecho, dado que los neumáticos son formas negras sobre un fondo negro, las tecnologías de visualización convencionales no permiten determinar con precisión en tiempo real qué neumático está libre y, por lo tanto, debe moverse primero, lo que impide, en particular, cualquier automatización efectiva del proceso.
- 25 Un objetivo de la invención es por tanto proporcionar un método para desapilar dicho conjunto de neumáticos que sea más rápido o menos costoso que los métodos utilizados actualmente.
- Para este fin, la invención se refiere a un método según la reivindicación 1.
- 30 Se ha descubierto que el uso de al menos un sensor de tiempo de vuelo permite determinar un neumático libre en un área de interés de la(s) imagen(es) tridimensional(es) tomada(s) por el sensor, y proporcionar datos de posición suficientemente precisos a un robot manipulador.
- 35 Según realizaciones particulares, el método según la invención comprende una o más de las características correspondientes a las reivindicaciones 2 a 8.
- La invención se refiere también a una instalación según la reivindicación 9.
- 40 La invención se comprenderá mejor con la lectura de la descripción siguiente, dada únicamente a título de ejemplo y realizada con referencia a los dibujos adjuntos, entre los cuales:
- la figura 1 es una representación en perspectiva de una instalación según la invención,
 - 45 - la figura 2 es una vista en perspectiva detallada de un robot manipulador de la instalación mostrada en la figura 1,
 - la figura 3 es una vista en perspectiva de una pinza del robot mostrado en las figuras 1 y 2, con las mordazas de la pinza en una posición abierta.
 - 50 - la figura 4 es una vista en sección de la pinza mostrada en las figuras 1 a 3, estando las mordazas de la pinza en posición cerrada sobre uno de los neumáticos del conjunto,
 - la figura 5 es una vista esquemática de parte de la instalación mostrada en la figura 1, mostrando el conjunto de neumáticos, su soporte y el sensor,
 - 55 - la figura 6 es una vista simplificada de una imagen bidimensional de dos filas superiores de un conjunto de neumáticos, obtenida a partir de una imagen tridimensional proporcionada por el sensor mostrado en las figuras 1 y 5,
 - 60 - la figura 7 es una vista simplificada de una imagen procesada obtenida después del análisis de partículas aplicado a la imagen bidimensional que se muestra en la figura 6, y
 - la figura 8 es una vista simplificada de una de las imágenes bidimensionales del entorno del neumático libre utilizada durante una determinación iterativa de la orientación del neumático libre.
- 65

Con referencia a la figura 1, se describe una instalación 10 según la invención.

5 La instalación 10 está adaptada para desapilar un conjunto de neumáticos 12 inicialmente apilados sobre un primer bastidor 14 (en primer plano) que forma un soporte 16 para el conjunto de neumáticos 12. En el ejemplo mostrado, la instalación 10 también es adecuada para desapilar los neumáticos 18 (de los que solo se muestra uno) en un segundo bastidor 20 (en segundo plano).

10 La instalación 10 comprende dos sensores 22, 24 situados ventajosamente encima del primer bastidor 14 y del segundo bastidor 20, y dos estructuras 26, 28, por ejemplo en forma de ménsulas, que soportan respectivamente los dos sensores. La instalación 10 comprende un robot 30 adaptado para mover neumáticos desde el primer bastidor 14 o el segundo bastidor 20 a un receptáculo 32, por ejemplo una cinta transportadora adaptada para transportar los neumáticos.

15 Según variantes no mostradas, la instalación 10 está configurada para procesar un solo bastidor, o más de dos bastidores, con un solo sensor o más de dos sensores.

La instalación 10 comprende ventajosamente un recinto protector 34 que rodea el primer bastidor 14, el segundo bastidor 20 y el robot 30.

20 En el ejemplo, la instalación 10 comprende una máquina de manipulación 36 para mover sucesivamente el primer bastidor 14 y el segundo bastidor 20 entre una posición activa (mostrada en la figura 1), en la que el primer bastidor y el segundo bastidor están respectivamente debajo de los dos sensores 22, 24, y una posición inactiva (no mostrada), en la que el primer bastidor 14 y el segundo bastidor 20 están fuera del recinto 34, por ejemplo, para ser cargados con neumáticos.

25 La instalación 10 comprende ventajosamente dos sistemas de elevación 38, 40, representados esquemáticamente en la figura 1, adaptados para ajustar la altura del primer bastidor 14 y del segundo bastidor 20, como se explicará a continuación.

30 La instalación 10 comprende también un sistema de control y procesamiento 42 (mostrado esquemáticamente en la figura 1) para controlar los dos sensores 22, 24, el robot 30, los sistemas de elevación 38, 40, y para implementar determinados pasos de un método según la invención.

35 En una variante no representada, la instalación 10 no es una instalación estática a la que se lleva el conjunto de neumáticos 12, sino una instalación móvil, por ejemplo adaptada para descargar neumáticos de un remolque de un camión, o más generalmente de un contenedor (no representado). En este caso, el robot 30 y el/los sensor(es) 22, 24 están fijados a uno o más soporte(s) móvil(es) con respecto al conjunto de neumáticos. Según un método particular, estos soportes se mueven a medida que se descarga el remolque.

40 El recinto 34 tiene forma, por ejemplo, rectangular o cuadrada. El recinto 34 comprende por ejemplo una primera cara 44 que define dos entradas 46, 48 que permiten colocar el primer bastidor 14 y el segundo bastidor 20 en sus posiciones activas. El recinto 34 comprende por ejemplo una segunda cara 50, ventajosamente opuesta a la primera cara 44, y que define una salida 52 atravesada por la cinta transportadora.

45 Los soportes 26, 28 de los sensores están fijados por ejemplo al suelo.

50 El soporte 16 de los neumáticos 12 comprende por ejemplo una base 58 y dos caras 60, 62 opuestas en una dirección de almacenamiento X de los neumáticos por ejemplo sustancialmente horizontal. El soporte 16 permite un fácil acceso a los neumáticos 12 desde arriba y en dirección transversal Y sustancialmente perpendicular a la dirección de almacenamiento X y por ejemplo sustancialmente horizontal.

Los neumáticos 12 se apilan sobre el soporte según una dirección de superposición Z sustancialmente perpendicular a la dirección de almacenamiento X y a la dirección transversal Y, por ejemplo sustancialmente vertical.

55 Según una variante no mostrada, la dirección de superposición Z no es sensiblemente vertical, en particular si el conjunto de neumáticos 12 está en voladizo, o apoyado sobre cualquier soporte (no mostrado).

60 El conjunto de neumáticos 12 comprende filas de neumáticos 64 superpuestas en la dirección de superposición Z y que se extienden en la dirección de almacenamiento X, estando dispuestos los neumáticos de cada una de las filas flanco contra flanco de forma oblicua con respecto a la dirección de superposición Z y con respecto a la dirección de almacenamiento X. En el ejemplo, el conjunto de neumáticos 12 comprende dos grupos 66, 68 de filas superpuestas 64.

65 Los grupos 66, 68 están yuxtapuestos en la dirección transversal Y. En cada uno de los grupos, los neumáticos 12 de cualquiera de las filas 64 están inclinados en una dirección con respecto a la dirección de superposición Z, y los neumáticos de las filas adyacentes 64 en la dirección de superposición Z están inclinados ventajosamente en la

- dirección opuesta. Así, las partes superiores 70 (figura 5) de los neumáticos 12 tomados de una de las filas 64 no situadas en la parte superior de la pila son recibidas en alojamientos centrales 72 de los neumáticos 12 de la fila 64 situados inmediatamente encima de esta fila. Este modo de apilamiento se denomina «apilamiento en cadena» y confiere gran compacidad a la pila.
- 5 Según una variante no representada, los neumáticos 12 de la(s) fila(s) adyacente(s) en la dirección de superposición Z están inclinados en la misma dirección, o en cualquier caso no sistemáticamente en la dirección opuesta.
- 10 Por supuesto, son posibles otros modos de apilamiento. En cualquier caso, este tipo de apilamiento significa que, en una fila superior 74 (no cubierta por otros neumáticos), solo uno de los neumáticos 12 es un neumático libre 76, es decir no cubierto, ni siquiera parcialmente, por otro de los neumáticos 12. En el ejemplo, hay dos filas superiores. La fila superior 74 es una de ellas, por ejemplo la que se encuentra más alta en la dirección de superposición Z.
- 15 El neumático libre 76 está adaptado para ser levantado por el robot 30 en la dirección de superposición Z con respecto al soporte 16 sin mover o dejar caer los otros neumáticos del conjunto de neumáticos 12.
- 20 Los sistemas de elevación 38, 40 están adaptados para ajustar la distancia H entre uno de los sensores 22, 24 situados encima y el conjunto de neumáticos 12 en una dirección de umbral Z1 que es por ejemplo la dirección de superposición Z.
- 25 Los dos sensores 22, 24 son ventajosamente idénticos, por lo que a continuación solo se describirá el sensor 22.
- El sensor 22 está adaptado para ser dirigido hacia el conjunto de neumáticos 12.
- 30 El sensor 22 es una cámara matricial de tiempo de vuelo (en inglés TOF, «time of flight»), por ejemplo con una resolución de 640 x 480 píxeles, con una fuente de luz integrada (no mostrada).
- El sensor 22 está adaptado para medir en tiempo real una escena tridimensional (3D) y proporcionar una imagen tridimensional 77 representativa de una superficie exterior S (figura 5) de al menos una parte del conjunto de neumáticos 12 en un marco de referencia local (O, X, Y, Z) vinculado al soporte 16.
- 35 El sensor 22 está adaptado para iluminar el conjunto de neumáticos 12 con al menos un destello de luz y para medir el tiempo que tarda este destello en completar el recorrido entre los neumáticos 12 y el sensor 22. El tiempo de vuelo de este destello es directamente proporcional a la distancia entre la cámara y la superficie exterior S de los neumáticos 12. Esta medición del tiempo de vuelo se realiza de forma independiente para cada píxel de la cámara, lo que da como resultado una imagen 3D del objeto medido. El principio de medición es por tanto muy similar al de los escáneres láser, con la ventaja de permitir la adquisición de una superficie en el espacio, y no solo una única línea.
- 40 Ventajosamente, el sensor 22 es capaz de proporcionar una pluralidad de imágenes tridimensionales, y de proporcionar un promedio de las mismas, con el fin de reducir el ruido de medición.
- Alternativamente, el promedio lo realiza el sistema de control y procesamiento 42.
- 45 Como se ve en las figuras 1 y 2, el robot 30 comprende una base 78, un brazo articulado 80 fijado a la base y una pinza 82 situada en el extremo libre del brazo articulado.
- Según una variante no mostrada, el robot 30 comprende ventajosamente varios brazos articulados.
- 50 La base 78 está situada por ejemplo entre el primer bastidor 14 y el segundo bastidor 20 en la dirección transversal Y.
- El brazo articulado 80 comprende varias articulaciones 84 que permiten al robot 30 alcanzar cualquiera de los neumáticos del conjunto de neumáticos 12 cuando el primer bastidor 14 está en su posición activa, así como realizar movimientos relativos para desplazar este neumático y colocarlo sobre la cinta transportadora.
- 55 Como se puede ver en las figuras 3 a 4, la pinza 82 comprende por ejemplo un cuerpo 86 montado en el brazo articulado 80, al menos dos mordazas 88, 90 montadas en el cuerpo y un actuador 92.
- El cuerpo 86 está montado, por ejemplo, de forma giratoria sobre el brazo articulado 80 alrededor de un eje de rotación D.
- 60 Las dos mordazas 88, 90 son móviles una con respecto a la otra entre una posición abierta (figuras 2, 3 y 4), en la que las dos mordazas están separadas una de otra, y una posición cerrada (figura 4), en la que las dos mordazas están adaptadas para pinzar un flanco 94 del neumático libre 76.
- 65 En el ejemplo, una de las dos mordazas 88, 90 está fijada con respecto al cuerpo 86 y sobresale del cuerpo según un primer eje D1 formando un ángulo α con el eje de rotación D, estando ventajosamente el ángulo α comprendido entre

70° y 110°.

La otra de las dos mordazas 88, 90 está montada giratoriamente en el cuerpo 86 alrededor de un segundo eje D2 sustancialmente ortogonal al eje de rotación D.

Cada una de las dos mordazas 88, 90 comprende ventajosamente una pieza terminal 95, 96 que forma una porción angular de un toro.

El actuador 92 está adaptado para actuar sobre la otra de las dos mordazas 88, 90.

Según una variante no representada, las dos mordazas 88, 90 son móviles con respecto al cuerpo 86.

El sistema de control y procesamiento 42 (figura 1) comprende al menos una unidad central 98 y una memoria 100. El sistema de control y procesamiento 42 está conectado a los dos sensores 22, 24, a los dos sistemas de elevación 38, 40 y al robot 30.

La unidad central 98 está adaptada para leer instrucciones de *software* en la memoria 100, para identificar el neumático libre 76 y para proporcionar datos de posición representativos de la posición del neumático libre 76 en el marco de referencia local (O, X, Y, Z).

Los datos de posición comprenden por ejemplo tres coordenadas X0, Y0, Z0 de un centro Q del neumático libre 76 en el marco de referencia local (O, X, Y, Z), y dos ángulos α_1 , α_2 representativos de una orientación del neumático libre 76, por ejemplo relativa a la dirección de almacenamiento X y a la dirección transversal Y.

Opcionalmente, en particular si los neumáticos 12 no tienen dos flancos idénticos 94, 102, los datos de posición incluyen un parámetro booleano que representa la manera (entre dos posibilidades) en que los flancos 94, 102 están ubicados con relación a la dirección de superposición Z. En otras palabras, el parámetro booleano es por ejemplo representativo de la cara del neumático libre 76 orientada hacia arriba.

A continuación describiremos el funcionamiento de la instalación 10, que está adaptada para implementar un método según la invención.

La máquina de manipulación 10 (figura 1) ha colocado, por ejemplo, el segundo bastidor 20 en la posición activa en el recinto 34. Mientras la instalación 10 desapila los neumáticos 18 presentes en el segundo bastidor 20 (de los cuales solo se muestra uno en la figura 1), la máquina manipuladora 36 retira un bastidor vacío donde se muestra el primer bastidor 14 en la figura 1, y trae el primer bastidor 14 cargado con el juego de neumáticos 12. A continuación, la instalación 10 desapila los neumáticos 12 presentes en el primer bastidor 14. Estos pasos se alternan, de manera que las operaciones de manipulación del bastidor y los pasos de desapilado de los neumáticos se realizan en paralelo. En otras palabras, tan pronto como el robot 30 termina de vaciar un bastidor, puede pasar a otro bastidor sin ningún tiempo de inactividad relacionado con la manipulación de los bastidores.

Para desapilar los neumáticos 12 del primer bastidor 14 mostrado en la figura 1, la unidad central 98 lee, o hace leer, las instrucciones del *software* en la memoria 100, lo que lleva a la instalación 10 a implementar un método según la invención.

En una etapa a) del método, se obtiene al menos una imagen tridimensional 77 utilizando el sensor 22 dirigido hacia el conjunto de neumáticos 12. A continuación, el sistema de control y procesamiento 42 realiza un paso b) de determinación de un área de interés 104 (figura 5) en la imagen tridimensional 77, un paso c) de identificación, en el área de interés, de al menos un neumático libre 76 entre el conjunto de neumáticos 12, y de obtención de datos de posición del neumático libre 76 en el sistema de referencia local (O, X, Y, Z), y un paso d) de control del robot 30 utilizando los datos de posición. En un paso e) el neumático libre 76 es movido por el robot 30 alejándolo de los otros neumáticos del conjunto de neumáticos 12.

En el paso a), el sistema de control y procesamiento 42 acciona el sensor 22 y recibe datos que forman la imagen tridimensional 77. En la práctica, por ejemplo, el sensor 22 toma ocho imágenes tridimensionales. El tiempo total de adquisición es, por ejemplo, de unos 500 milisegundos.

En el paso b), el área de interés 104 se determina por ejemplo a partir de la forma conocida y de la posición activa del primer bastidor 14, conservando únicamente los datos relativos a puntos de la superficie S ubicados en un alojamiento 106 definido por el primer bastidor 14. En la práctica, por ejemplo, solo mantenemos los puntos ubicados en un paralelepípedo que tiene coordenadas x ubicadas en un cierto intervalo según la dirección de ordenamiento X, coordenadas y ubicadas en un cierto intervalo según la dirección transversal Y, y coordenadas z ubicadas en un cierto intervalo según la dirección de superposición Z.

Alternativamente, son posibles otras formas del área de interés 104 dependiendo de la forma del soporte 16 o de la pila de neumáticos 12 conocidas de antemano. Son posibles otros métodos de obtención del área de interés 104, por

ejemplo iterativos, o utilizando balizas (no mostradas) presentes en el soporte 16.

El paso b) permite hacer más fiable la búsqueda de los neumáticos 12 más altos.

5 Según la invención, en el paso c), un umbral del área de interés 104 calculado en una dirección de umbral Z1 para obtener un corte 108 (figura 5) del área de interés (104), comprendiendo el corte la fila superior 74 entre las filas de neumáticos 64 según la dirección de superposición Z. A continuación, según la invención, se realiza un análisis del corte 108 para identificar el neumático libre 76.

10 Ventajosamente, se realiza un ajuste de la distancia entre el soporte 16 y el sensor 22 de manera que el corte 108 se extienda sobre distancias desde el sensor comprendidas entre 1,5 m y 2,5 m, preferiblemente entre 1,8 m y 2,2 m, en la dirección de umbral Z1. De hecho, esto condiciona la calidad de las imágenes tridimensionales 77, por tanto el número de imágenes tridimensionales que se toman, y por tanto la duración de los pasos a) a c).

15 Según un modo particular, el paso a) se repite después del ajuste.

El rango de distancia entre 1,5 m y 2,5 m permitió obtener un tiempo de adquisición de 533 ms en el paso a), con un promedio realizado por ejemplo por el sensor 22 sobre ocho adquisiciones. Aumentar el rango de distancia aumenta el tiempo de adquisición a, por ejemplo, 1 segundo, con dieciséis adquisiciones.

20 Según la invención, el análisis del corte 108 incluye la obtención de una imagen bidimensional del corte, análoga a la imagen bidimensional 110 mostrada en la figura 6. La imagen bidimensional 110 tiene una pluralidad de píxeles 112, cada píxel tiene un valor representativo de una distancia en una dirección de análisis Z2 entre el sensor 22 y los neumáticos de la fila superior 74.

25 En el ejemplo de la figura 6, la dirección de análisis Z2 es la dirección de superposición Z y la imagen bidimensional 110 comprende dos filas superiores 74. En estas dos filas superiores 74, los neumáticos 12 tienen inclinaciones en direcciones opuestas con respecto a la dirección de superposición Z, a diferencia de los neumáticos 12 mostrados en la figura 1. La imagen bidimensional 110 que se muestra en la figura 6 se ha simplificado para que siga siendo legible. Incluye seis tipos de zonas 114A, 114B, 114C, 114D, 114E, 114F correspondientes a seis rangos de distancias entre el sensor 22 y la superficie S según la dirección de análisis Z2. Cuanto más cerca estén los puntos que llenan las zonas, más lejos estará la superficie S del sensor 22. En realidad, los píxeles 112 de las imágenes bidimensionales 110 tienen, por ejemplo, niveles de gris correspondientes a más de seis zonas.

30 Según la invención, el análisis del corte 108 incluye por ejemplo un análisis de partículas (en inglés «*blob analysis*») de la imagen bidimensional 110 para obtener una imagen procesada 116 (figura 7) que comprende partículas disjuntas 118 que tienen formas correspondientes a las partes superiores 70 de los neumáticos 12 presentes en las filas superiores 74. Según la invención, el análisis del corte 108 comprende finalmente la selección de una de las partículas 118, teniendo la partícula seleccionada 120 una forma correspondiente a la parte superior 70 del neumático libre 76.

40 El análisis de partículas asocia píxeles de la imagen bidimensional 110 por cercanía y permite obtener objetos etiquetados, las partículas 118, como salida.

45 El análisis del corte 108 comprende ventajosamente la obtención de parámetros de posición representativos de posiciones respectivas de las partículas 118 en la imagen procesada 116 y parámetros de orientación representativos de orientaciones respectivas de las partículas en la imagen procesada, la selección de una de las partículas utilizando al menos algunos de los parámetros de posición y algunos de los parámetros de orientación.

50 Según una realización particular, al menos algunos de los parámetros de orientación se obtienen mediante un análisis de la convexidad o concavidad de un borde 122 de las partículas 118.

55 Cada una de las partículas 118 está ventajosamente asociada a un «carné de identidad» que incluye por ejemplo la superficie, la posición en los dos ejes X, Y de la imagen bidimensional, y características de forma (cóncava, convexa, etc.).

60 Siguiendo en el paso c), la obtención de datos de posición representativos de la posición del neumático libre 76 comprende por ejemplo una generación iterativa, a partir de al menos una parte de la imagen tridimensional 77, de sucesivas imágenes bidimensionales 124 (una de las cuales se muestra en la figura 8) del neumático libre 76 según direcciones de visión Z3 resultantes de rotaciones sucesivas en el marco de referencia local (O, X, Y, Z), y una identificación del neumático libre 76 como que tiene una forma sustancialmente circular en una de las imágenes bidimensionales 124, y la selección de la dirección de visión Z3 de esta imagen bidimensional. Luego, a partir de la dirección de orientación seleccionada Z3, se obtienen los dos parámetros α_1 , α_2 representativos de la orientación del neumático libre 76 en el marco de referencia local (O, X, Y, Z).

65 En la imagen bidimensional 124 mostrada en la figura 8, la dirección de observación Z3 es la dirección de análisis Z2, es decir, la dirección de superposición Z en el ejemplo. Además, el neumático libre 76 tiene una forma elíptica en la

- imagen bidimensional 124. La generación iterativa varía la dirección de observación Z3 hasta que la dirección de observación sea sustancialmente paralela al eje Δ del neumático libre 76, de modo que, en la imagen bidimensional correspondiente 124, el neumático libre 76 tiene una forma sustancialmente circular. En particular, el alojamiento central 72 del neumático libre 76 parece ser sustancialmente circular.
- 5 A partir de la dirección de observación Z3 y de la última imagen bidimensional generada 124, se calculan fácilmente los datos de posición del neumático libre 76, por ejemplo, las coordenadas XO, YO, ZO del centro Q del neumático libre y dos ángulos α_1 , α_2 relativos al marco de referencia local (O, X, Y, Z).
- 10 Según variaciones del método, se utiliza el flanco 94 del neumático para determinar la posición del neumático libre, ya que el flanco proporciona una superficie ópticamente estable.
- Son posibles otras formas de obtener la posición y orientación del neumático libre 76. Por ejemplo, sería posible buscar no una forma circular en la serie de imágenes bidimensionales 124, sino directamente una forma elíptica en la imagen tridimensional 77 en el entorno del neumático libre 76.
- 15 En el paso d), el sistema de control y procesamiento 42 controla el robot 30 de acuerdo con los datos de posición del neumático libre 76.
- 20 Las instrucciones de *software* para el procesamiento de datos 3D (imágenes tridimensionales 77) y el intercambio de datos con el robot 30 se desarrollan, por ejemplo, utilizando la plataforma de desarrollo de *software* «LabVIEW» de National Instruments. En asociación con esta plataforma, la biblioteca de procesamiento de imágenes «*Vision development module*» (VDM) permite ventajosamente llevar a cabo los subpasos de umbral y análisis de partículas.
- 25 En el paso e), el robot 30 agarra el neumático libre 76 utilizando la pinza 82. La pinza 82 según la invención es especialmente adecuada para agarrar de forma rápida y eficaz un neumático.
- Ventajosamente, mientras el robot 30 mueve el neumático libre 76, el sistema de control y procesamiento 42 realiza nuevamente los pasos a) a c) para determinar el siguiente neumático libre y obtener sus datos de posición. En otras palabras, los pasos d) y e) y los pasos a) a c) también se llevan a cabo al menos parcialmente en paralelo. Por ejemplo, el robot 30 mueve un neumático en 5 a 6 segundos, lo que deja una ventana de tiempo para que el sensor 22 realice mediciones y cálculos para determinar el próximo neumático libre.
- 30 Gracias a las características descritas anteriormente, los pasos a) a e) para el desapilado del conjunto de neumáticos 12 están totalmente automatizados. El método es más rápido o menos costoso que los métodos utilizados actualmente. El método permite, ventajosamente, descargar un camión que contiene 1000 neumáticos en menos de una hora, o sea, un neumático aproximadamente cada 3 segundos. Por ejemplo, es posible instalar un robot de dos brazos que trabajen alternativamente, completando cada brazo un ciclo en 6 segundos, para desapilar un neumático cada 3 segundos.
- 40

REIVINDICACIONES

1. Método para desapilar un conjunto de neumáticos (12) apilados sobre un soporte (16) en una dirección de superposición (Z), comprendiendo el conjunto de neumáticos (12) filas de neumáticos (64) apiladas en la dirección de superposición (Z) y extendiéndose en una dirección de almacenamiento (X) sustancialmente perpendicular a la dirección de superposición (Z), estando dispuestos los neumáticos (12) de cada una de las filas de neumáticos (64) de forma oblicua lateralmente con respecto a la dirección de superposición (Z), teniendo cada uno de los neumáticos (12) una porción superior (70) y definiendo un alojamiento central (72), comprendiendo el método los siguientes pasos:
- 5 a) obtener al menos una imagen tridimensional (77) mediante al menos un sensor de tiempo de vuelo tridimensional (22) dirigido hacia el conjunto de neumáticos (12), siendo la imagen tridimensional (77) representativa de una superficie exterior (S) de al menos una parte del conjunto de neumáticos (12) en un sistema de referencia local (O, X, Y, Z) vinculado al soporte (16);
- 10 b) determinar un área de interés (104) en la imagen tridimensional (77);
- c) identificar, en el área de interés (104), al menos un neumático libre (76) entre el conjunto de neumáticos (12), estando el neumático libre (76) adaptado para ser levantado en la dirección de superposición (Z) con respecto al soporte (16) sin mover los otros neumáticos del conjunto de neumáticos (12), y obtener datos de posición (X0, Y0, Z0, $\alpha1$, $\alpha2$) representativos de la posición del neumático libre (76) en el sistema de referencia local (O, X, Y, Z);
- 20 d) controlar un robot (30) utilizando los datos de posición (X0, Y0, Z0, $\alpha1$, $\alpha2$); y
- e) alejar el neumático libre (76) mediante el robot (30) de los demás neumáticos del conjunto de neumáticos (12), caracterizado porque
- 25 el paso de identificación incluye:
- un umbral del área de interés (104) en una dirección de umbral (Z1) para obtener un corte (108) del área de interés (104), comprendiendo el corte (108) una fila superior (74) entre las filas de neumáticos (64) según la dirección de superposición (Z), y
- 30 - un análisis del corte (108) para identificar dicho neumático libre (76),
- el análisis del corte (108) comprende:
- 35 - una obtención, a partir del corte (108), de una imagen bidimensional (110) que tiene una pluralidad de píxeles (112), teniendo cada píxel de la pluralidad un valor representativo de una distancia en una dirección de análisis (Z2) entre el sensor (22) y los neumáticos (12) de la fila superior (74),
- 40 - un análisis de partículas de la imagen bidimensional (110) para obtener una imagen procesada (116) que comprende partículas disjuntas (118) que tienen formas correspondientes a las porciones superiores de los neumáticos presentes en la fila superior (74), y
- 45 - la selección de una de las partículas (118), la partícula seleccionada (120) tiene una forma correspondiente a la parte superior (70) del neumático libre (76).
2. Método según la reivindicación 1, que comprende ajustar una distancia entre el soporte (16) y el sensor (22) de tal manera que, durante la obtención de la imagen tridimensional (77), el corte (108) se extienda sobre distancias desde el sensor (22) de entre 1,5 m y 2,5 m, preferiblemente entre 1,8 m y 2,2 m, en la dirección de umbral (Z1).
- 50 3. Método según la reivindicación 1 o 2, en el que analizar el corte (108) comprende además obtener parámetros de posición representativos de posiciones respectivas de las partículas (118) en la imagen procesada (116) y parámetros de orientación representativos de orientaciones respectivas de las partículas (118) en la imagen procesada (116) y seleccionar una de las partículas (118) utilizando al menos algunos de los parámetros de posición y algunos de los parámetros de orientación.
- 55 4. Método según la reivindicación 3, en el que al menos algunos de los parámetros de orientación se obtienen analizando la convexidad o concavidad de un borde (122) de las partículas (118).
- 60 5. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la obtención de los datos de posición (X0, Y0, Z0, $\alpha1$, $\alpha2$) representativos de la posición del neumático libre (76) comprende:
- 65 - una generación iterativa, a partir de al menos una parte de la imagen tridimensional (77), de sucesivas imágenes bidimensionales (124) del neumático libre (76) según direcciones de visión (Z3) resultantes de rotaciones sucesivas en el marco de referencia local (O, X, Y, Z);

- una identificación del neumático libre (76) como que tiene una forma sustancialmente circular en una de las imágenes bidimensionales (124), y una selección de la dirección de observación (Z3) de esta imagen bidimensional (124); y
- 5 - una obtención, a partir de la dirección de observación seleccionada, de al menos dos parámetros (α_1 , α_2) representativos de una orientación del neumático libre (76) en el sistema de referencia local (O, X, Y, Z).
6. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el robot (30) comprende un brazo articulado (80) y una pinza (82) adaptada para agarrar el neumático libre (76), comprendiendo la pinza (82):
- 10 - un cuerpo (86) montado en el brazo articulado (80); y
- al menos dos mordazas (88, 90) montadas en el cuerpo (86), siendo las mordazas (88, 90) móviles una con respecto a la otra entre una posición abierta, en la que las dos mordazas (88, 90) están separadas una de otra, y una posición
- 15 cerrada, en la que las dos mordazas (88, 90) están adaptadas para pinzar un flanco (94) del neumático libre (76).
7. Método según la reivindicación 6, en el que cada una de las dos mordazas (88, 90) comprende una punta (95, 96) que forma una porción angular de un toro.
- 20 8. Método según la reivindicación 6 o 7, en el que:
- el cuerpo (86) está montado de forma giratoria sobre el brazo articulado (80) alrededor de un eje de rotación (D);
- una de las dos mordazas (88, 90) es fija con respecto al cuerpo (86) y sobresale del cuerpo (86) según un primer
- 25 eje (D1) formando un ángulo (α) con el eje de rotación (D), estando el ángulo (α) comprendido entre 70° y 110° ; y
- la otra de las dos mordazas (88, 90) está montada giratoriamente en el cuerpo (86) alrededor de un segundo eje (D2) sustancialmente ortogonal al eje de rotación (D).
- 30 9. Instalación (10) para desapilar un conjunto de neumáticos (12) apilados sobre un soporte (16) en una dirección de superposición (Z), comprendiendo el conjunto de neumáticos (12) filas de neumáticos (64) apiladas en la dirección de superposición (Z) y extendiéndose en una dirección de almacenamiento (X) sustancialmente perpendicular a la dirección de superposición (Z), estando dispuestos los neumáticos (12) de cada una de las filas de
- 35 neumáticos (64) de forma oblicua lateralmente con respecto a la dirección de superposición (Z), teniendo cada uno de los neumáticos (12) una porción superior (70) y definiendo un alojamiento central (72), comprendiendo la instalación 10:
- al menos un sensor de tiempo de vuelo tridimensional (22) dirigido hacia el conjunto de neumáticos (12) y configurado para proporcionar al menos una imagen tridimensional (77) representativa de una superficie exterior (S)
- 40 de al menos una parte del conjunto de neumáticos (12) en un marco de referencia local (O, X, Y, Z) vinculado al soporte (16);
- un sistema de control y procesamiento (42) configurado para realizar:
- 45 - una determinación de un área de interés (104) en la imagen tridimensional (77), y
- una identificación, en el área de interés (104), de al menos un neumático libre (76) entre el conjunto de neumáticos (12), estando el neumático libre (76) adaptado para ser levantado en la dirección de superposición (Z) con respecto al
- 50 soporte (16) sin mover los otros neumáticos del conjunto de neumáticos (12), y una obtención de datos de posición (X_0 , Y_0 , Z_0 , α_1 , α_2) representativos de la posición del neumático libre (76) en el sistema de referencia local (O, X, Y, Z); y
- un robot (30) adaptado para alejar el neumático libre (76) de los demás neumáticos del conjunto de neumáticos (12), estando el sistema de control y procesamiento (42) adaptado para controlar el robot (30) utilizando los datos de
- 55 posición (X_0 , Y_0 , Z_0 , α_1 , α_2),
- caracterizado porque el paso de identificación incluye:
- un umbral del área de interés (104) en una dirección de umbral (Z1) para obtener un corte (108) del área de interés (104), comprendiendo el corte (108) una fila superior (74) entre las filas de neumáticos (64) según la dirección de
- 60 superposición (Z), y
- un análisis del corte (108) para identificar dicho neumático libre (76),
- el análisis del corte (108) comprende:
- 65

- una obtención, a partir del corte (108), de una imagen bidimensional (110) que tiene una pluralidad de píxeles (112), teniendo cada píxel de la pluralidad un valor representativo de una distancia en una dirección de análisis (Z2) entre el sensor (22) y los neumáticos (12) de la fila superior (74),
- 5
- un análisis de partículas de la imagen bidimensional (110) para obtener una imagen procesada (116) que comprende partículas disjuntas (118) que tienen formas correspondientes a las porciones superiores de los neumáticos presentes en la fila superior (74), y
- 10
- la selección de una de las partículas (118), la partícula seleccionada (120) tiene una forma correspondiente a la parte superior (70) del neumático libre (76).

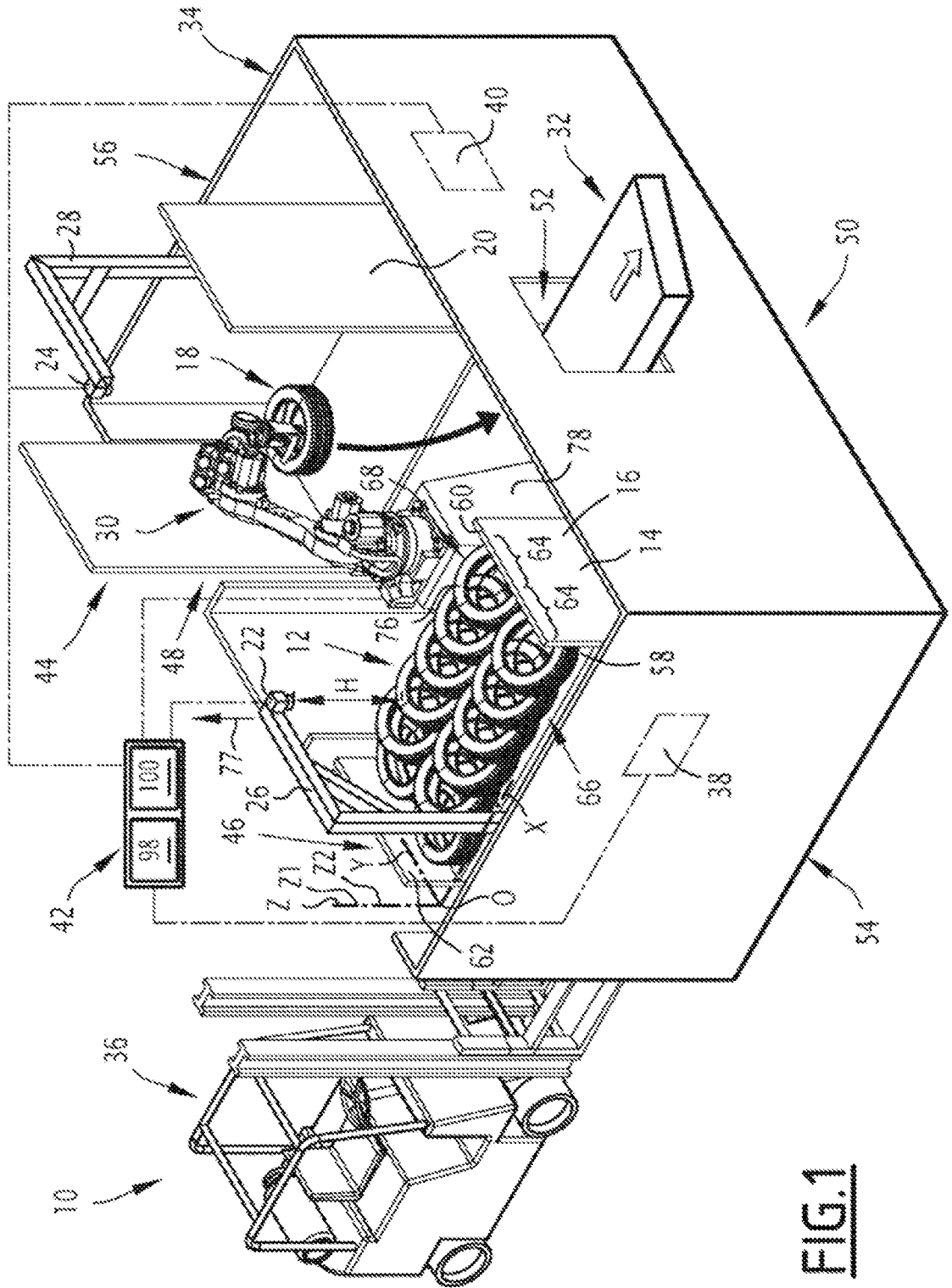


FIG.1

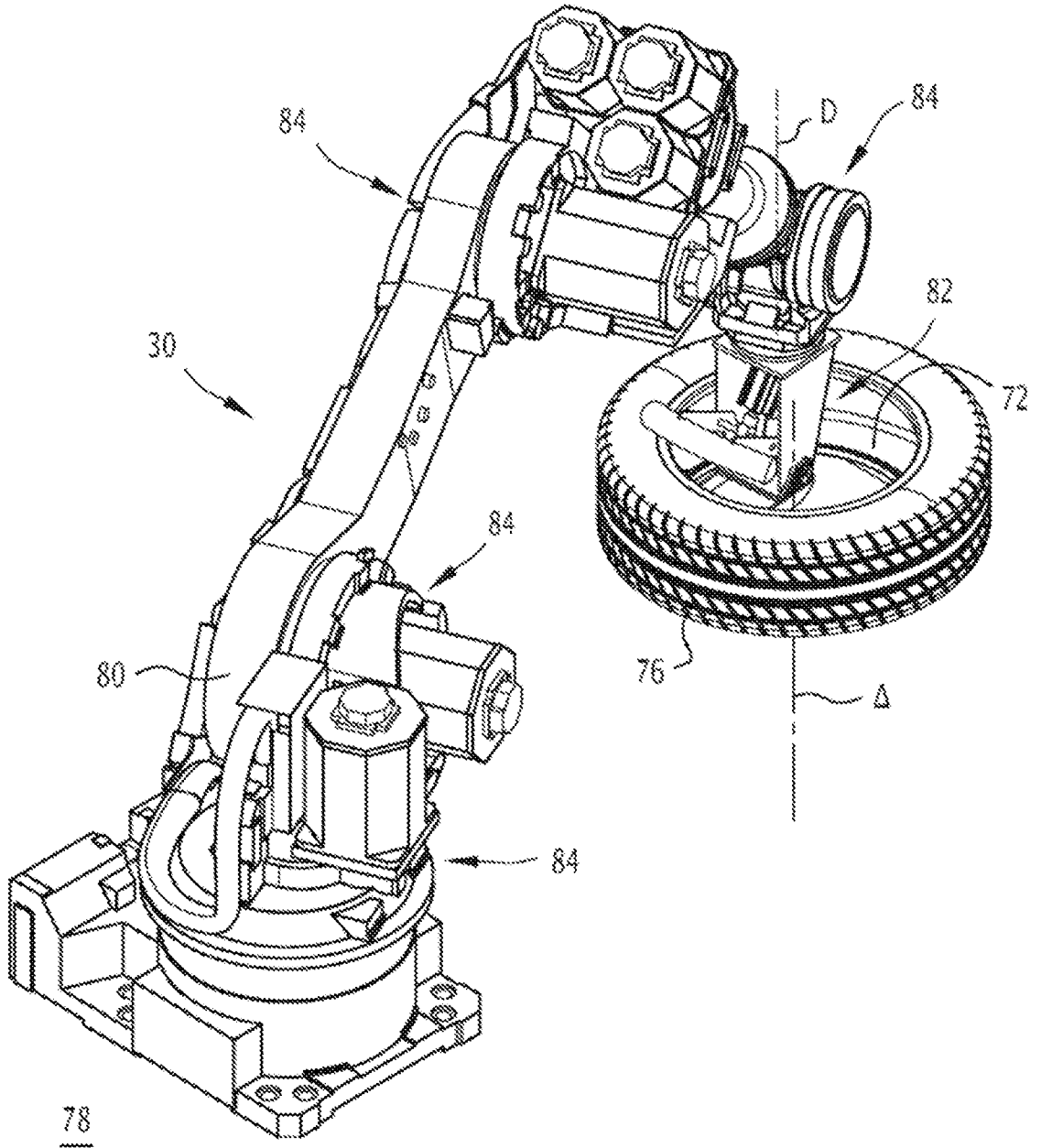


FIG.2

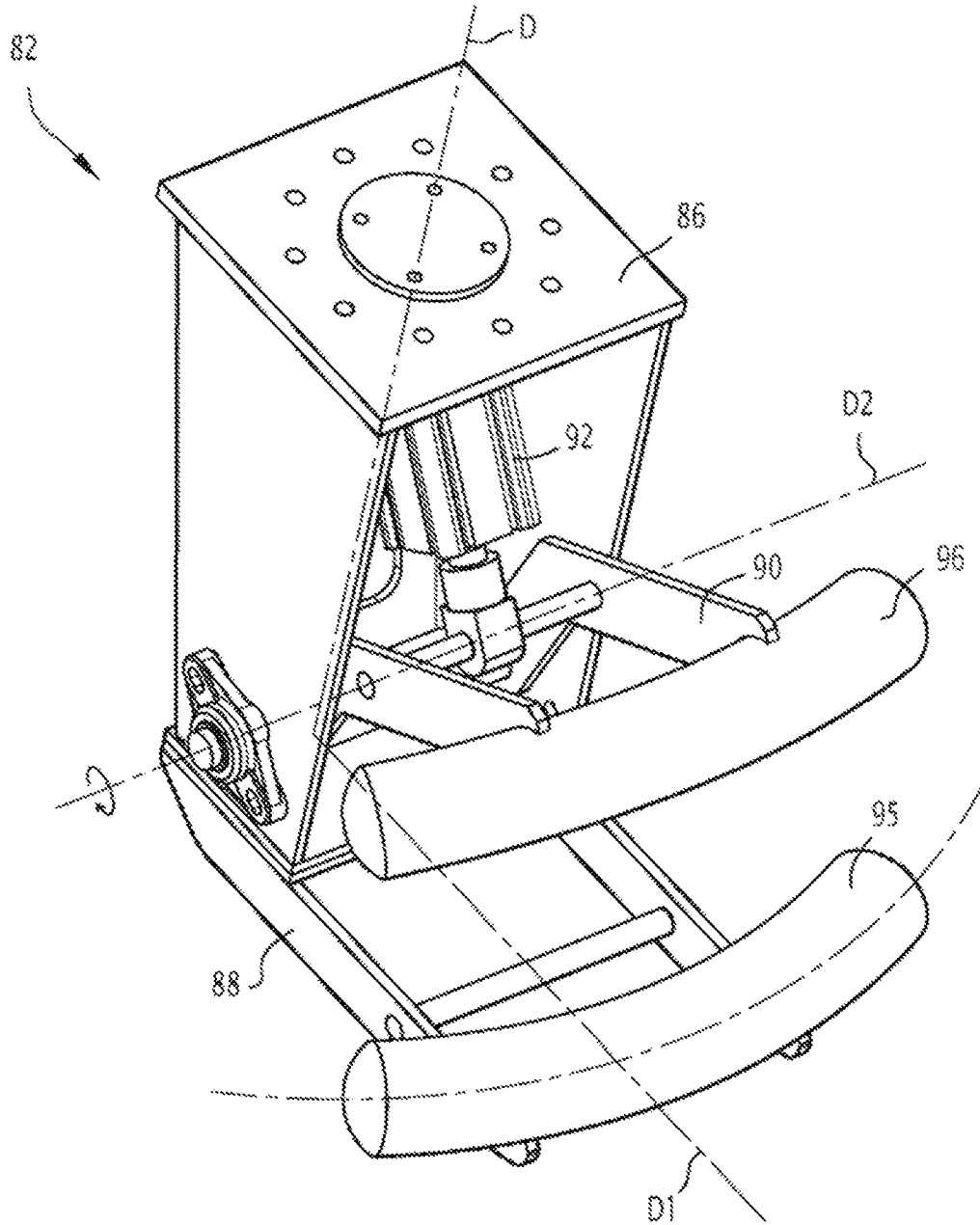


FIG.3

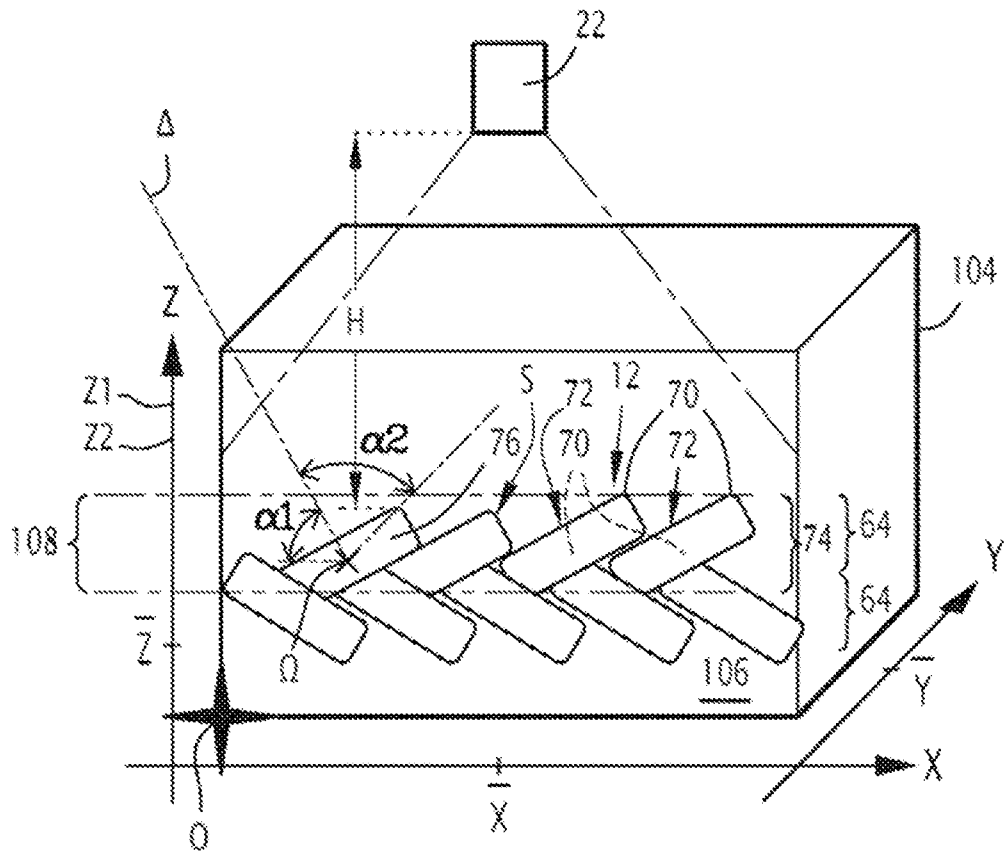


FIG.5

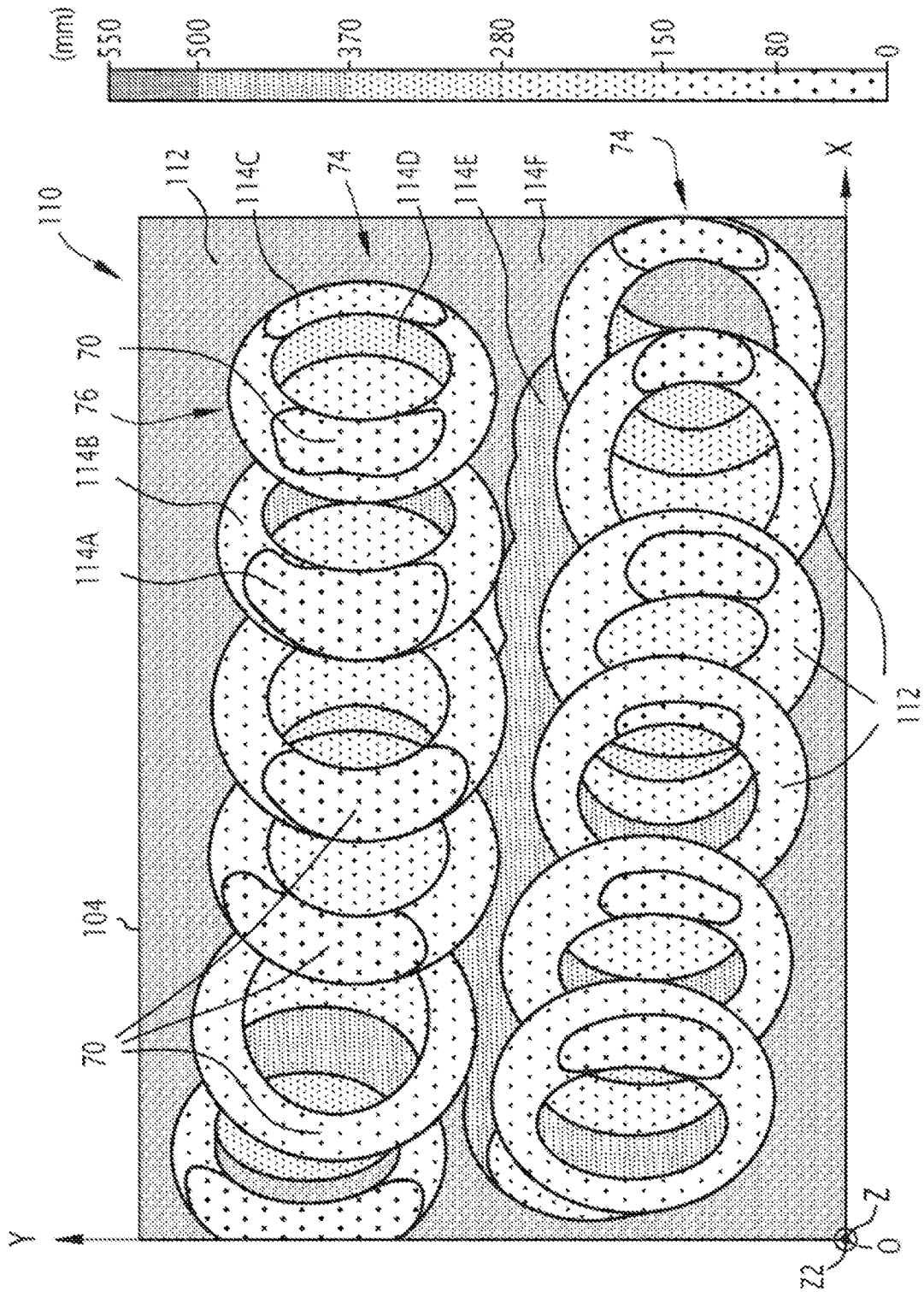
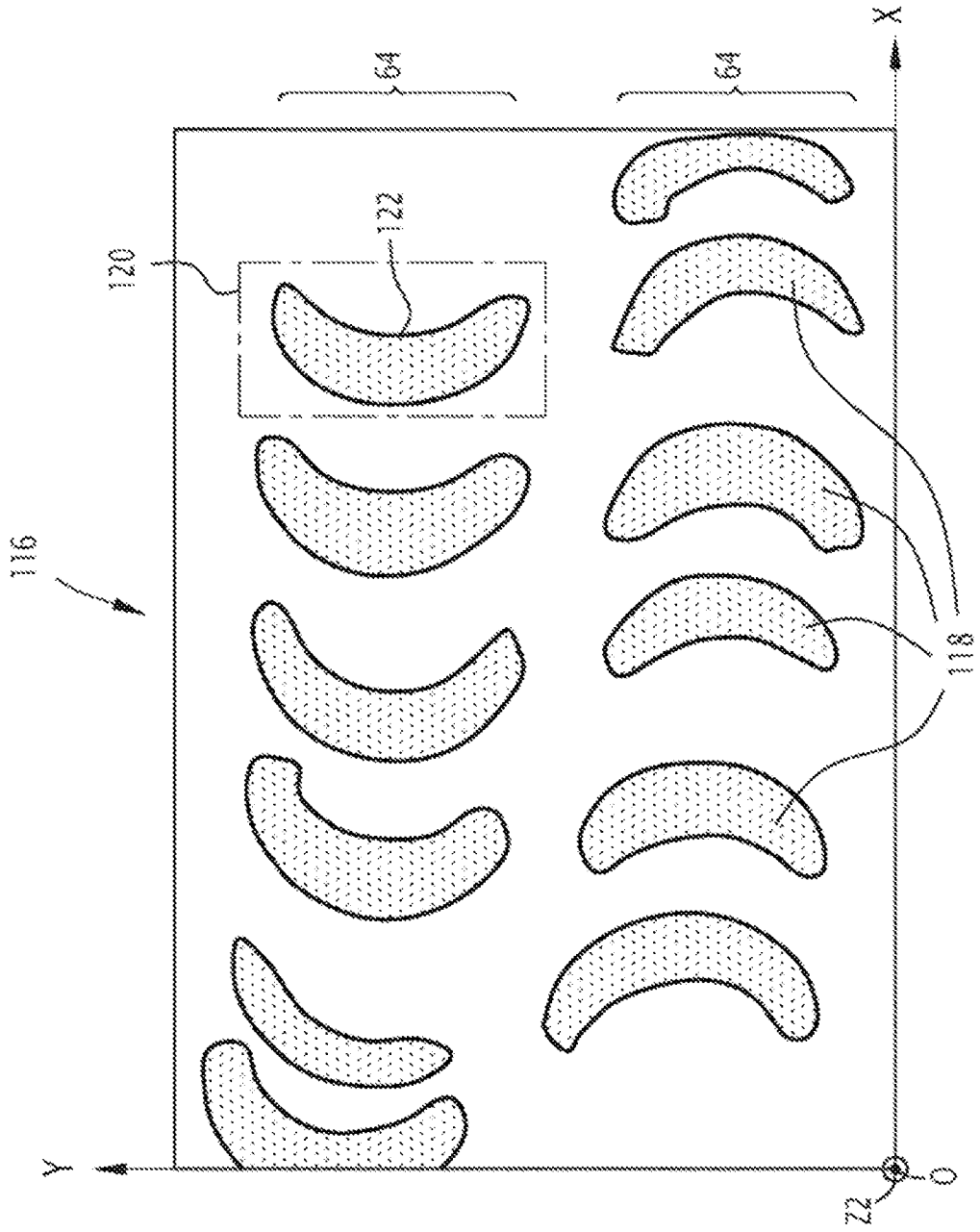


FIG.6



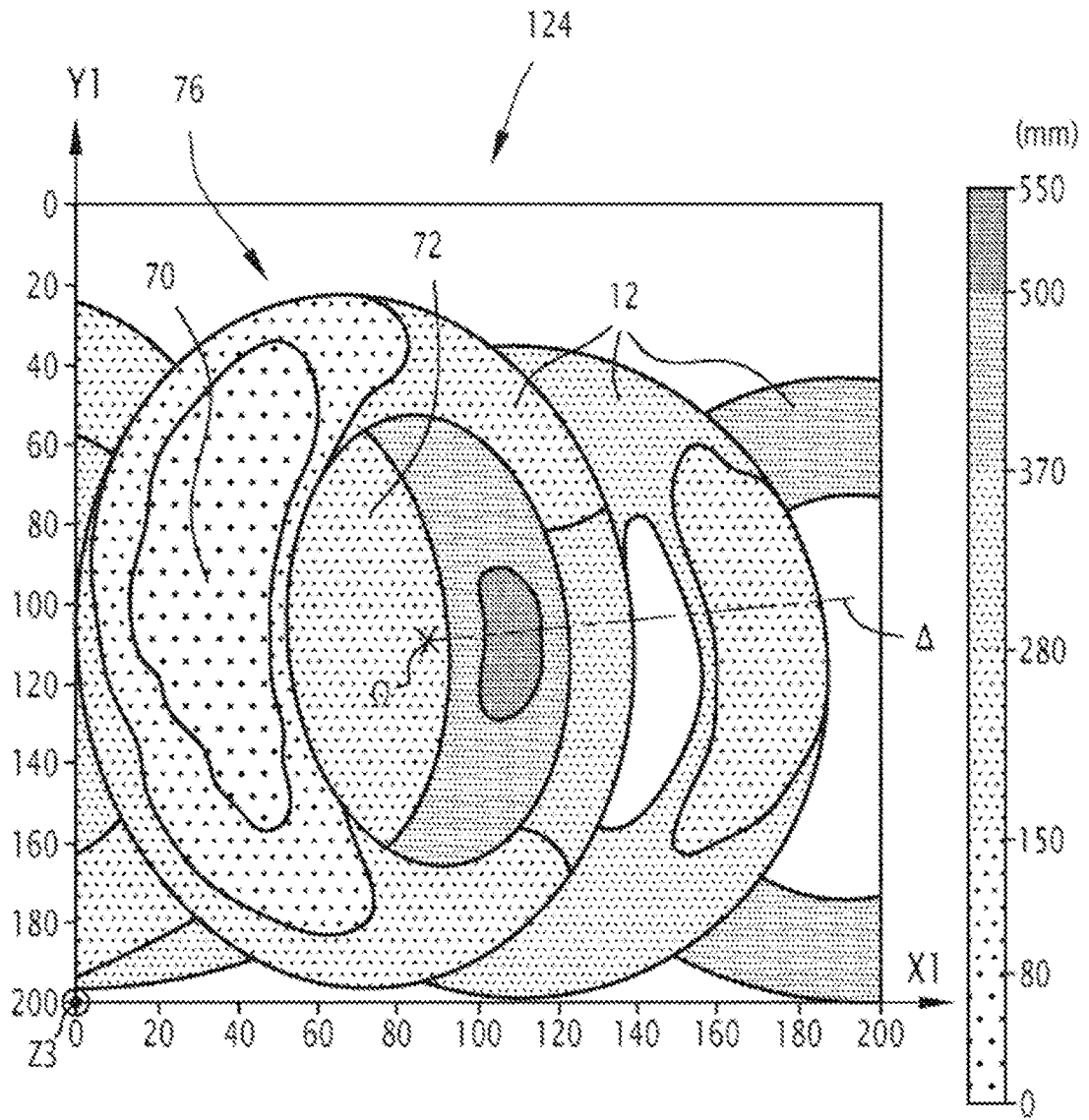


FIG. 8