

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 571 597**

51 Int. Cl.:

**B62D 55/265** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.03.2013** **E 13160637 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.03.2016** **EP 2781438**

54 Título: **Oruga de pared de vacío**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**26.05.2016**

73 Titular/es:

**FORCE TECHNOLOGY (100.0%)**  
**Park Allé 345**  
**2605 Brøndby, DK**

72 Inventor/es:

**HANSEN, PEDER BENT y**  
**NIELSEN, STEEN ARNFRED**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 571 597 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

Oruga de pared de vacío

- 5 La presente invención se refiere a una oruga de pared de vacío, que comprende al menos una unidad de pista de succión del tipo que tiene una pista sin fin que comprende una banda continua formada en un material flexible, y con una pluralidad de aberturas en la banda continua para proporcionar un vacío entre una porción de las aberturas y una superficie en la que se encuentra o se mueve la oruga de pared de vacío.

10 **Antecedentes de la invención**

A los efectos de realizar diversas tareas - por ejemplo, inspección, limpieza de desoxidación, descontaminación de radiactividad y reparaciones - en lugares de difícil acceso, tales como paredes, techos altos, chimeneas, el interior de tuberías o tanques y otros espacios cerrados, barcos o superficies de aviones, etc., es conocido en la técnica utilizar dispositivos automáticos de trabajo que pueden ser operados por control remoto para evitar la presencia humana en lugares a menudo peligrosos. Ejemplos de tales dispositivos de trabajo automáticos son orugas de pared de vacío, que pueden llevar una herramienta o una cámara o similar, en las proximidades de una superficie vertical, invertida, inclinada, curvada, compuesta, o una superficie cónica y mover la herramienta a varios lugares sobre la superficie. Algunos escenarios comunes incluyen la inspección, limpieza, despintado, u otras formas de mantenimiento de las superficies de aviones, submarinos, tanques de almacenamiento, edificios de gran altura, y otras estructuras similares. Estas superficies pueden ser inconvenientes, difíciles o incluso peligrosas, para que las personas accedan directamente. La dificultad se puede aumentar cuando estas superficies son curvadas, compuestas, o cónicas.

- 25 El documento US 7404464 divulga un dispositivo de acuerdo con las características del preámbulo de la reivindicación 1.

El documento US 7 404 464 describe un dispositivo de tracción para moverse sobre una superficie inclinada de trabajo mediante la aplicación de una fuerza de succión. El dispositivo de tracción tiene una placa superior para la conexión a una oruga de pared, y una correa en forma de una banda delgada formada en un material flexible, la banda teniendo una pluralidad de aberturas a través de la correa para la succión a una superficie, la correa teniendo una superficie exterior con un alto coeficiente de fricción para el movimiento en las superficies gruesas, y una superficie interior con un bajo coeficiente de fricción para el deslizamiento fácil sobre una placa de colector. Además, se describe una correa dentada para el accionamiento de un rodillo de los medios de acoplamiento del dispositivo de tracción.

El documento US 4 664 212 divulga un dispositivo de oruga de pared de vacío, que comprende dos correas formadas como bandas delgadas en un material flexible y cada una teniendo una superficie interior y una superficie exterior con una pluralidad de orificios pasantes de la correa. La superficie interior de las bandas contacta con una placa de acero inoxidable de un pequeño coeficiente de fricción, la placa estando unida a una viga de soporte, la placa permitiendo un deslizamiento suave entre las correas. El dispositivo de oruga de pared es accionado por cadenas entre un motor y una polea.

Los dispositivos descritos en los documentos US 4 664 212 y US 7 404 464 tienen medios provistos para distribuir vacío para huecos en las pistas de succión del dispositivo, y ambos divulgan pistas de succión relativamente delgadas. Si los dispositivos necesitan moverse en una superficie con obstáculos, por ejemplo, salientes o en superficies curvas los documentos enseñan a dividir los medios provistos para distribuir vacío en unidades con bisagras/articuladas respecto a la otra en un bastidor para compensar la fuerza que actúa sobre la porción de las pistas de succión entre los rodillos que llevan las pistas de succión. En el documento US 4 664 212 esto se realiza haciendo hendiduras en los medios provistos para distribuir el vacío. Por lo tanto, los medios internos de distribución de vacío en los dos dispositivos son mecanismos complejos, que son más pesados y más complicados y costosos de fabricar.

**Descripción de la invención**

55 En este contexto, es un objetivo de la presente invención proporcionar una oruga de pared de vacío que tiene una capacidad mejorada para pasar superficies con obstáculos y superficies curvas. Es un objetivo adicional de la invención proporcionar una oruga de pared de vacío que tiene una construcción más simple que las orugas de pared de vacío de la técnica anterior. Es un objetivo adicional proporcionar una oruga de pared de vacío que es capaz de pasar superficies con obstáculos y superficies curvas, y al mismo tiempo tiene una construcción más simple que las orugas de pared de vacío de la técnica anterior.

Este objetivo se consigue proporcionando una oruga de pared de vacío que tiene al menos una unidad de pista de vacío que comprende: un bastidor de oruga; dos poleas provistas en extremos opuestos del bastidor de la oruga, y que definen una distancia entre ejes; una pista sin fin dispuesta para circular sobre las dos poleas, y que comprende una banda flexible, dicha banda flexible comprendiendo una pluralidad de aberturas, y teniendo un espesor; una caja

de distribución de vacío proporcionada en dicho bastidor de pista, en el que la caja de distribución de vacío está en comunicación con una porción de las aberturas para distribuir un vacío a la porción de aberturas cuando la pista sin fin circula, y en el que el espesor de la banda flexible es del 5 al 20 % de la base de la rueda.

- 5 De este modo se obtiene una solución particularmente simple que permite una oruga de pared de vacío para conducir por encima de obstáculos y superficies curvas.

En una realización la banda flexible es suave. Preferentemente, la suavidad es 10-30 (dureza Shore 0), de acuerdo con ASTM D 2240.

- 10 En una realización adicional la banda flexible es una banda exterior, la pista sin fin comprendiendo además una banda interior, dicha banda interior teniendo orificios de succión que permiten que el vacío pase entre la caja de distribución de vacío y la porción de aberturas.

- 15 En una realización adicional, la caja de distribución de vacío está dividida en compartimentos de vacío a lo largo de una dirección longitudinal de dicha unidad de pista de vacío.

En una realización adicional los orificios de succión son tan pequeños que van a retrasar la reducción de vacío en un compartimiento de vacío si un vacío desaparece en una abertura conectada al compartimiento de vacío.

- 20 En una realización adicional, la pluralidad de aberturas puede estar dispuesta en dos filas a lo largo de una dirección longitudinal de dicha unidad de pista de vacío.

- 25 En una realización adicional una longitud en una dirección longitudinal de dicha unidad de pista de vacío de una abertura es mayor que una distancia entre aberturas vecinas a lo largo de la dirección longitudinal.

En una realización adicional, dicha caja de distribución de vacío está dividida en compartimentos de vacío de la misma longitud a lo largo de una dirección longitudinal de dicha unidad de pista de vacío, y la longitud de dichos compartimentos de vacío está adaptada de tal manera que cada compartimiento de vacío puede suministrar vacío a dos aberturas a lo largo de la dirección longitudinal.

- 30 En una realización adicional, la caja de distribución de vacío está dividida en compartimentos de vacío de la misma longitud a lo largo de una dirección longitudinal de dicha unidad de pista de vacío, y cada compartimiento de vacío está provisto de una brida de apoyo, la brida de apoyo dividiendo cada compartimiento de vacío en dos mitades de compartimentos, extendiéndose la brida de soporte adicionalmente en la dirección longitudinal de la unidad de pista de vacío.

- 35 En una realización adicional comprende, además, dos unidades de pista de vacío dispuestas en paralelo y conectadas por un bastidor principal, estando el bastidor principal y las unidades de pista de vacío dispuestos para articularse entre sí alrededor de un eje de una articulación, siendo dicho eje paralelo a un eje longitudinal de las unidades de pista de vacío.

En un segundo aspecto, la invención se refiere a una oruga de pared de vacío que tiene al menos una unidad de pista de vacío que comprende:

- 45 - un bastidor de pista;  
- dos poleas provistas en extremos opuestos del bastidor de la pista, y que definen una distancia entre ejes;  
- una pista sin fin dispuesta para circular sobre las dos poleas, y que comprende una banda flexible, dicha banda flexible comprendiendo una pluralidad de aberturas, y teniendo un espesor;  
50 - una caja de distribución de vacío dispuesta en dicho bastidor de pista,

donde la caja de distribución de vacío está en comunicación con una porción de las aberturas para distribuir un vacío a la porción de aberturas cuando la pista sin fin circula, y en donde la banda flexible es una banda exterior, la pista sin fin comprendiendo además una banda interior, dicha banda interior teniendo orificios de succión que permiten que el vacío pase entre la caja de distribución de vacío y la porción de aberturas.

- 55 De esta manera se proporciona una forma sencilla particular, de permitir que la pista de succión se deslice en el bastidor de pista.

- 60 En una realización, el espesor de la banda es del 5 al 20 % de la base de la rueda.

En una realización adicional la banda flexible es suave. Preferentemente, la suavidad de la banda flexible es 10-30 (dureza Shore 0), de acuerdo con ASTM D 2240.

- 65 En realizaciones adicionales de la oruga de pared de vacío según el segundo aspecto de la invención, la oruga de pared de vacío puede comprender además las características adicionales definidas en relación con las realizaciones

del primer aspecto de la invención descrito anteriormente.

En un tercer aspecto, la invención se refiere a una oruga de pared de vacío que tiene al menos una unidad de pista de vacío que comprende:

- un bastidor de pista;
- dos poleas provistas en extremos opuestos del bastidor de la pista, y que definen una distancia entre ejes;
- una pista sin fin dispuesta para circular sobre las dos poleas, y que comprende una banda flexible, comprendiendo dicha banda flexible una pluralidad de aberturas, y teniendo un espesor;
- una caja de distribución de vacío dispuesta en dicho bastidor de pista,

donde la caja de distribución de vacío está en comunicación con una porción de las aberturas para distribuir un vacío a la porción de aberturas cuando la pista sin fin circula, y donde la banda flexible comprende una banda exterior que tiene una suavidad de 10 a 30 (dureza Shore 0) , de acuerdo con ASTM D 2240.

En realizaciones adicionales de la oruga de pared de vacío según el tercer aspecto de la invención, la oruga de pared de vacío puede comprender además las características adicionales definidas en relación con las realizaciones del primer aspecto de la invención descrito anteriormente.

Un cuarto aspecto de la invención se refiere a una oruga de pared de vacío que tiene al menos una unidad de pista de vacío que comprende:

- un bastidor de pista;
- dos poleas provistas en extremos opuestos del bastidor de la oruga, y que definen una distancia entre ejes;
- una pista sin fin dispuesta para circular sobre las dos poleas, y que comprende una banda flexible, dicha banda flexible comprendiendo una pluralidad de aberturas, y teniendo un espesor;
- una caja de distribución de vacío dispuesta en dicho bastidor de pista,

donde la caja de distribución de vacío está en comunicación con una porción de las aberturas para distribuir un vacío a la porción de aberturas cuando la pista sin fin circula, y en el que dicha caja de distribución de vacío está dividida en compartimientos de vacío de la misma longitud a lo largo de una dirección longitudinal de dicha unidad de pista de vacío, y en el que cada compartimiento de vacío está provisto de una brida de soporte que divide el compartimiento de vacío en dos mitades de compartimientos, extendiéndose la brida de soporte en la dirección longitudinal de la unidad de pista de vacío.

En realizaciones preferidas, las aberturas están dispuestas en dos o tres filas a lo largo de una dirección longitudinal de dicha unidad de pista de vacío. En una realización adicional, las aberturas ocupan del 70 al 90 % de la anchura de la banda.

En realizaciones adicionales de la oruga de pared de vacío según el cuarto aspecto de la invención, la oruga de pared de vacío puede comprender además las características adicionales definidas en relación con las realizaciones del primer aspecto de la invención descrito anteriormente.

Los objetivos de la invención pueden además ser alcanzados por un quinto aspecto de la invención en el que una oruga de pared de vacío tiene al menos una unidad de pista de vacío que comprende: un bastidor de oruga; dos poleas provistas en extremos opuestos del bastidor de la oruga, y que definen una distancia entre ejes; una pista sin fin dispuesta para circular sobre las dos poleas, y que comprende una banda flexible, dicha banda flexible comprendiendo una pluralidad de aberturas, y teniendo un espesor; una caja de distribución de vacío proporcionada en dicho bastidor de pista, en el que la caja de distribución de vacío está en comunicación con una porción de las aberturas para distribuir un vacío a la porción de aberturas cuando la pista sin fin circula, y en el que el espesor de la banda flexible es del 15 al 40 % del diámetro de la más pequeña de las poleas delantera y trasera.

En una realización el espesor de la banda flexible es del 20 al 40 % del diámetro de la más pequeña de las poleas delantera y trasera.

En otra realización el espesor de la banda flexible es del 25 al 35 % del diámetro de la más pequeña de las poleas delantera y trasera.

En una realización, las poleas son de igual diámetro.

En realizaciones adicionales de la oruga de pared de vacío según el quinto aspecto de la invención, la oruga de pared de vacío puede comprender además las características adicionales definidas en relación con las realizaciones del primer aspecto de la invención descrito anteriormente.

El diámetro de las ruedas se define como dos veces el radio del eje de rotación de la polea a la superficie exterior de la polea sobre la que se apoya la banda flexible.

Otros objetivos, características, ventajas y propiedades de la oruga de pared de vacío de acuerdo con la invención serán evidentes a partir de la descripción detallada.

5 En toda la descripción, se utilizan los términos bandas interior y exterior. En el contexto de esta solicitud, una banda se considera que es una estructura sin fin o continua alargada plana y flexible que se forma como una sola entidad en lugar de ser formada por la unión de numerosas entidades (tal como es una cadena).

#### Breve descripción de los dibujos

10 En la siguiente parte detallada de la presente descripción, se explicará la invención con más detalle con referencia a las realizaciones ejemplares mostradas en los dibujos, en los que:

- La figura 1, en una vista en perspectiva, muestra una oruga de pared de vacío de acuerdo con una realización de la presente invención, la oruga de pared de vacío comprendiendo dos unidades de tracción de vacío y un bastidor,
- La figura 2, en una vista en perspectiva, muestra la oruga de pared de vacío de la figura 1,
- La figura 3, en una vista en perspectiva, muestra una unidad de tracción de vacío de la oruga de pared de vacío de la figura 1,
- La figura 4, en una vista en perspectiva, muestra detalles de una unidad de la tracción de vacío que se muestra en la figura 3 desde una perspectiva diferente,
- La figura 5, en una vista en perspectiva, muestra detalles de una unidad de la tracción de vacío que se muestra en la figura 3 y 4 todavía desde una perspectiva diferente,
- La figura 6, en una vista en perspectiva, muestra detalles de una banda de tracción de acuerdo con la invención,
- La figura 7, en una vista desde abajo, muestra una unidad de tracción de vacío de la oruga de pared de vacío que se muestra en la figura 1,
- La figura 8 muestra una sección transversal longitudinal B-B, a través de la unidad de tracción en la figura 7, y
- La figura 9 muestra una sección transversal A-A, a través de la unidad de tracción en la figura 7.

#### Descripción detallada de realizaciones seleccionadas

30 En la siguiente descripción detallada, una oruga de pared de vacío 1 y una unidad de pista de succión 100 según la invención se describirán por las realizaciones preferidas.

35 La construcción y operación de una oruga de pared de vacío 1 es tan conocida como tal, y no deberían exigir una explicación más detallada en el presente contexto. Sin embargo, se proporcionan a continuación más detalles sobre el funcionamiento de una oruga de pared de vacío 1.

La figura 1 muestra una primera realización ejemplar de una oruga de pared de vacío 1.

40 Una oruga de pared de vacío 1 es un dispositivo móvil que es capaz de unirse a una superficie, tal como la pared o en un techo, etc. mediante el uso de una o más unidades de pista de succión 100. La oruga de pared de vacío 1 que se muestra en la figura 1 tiene dos unidades de pista de succión 100. Las unidades de orugas de succión 100 están conectadas a un bastidor principal 10 a través de las articulaciones 40 permitiendo que la oruga de pared de vacío 1 se adapte a superficies curvas, sobre las que se impulsa, ver más abajo.

45 En otras realizaciones (no mostradas) una oruga de pared de vacío 1 puede tener más de dos unidades de pista de succión 100 conectada a través de un bastidor principal 10.

50 El bastidor principal 10 comprende unas barras 11, 12, 13, que se extienden transversalmente entre las unidades de pista de succión 100. El bastidor principal puede llevar una unidad de succión 20, como se muestra en la figura 1, y equipos, tales como cámaras, brazos de robot, herramientas, etc. (no mostrados). En la realización mostrada en las figuras 1 y 2, el bastidor principal 10 comprende una primera barra 11 que se extiende todo el camino entre las dos unidades de pista de succión 100, y dos segundas barras 12, 13 se extienden desde cada una de las unidades de pista de succión 100 a la unidad de succión 20. Las segundas barras pueden estar conectadas a la unidad de succión 20 de una manera conocida, por ejemplo mediante soldadura o uniones atornilladas, etc. Otras estructuras principales de bastidor serán evidentes para el experto en la materia.

60 Con referencia ahora a la figura 3, que muestra una vista en despiece ordenado de una unidad de pista de succión 100, cada unidad de pista de succión 100 comprende una pista sin fin 110 montada sobre una polea de accionamiento 140 y una polea de soporte 141. La pista sin fin 110 de la unidad de pista de succión 100 está construida alrededor de un bastidor de pista 150 que soporta la polea de accionamiento 140, la polea de soporte 141, un motor de accionamiento 300 y una transmisión entre el motor de accionamiento 300 y la polea de accionamiento 140. La polea de accionamiento 140 y la polea de soporte 141 están montadas en rotación en un bastidor de pista 150. El bastidor de pista 150 es una estructura alargada que comprende dos paredes laterales 151 y una pared superior 152, como se ve en las figuras 4 y 5. La polea de accionamiento 140 y la polea de soporte 141 están montadas en extremos opuestos del bastidor de pista 150.

El bastidor de pista 150 comprende, además, una caja de distribución de vacío 200 formada con una pluralidad de compartimientos de vacío 210. La caja de distribución de vacío 200 forma una pared inferior de la estructura de la oruga 150, dispuesta frente a la pared superior 152.

- 5 La(s) unidad(es) de succión 20 pueden, en una realización alternativa (no mostrada), estar integrada(s) en el bastidor de pista 150.

10 El bastidor de pista 150 se puede formar de metal, de plástico o de plástico reforzado de fibra. El bastidor de pista 150 comprende además partes 42 de las articulaciones que conectan las unidades de oruga de succión al bastidor principal 10, véase más adelante.

15 La caja de distribución de vacío 200 es una estructura de caja relativamente plana alargada que se extiende entre la polea de accionamiento 140 y la polea de soporte 141, y que tiene un lado externo 201 frente a la pista sin fin 110 (cuando la unidad de pista de succión 100 está en un estado montado) y en sentido opuesto, un lado interno 202 frente a un espacio interior de la estructura de la oruga 150.

20 Como se puede apreciar en la figura 4, que muestra una vista en despiece ordenado de una unidad de pista de succión 100 desde un ángulo diferente que en la figura 3, la caja de distribución de vacío 200 comprendiendo una pluralidad de compartimientos de vacío 210. Cada compartimiento de vacío 210 está abierto hacia el lado externo 201 de la caja de distribución de vacío 200. Cada compartimiento de vacío 210 está conectado a la unidad de succión 20 a través de una válvula de vacío 32, un colector de aire 31 y una manguera 30, véase la figura 5. La manguera 30 se extiende a través de una pared lateral 151 del bastidor de pista 150 y se conecta a un conector 21 de la unidad de succión 20. Más detalles con respecto a la caja de distribución de vacío 200 se proporcionan a continuación.

25 La unidad de succión 20 es una fuente de vacío, y proporciona el vacío permitiendo que las unidades de pista de succión 100 succione una superficie sobre la que se encuentra la oruga de pared de vacío. Una unidad de succión puede ser un motor de aspiradora, una bomba de inyección de vacío, una bomba de vacío, o similar. Una o más unidades de succión 20 pueden proporcionarse en la oruga de pared de vacío. En las realizaciones mostradas en todas las figuras, se proporciona una unidad de succión individual. Las unidades de succión 20 se pueden montar en el bastidor principal 10 de oruga de pared de vacío 1, como se muestra, o una o más unidades de succión pueden, en realizaciones alternativas (no mostradas) integrarse en una o más unidades de pista de succión 100. Unidades de succión adicionales se pueden proporcionar en una oruga de pared de vacío 1 para proporcionar redundancia, de modo que si una unidad de succión falla, otra puede asumir el control, y evitar que la oruga de pared de vacío pierda tracción. En otras realizaciones alternativas (no mostradas) una unidad de succión puede proporcionarse como una unidad externa conectada a la oruga de pared de vacío 1 a través de una manguera larga.

30 En las realizaciones mostradas en las figuras, esta unidad de succión 20, está montada en el bastidor principal 10. La unidad de succión 20 tiene dos conectores 21, véanse las figuras 1 y 2, para la conexión de la unidad de succión 20 a las unidades de pista de succión 100 a través de las mangueras 30 adecuadas.

35 En cada unidad de pista de succión 100, la pista sin fin 110 está corriendo sobre un mínimo de dos poleas 140, 141, como se muestra en las figuras. Al menos una de ellas es una polea de accionamiento 140. Su rotación está impulsada por un motor 300, véase la figura 3, a través de una transmisión en forma de una transmisión de engranajes, correa o cadena. En la realización mostrada la transmisión es una transmisión de rueda dentada, una rueda de trinquete 301 la cual es visible en la polea de accionamiento 141 en la figura 3. La otra polea, la polea de soporte 140, se utiliza para el soporte de la pista sin fin 110, y para el tensado de la pista sin fin 110, ver más abajo.

40 En las realizaciones mostradas, sólo hay una polea de accionamiento 140. Sin embargo, en realizaciones alternativas (no mostradas), las dos poleas 140, 141 pueden estar acopladas a medios de accionamiento.

45 En las realizaciones mostradas, las poleas 140, 141 son de igual tamaño. Sin embargo, en realizaciones alternativas (no mostradas), las dos poleas 140, 141 pueden ser diferentes en tamaño.

50 En las realizaciones mostradas, la oruga de pared de vacío 1 tiene dos unidades de pista de succión 100. Cada una de las pistas sin fin 110 es accionada por un motor individual, por lo que es posible dirigir la oruga de pared de vacío 1.

55 La pista sin fin 110 comprende una banda exterior sin fin 120 y una banda interior sin fin 130, véase la figura 6. La figura 6 muestra una pista sin fin 110 en una vista en perspectiva en despiece. La banda exterior 120 tiene un lado que mira hacia dentro 121 y un lado que mira hacia fuera 122. La banda exterior 120 es más gruesa que la banda interior 130, y está formada de un material flexible blando. La banda interior 130 tiene un lado que mira hacia dentro 131 y un lado que mira hacia fuera 132. El lado que mira hacia fuera 132 de la banda interior 130 y el lado que mira hacia dentro 121 de la banda exterior 120 están unidos de manera fija entre sí para evitar el movimiento relativo de la banda interior 130 y de la banda exterior 120 durante el movimiento de la pista sin fin 110. Las bandas interior y exterior 130, 120 están preferentemente conectadas en forma fija entre sí para evitar el movimiento relativo de las

dos, por ejemplo mediante encolado o por otros medios adecuados que serán evidentes para un experto en la materia.

- 5 Cuando están montadas, el lado que mira hacia afuera 132 de la banda interior 130 contacta con el lado que mira hacia dentro 121 de la banda exterior 120. El lado que mira hacia dentro 132 de la banda interior contacta superficies exteriores de pared superior 152, la polea de accionamiento 140, la polea de soporte 141 y el lado externo 201 de la caja de distribución de vacío 200, cuando la banda interior 130 está montada en el bastidor de pista 150 de la unidad de pista de succión 100.
- 10 La banda exterior 120 tiene una pluralidad aberturas 123 que se extiende todo el camino a través de la banda exterior 120 desde el lado que mira hacia dentro 121 al lado que mira hacia fuera 122. La banda interior 130 tiene orificios de succión pasantes 133, desde el lado que mira hacia dentro 131 al lado que mira hacia fuera 132.
- 15 Los orificios de succión 133 en la banda interior 130 conecta compartimientos de vacío 210 de la caja de distribución de vacío 200 a las aberturas 123, de forma que cuando se aplica un vacío a los compartimientos 210 de la caja de distribución de vacío 200, como se describe anteriormente, el vacío se extiende a las aberturas 123, y proporciona una succión a la superficie sobre la que se encuentra la oruga de pared de vacío 1.
- 20 Cuando se conduce la oruga de pared de vacío 1 sobre una superficie, la banda exterior gruesa, suave 120 asegura un sellado de vacío de rodadura entre la superficie y la pista sin fin 110, también en los casos en que la superficie es curva o rugosa.
- 25 La banda interior 130 tiene una superficie interior de baja fricción suave del lado que mira hacia dentro 131. La banda interior 130 está hecha de material flexible y fuerte tal como metal o plástico reforzado con fibra. El tamaño de la banda interior 130 (longitud, anchura, número y tamaño de los orificios de succión 133) está diseñado dependiendo del requerimiento para la unidad de pista de succión real 100 y la oruga de pared de vacío 1. Preferentemente, la banda interior es 0,2 a 0,7 mm de espesor.
- 30 La banda interior 130 proporciona un sellado de vacío interior entre la banda exterior 120 y la caja de distribución de vacío 200 del bastidor de la pista de la caja 150. La banda interior también proporciona un contacto de baja fricción entre la superficie de la cara externa 201 de la caja de distribución de vacío 200 y la banda exterior 120.
- 35 La banda exterior 120 está hecha de un material blando, y como se mencionó anteriormente equipada con un número de aberturas pasantes 123. La banda externa 140 además está hecha de un material hermético al aire o puede estar recubierto de una manera adecuada para ser hermético. Las aberturas 123 en la banda externa 140 están cerradas hacia el lado que mira hacia dentro 121 en todo momento por la banda interior 130, y cuando el borde de la banda exterior 123" proporciona un sellado de laminación entre las aberturas 123 y los alrededores. Las aberturas 123 proporcionan cámara temporal de succión o cámara de vacío temporal que proporciona la fuerza de unión entre la unidad de pista de succión 100 y la superficie sobre la que se encuentra, cuando están conectadas al vacío en la caja de distribución de vacío 200 a través de los orificios de succión 133 en la banda interior 130.
- 40 Cuando la oruga de pared de vacío 1 se desplaza sobre una superficie la pista sin fin 110 circula sobre las poleas 140, 141 y 150 del bastidor de la pista. Las aberturas 123 que están - en cualquier momento específico - situadas en el lado de la unidad de pista de succión 100 que enfrenta a la superficie sobre la que se mueve la oruga de pared de vacío 1, a continuación formará dichas cámaras de succión temporales, las cámaras de succión temporales o
- 45 cámaras de vacío siendo entonces definidas entre las paredes interiores 123' de la abertura, una porción de la superficie exterior 132 de la banda interior 130, y la superficie sobre la que se mueve la oruga de pared de vacío. Cuando una abertura específica se mueve para encontrarse adyacente a una polea 140, 141 cuando la pista infinita 110 circula, la cámara de succión temporal deja de existir.
- 50 El porcentaje de la zona de la banda exterior 120 que está equipada con aberturas 123 es un compromiso entre la maximización de la zona de succión y la fuerza de la banda exterior 120. Por lo tanto el porcentaje óptimo del área de abertura hacia fuera está optimizado en función del espesor y la suavidad de la banda en combinación con las condiciones de operación (la orientación, la curvatura y la rugosidad de la superficie de operación). El porcentaje de aberturas 123 debe estar en el intervalo del 30 al 70 % del área total de la banda (que se define como el área total
- 55 de la superficie de la cara que mira hacia fuera 122 de la banda exterior 120).
- Una banda más gruesa y más suave será especialmente útil para el funcionamiento de una oruga de pared de vacío 1 en superficies curvas o superficies con obstrucciones (salientes) que deben ser atravesadas.
- 60 Preferentemente, el espesor, T, de la banda exterior 120 está en el intervalo del 5 al 20 % de la base de la rueda, W, de la pista sin fin 110. Incluso más preferentemente, el espesor, T, de la banda exterior 120 está en el intervalo del 6 al 20 % de la base de la rueda, W, de la pista sin fin 110. Incluso más preferentemente, el espesor, T, de la banda exterior 120 está en el intervalo del 7 al 15 % de la base de la rueda, W, de la pista sin fin 110.
- 65 La base de la rueda, W, de la pista sin fin 110 se define como la distancia entre los ejes de rotación C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> alrededor de la cual rota una polea más importante y más retrasada 140, 141, de una unidad de pista de succión 100. En las

realizaciones mostradas, ésta es la distancia entre la polea de accionamiento 140 y la polea de soporte 141.

La banda exterior se puede formar en una esponja de material celular flexible o de caucho expandido.

- 5 La suavidad de la banda exterior 120 se puede seleccionar en función de la rugosidad de la superficie y la curvatura de las superficies sobre las que la oruga de pared está destinada a moverse.

Hay varias maneras de definir la dureza o rigidez o suavidad de los materiales elastoméricos.

- 10 Una forma de definir la suavidad es definida por el ASTM D1056-00. Este es la especificación estándar para materiales celulares flexibles de esponja o de caucho expandido. De acuerdo con esta norma la suavidad (dureza) se puede medir en PSI o en kPa. Existen otras definiciones.

- 15 Una suavidad preferida es de 5 a 100 kPa, de acuerdo con ASTM D 1056-00 (25 %) o de 30 a 250 kPa de acuerdo con NF R 99211-80 (50 %).

Más preferentemente, la suavidad de la banda exterior 120 es de 5 a 60 kPa (ASTM D 1056-00 (25 %)).

- 20 Más preferentemente, la suavidad de la banda exterior 120 es de 10 a 55 kPa (ASTM D 1056-00 (25 %)).

Más preferentemente, la suavidad de la banda exterior 120 es de 10 a 50 kPa (ASTM D 1056-00 (25 %)).

En una realización, la suavidad de la banda exterior 120 es de 45 kPa (ASTM D 1056-00 (25 %)).

- 25 Otra forma de cuantificar la suavidad o la dureza de un material de polímero se define por el Método de prueba estándar ASTM D 2240 para las propiedades del caucho - Dureza de durómetro. En la prueba la dureza/suavidad de un material que midió con un durómetro, por ejemplo, una dureza del sistema Affri, probador Durómetro, Shore 0". De acuerdo con esta norma, una dureza/suavidad preferida de la banda exterior 120 es de 10 a 30 (dureza Shore 0), de acuerdo con ASTM D 2240.

- 30 Más preferentemente, la suavidad de la banda exterior 120 es de 10 a 20 (dureza Shore 0) (ASTM D 2240).

En una realización, la suavidad de la banda exterior 120 es de 15 (dureza Shore 0) (ASTM D 2240).

- 35 El uso de una caja de distribución de vacío 200 en combinación con la banda interior suave 130 con orificios de succión 133 proporciona un tipo simple de sistema de válvula que solo asegura que el vacío solo se proporciona a la parte inferior de la pista sin fin 110 frente a la superficie sobre la que se encuentra la oruga de pared de vacío 1.

- 40 Preferentemente, dos orificios de succión 133 por abertura 123 en la banda exterior 120 están dispuestos en la banda interior 130. El tamaño de los orificios de succión 133 en la banda interior 130 se puede variar según el uso de la oruga de pared de vacío 1. Si la oruga de pared de vacío 1 está diseñada para trabajar en superficies donde se tiene que atravesar obstrucciones que pueden conducir a la pérdida de vacío en algunas aberturas 123 de la banda exterior 120, se puede utilizar una banda interior 130 que tiene orificios de succión 133 pequeños. Alternativamente o adicionalmente, el número de orificios de succión 133 se puede reducir. Los orificios más pequeños 133 previenen la pérdida de vacío en toda la caja de distribución de vacío 200 al retrasar la propagación de la pérdida de vacío en una sola abertura 123 en la banda exterior 120. Si la oruga de pared de vacío 1 está destinada a trabajar en superficies rugosas, donde se esperan fugas en general, una banda interior 130 que tiene orificios de succión de mayor tamaño 133 puede ser utilizada para asegurar suficiente flujo de aire para compensar las fugas. Alternativamente o adicionalmente, el número de orificios de succión 133 se puede incrementar.

- 50 El diámetro de los orificios de succión 133 es preferentemente del orden de 1 a 2 mm.

- 55 En la realización de la invención, cuando no se utiliza una banda interior 130 (no mostrada), las aberturas 123 de la banda exterior 120 pueden estar provistas de un fondo (no mostrado) de espesor reducido, estando el fondo provisto de orificios de succión (no mostrados) similares a los que se describieron anteriormente en relación con la banda interior 130.

- 60 En realizaciones alternativas, la banda interior 130 puede formar una parte de la transmisión para el movimiento de la unidad de pista de vacío 100 (no mostrado). Esta puede estar dispuesta proporcionando a la banda interior 130 de orejetas o perforaciones (no mostradas) para acoplar la rueda dentada o los dientes (no mostrados) sobre una polea de accionamiento 140. Unidades de accionamiento externas, tales como correas o cadenas de temporización se pueden unir a la banda interior 130 para proporcionar la transmisión de potencia desde el motor 300 a la pista sin fin 110.

- 65 La banda exterior 120 de la pista proporciona la fricción necesaria para la conducción de las unidades de pistas de succión 100 de la oruga de pared de vacío 1. Para una resistencia mejorada la banda exterior 120 puede estar

recubierta con un revestimiento flexible.

Preferentemente, las aberturas 123 en la banda exterior están distribuidas en dos filas paralelas a lo largo de la pista sin fin 110, de tal manera que dos aberturas 123 están situadas junto a la otra en la anchura, D, de la pista sin fin 110. De este modo, se proporciona un aumento de la flexibilidad de la banda exterior 120, ayudando a la suavidad de la banda exterior 120 para adaptarse a los obstáculos. Además, la organización de las aberturas 123 en dos filas, ayuda a mantener una succión de vacío para una sección de la banda exterior 120 si una abertura 123 vecina pierde succión debido a, por ejemplo, un obstáculo.

En otras realizaciones (no mostradas), las aberturas 123 en la banda exterior se distribuyen en tres filas paralelas a lo largo de la pista sin fin 110, de tal manera que tres aberturas 123 están situadas una junto a la otra en la anchura, D, de la pista sin fin 110. En este caso, la caja de succión también puede estar dividida en tres cámaras dispuestas paralelamente.

Preferentemente, las aberturas 123 son tan anchas (en la dirección transversal de la banda externa), que las aberturas 123 ocupan del 70 al 90 % de la anchura, D de la banda 120.

Con el fin de mejorar aún más la capacidad de atravesar superficies con obstáculos y curvas, preferentemente la longitud,  $L_1$  de una abertura 123 es mayor que una distancia  $L_2$  entre a las aberturas vecinas a lo largo de la dirección longitudinal, A, de la unidad de pista de vacío 100. Se ha encontrado que, preferentemente,  $L_1$  debe ser el doble de  $L_2$ .

Como se muestra en las figuras 4 y 8, la caja de distribución de vacío 200 está dividida preferentemente en compartimentos de vacío 210, a lo largo de la dirección longitudinal A.

Cada uno de los compartimentos de vacío 210 tiene como una salida 211 (ver figura 4), que está en comunicación con una válvula de una vía 32 (véanse las figuras 5, 8 y 9). Una longitud,  $L_3$ , en la dirección longitudinal A, de los compartimentos de vacío 210 está preferentemente adaptada de tal manera que cada compartimiento de vacío 210 puede suministrar vacío a dos aberturas 123 como se ve en la en la dirección longitudinal A de la unidad de pista de vacío 100. En otras realizaciones (no mostradas), la longitud,  $L_3$ , puede ser elegida de tal manera que un compartimiento de vacío 210 suministra solamente a una sola abertura 123 como se ve en la en la dirección longitudinal A de la unidad de pista de vacío 100.

Preferentemente, y como se muestra en la figura 4, cada compartimiento de vacío 210 está provisto de una pestaña de soporte 212, que divide en parte los compartimentos de vacío 210 en dos mitades de compartimentos 210' y 210'', la brida de soporte 212 extendiéndose en la dirección longitudinal A de la unidad de pista de vacío 100, y no atravesando toda la longitud,  $L_3$ , del compartimiento de vacío 210, de manera que la comunicación entre las dos mitades de compartimentos 210' y 210'' es posible. La brida de soporte 212 soporta la superficie interior de la banda interior 130, y por lo tanto soporta la pista sin fin para prevenir que la pista sin fin ceda en los compartimentos de vacío 210. La división de los compartimentos de vacío 210 en dos mitades de compartimentos 210' y 210'' también ayuda al mantenimiento de la succión en las aberturas 123 vecinas si una abertura 123 pierde el vacío debido a, por ejemplo un obstáculo, debido a una transferencia más lenta de vacío entre las mitades.

En realizaciones adicionales (no mostradas), la brida 212 que se extiende en la dirección longitudinal A de la unidad de pista de vacío 100 divide cada compartimiento de vacío en mitades de compartimentos 210' y 210'', sin comunicación de fluido entre las dos. De esta manera, los compartimentos de vacío 210 están dispuestos en dos filas paralelas a lo largo de la dirección longitudinal A de la unidad de pista de vacío 100. Esto requerirá una válvula unidireccional para cada mitad del compartimiento 210', 210''. Esto aumentará aún más la capacidad de las aberturas 123 en la banda exterior 120 para compensar la pérdida de vacío en una abertura 123 vecina.

Un mecanismo de tensado (no mostrado) puede aplicarse para mantener la pista sin fin 110 suficientemente estirada/tensada en todo momento durante el funcionamiento, mediante el control y el ajuste de la distancia entre las poleas 140, 141 a una tensión deseada. La pista sin fin 110 se mantiene preferentemente en un estado tensado en todo momento por un mecanismo de tensión que actúa y está dispuesto entre la polea de soporte 141 y el bastidor de pista 150. En la figura 3 se muestran aberturas de guía alargadas 151' formadas en las paredes laterales 151. Las aberturas de guía alargadas 151' reciben el eje sobre el que está dispuesta la polea de soporte 141 para girar. Se proporciona el mecanismo de tensado (no mostrado) entre la polea de soporte 141 y el bastidor de pista 150, desviando la polea de soporte 141 en una dirección lejos de la polea de accionamiento 140 en el otro extremo del bastidor de pista 150. El mecanismo de tensado puede comprender muelles o medios hidráulicos o neumáticos.

Las articulaciones 40 entre el bastidor principal 10 y las unidades de pista de succión 100 permite a una unidad de pista de succión 100 inclinarse con relación al bastidor principal 10 (y de ese modo a las otras unidades de la pista de succión 100) alrededor de un eje longitudinal, A, de las unidades de pista de succión 100, como se indica por las flechas curvas B en la figura 1. La articulación 40 puede, como se indica en la figura 2 comprender salientes curvados alargados 41 (en forma de cimitarra/en forma de sección circular) en las barras 11, 12, 13 del bastidor 10 que se extienden dentro de las unidades de pista de succión 100. Pistas de receptáculo curvo cooperativas 42 están

- 5 dispuestas en las bridas en el bastidor de pista 150 de las unidades de orugas de succión 100. Los salientes curvados 41 permiten un suave movimiento relativo de rotación entre el bastidor principal 10 y las unidades de pista de succión 100, porque el movimiento mezcla un movimiento de rotación con un ligero movimiento de traslación. En otra realización (no mostrada), los salientes curvados y las pistas de receptáculo curvadas pueden cambiarse entre el bastidor principal 10 y las unidades de pista de succión 100. Preferentemente, la rotación o inclinación entre la unidad de pista de succión 100 y el bastidor principal 10 es moderada por medios de suspensión (no mostrados), tales como muelles o medios de suspensión hidráulica. Las articulaciones aseguran la línea de rotación cerca de la superficie para una mejor estabilidad. Para una óptima estabilidad sobre superficies planas las articulaciones 40 se puede bloquear por medios de bloqueo (no se muestran).
- 10 La caja de distribución de vacío 200 distribuye el vacío de la unidad de succión 20 a la parte de la pista sin fin 110 que está en contacto con la superficie sobre la que se encuentra o se mueve la oruga de pared de vacío 1. La caja de distribución de vacío 200 también proporciona soporte a la pista sin fin 110. Su superficie exterior 201 actúa como un sello de vacío de baja fricción entre la caja y la banda interior 130 de la pista sin fin 110. La caja de distribución de vacío 200 puede tener uno o más compartimientos de vacío 210, y estructuras de soporte interno; ver la figura 4. Con una pluralidad de compartimientos de vacío 210 es posible aumentar la seguridad contra un fallo debido a una fuga de vacío. Cada compartimiento de vacío 210 se puede conectar a unidades de succión individuales 20, o a una única unidad de succión 20 común a los compartimientos de vacío 210, a través de válvulas de vacío de una vía individuales 32 y un colector de vacío 31. Las válvulas de vacío de una vía 32 aseguran que la pérdida de vacío en un compartimiento de vacío no afectará el vacío en los otros compartimientos. La caja de distribución de vacío 200 está hecha de un material que en combinación con la banda interior 130 tiene una fricción baja. En una realización preferida, la caja de distribución de vacío 200 es una parte integrante del bastidor de pista 150. Alternativamente, puede ser una parte montada por separado que está montada en el bastidor de pista 150.
- 25 La figura 9 ilustra detalles de la evacuación de aire desde una abertura 123 de la banda exterior 120. El flujo de aire se señala mediante la flecha D.
- Un controlador puede incorporarse en el bastidor 10, o estar unido al mismo, o proporcionarse en una o ambas unidades de pista de succión 100.
- 30 El controlador puede además estar conectado a unos medios de comunicación (no mostrados), tales como medios de comunicación inalámbrica, que permiten el control a distancia de la oruga de pared de vacío 1.
- 35 El término "que comprende" como se usa en las reivindicaciones, no excluye otros elementos o etapas. El término "un" o "una", como se usa en las reivindicaciones no excluye una pluralidad. El único procesador u otra unidad pueden cumplir las funciones de varios medios enumerados en las reivindicaciones.

## REIVINDICACIONES

1. Una oruga de pared de vacío (1) que tiene al menos una unidad de pista de vacío (100), que comprende:

- 5 - un bastidor de pista (150);
- dos poleas (140, 141) provistas en extremos opuestos del bastidor de la oruga (150) y que definen una distancia entre ejes (W) entre las mismas;
- una pista sin fin (110) dispuesta para circular sobre las dos poleas (140, 141) y que comprende una banda flexible (120), comprendiendo dicha banda flexible (120) una pluralidad de aberturas (123) y teniendo un espesor (T);
- 10 - una caja de distribución de vacío (200) provista en dicho bastidor de pista (150)

en la que la caja de distribución de vacío (200) está en comunicación con una porción de aberturas (123) para distribuir un vacío a la porción de aberturas (123) cuando la pista sin fin (110) circula, **caracterizada por que el** 15 **espesor (T) de la banda flexible (120) es del 5 al 20 % de la base de la rueda (W).**

2. Una oruga de pared de vacío (1) según la reivindicación 1, en la que la banda flexible (120) tiene una suavidad de 10-30 shore.

20 3. Una oruga de pared de vacío (1) según las reivindicaciones 1 o 2, en la que la banda flexible (120) es una banda exterior (120), la pista sin fin (110) comprende además una banda interior (130), teniendo dicha banda interior (130) orificios de succión (133) que permiten que el vacío pase entre la caja de distribución de vacío (200) y la porción de aberturas (123).

25 4. Una oruga de pared de vacío (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en la que dicha caja de distribución de vacío (200) está dividida en compartimentos de vacío (210) a lo largo de una dirección longitudinal (A) de dicha unidad de pista de vacío (100).

30 5. Una oruga de pared de vacío (1) según la reivindicación 4, en la que la banda flexible (120) es una banda exterior (120), la pista sin fin (110) comprende además una banda interior (130), teniendo dicha banda interior (130) orificios de succión (133), donde los orificios de succión (133) son tan pequeños que retrasan la reducción de vacío en un compartimento de vacío (210) si un vacío desaparece en una abertura (123) conectada al compartimento de vacío (210).

35 6. Una oruga de pared de vacío (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en la que la pluralidad de aberturas (123) está dispuesta en dos filas a lo largo de una dirección longitudinal (A) de dicha unidad de pista de vacío (100).

40 7. Una oruga de pared de vacío (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en la que una longitud ( $L_1$ ) en una dirección longitudinal (A) de dicha unidad de pista de vacío (100) de una abertura (123) es mayor que una distancia ( $L_2$ ) entre aberturas vecinas (123) a lo largo de la dirección longitudinal (A).

45 8. Una oruga de pared de vacío (1) según la reivindicación 7, en la que dicha caja de distribución de vacío (200) está dividida en compartimentos de vacío (210) de igual longitud ( $L_3$ ) a lo largo de una dirección longitudinal (A) de dicha unidad de pista de vacío (100), donde la longitud ( $L_3$ ) de dichos compartimentos de vacío (210) está adaptada de tal manera que cada compartimento de vacío (210) suministra vacío a dos aberturas (123) a lo largo de la dirección longitudinal (A).

50 9. Una oruga de pared de vacío (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en la que dicha caja de distribución de vacío (200) está dividida en compartimentos de vacío (210) de igual longitud ( $L_3$ ) a lo largo de una dirección longitudinal (A) de dicha unidad de pista de vacío (100), y en donde cada compartimento de vacío (210) está provisto de una brida de soporte (212) que divide el compartimento de vacío (210) en dos mitades de compartimento (210', 210''), extendiéndose la brida de soporte (212) en la dirección longitudinal (A) de la unidad de pista de vacío (100).

55 10. Una oruga de pared de vacío (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 1-9, que comprende dos unidades de pista de vacío (100) dispuestas en paralelo y conectadas por un bastidor principal (10), en donde el bastidor principal (10) y las unidades de pista de vacío (100) están articuladas entre sí alrededor de un eje de una articulación (40), siendo dicho eje paralelo a un eje longitudinal (A) de las unidades de pista de vacío (100).

60

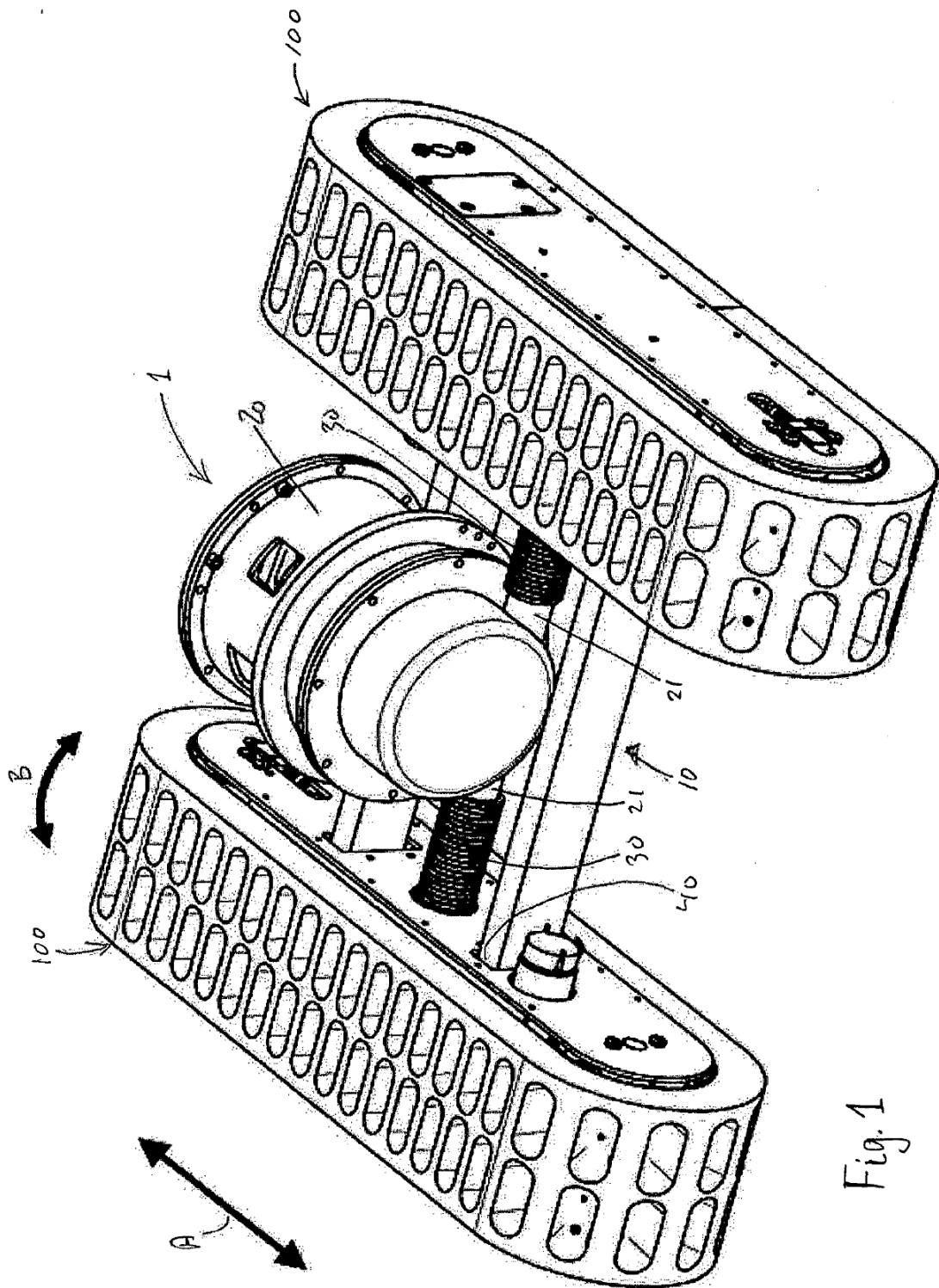


Fig. 1

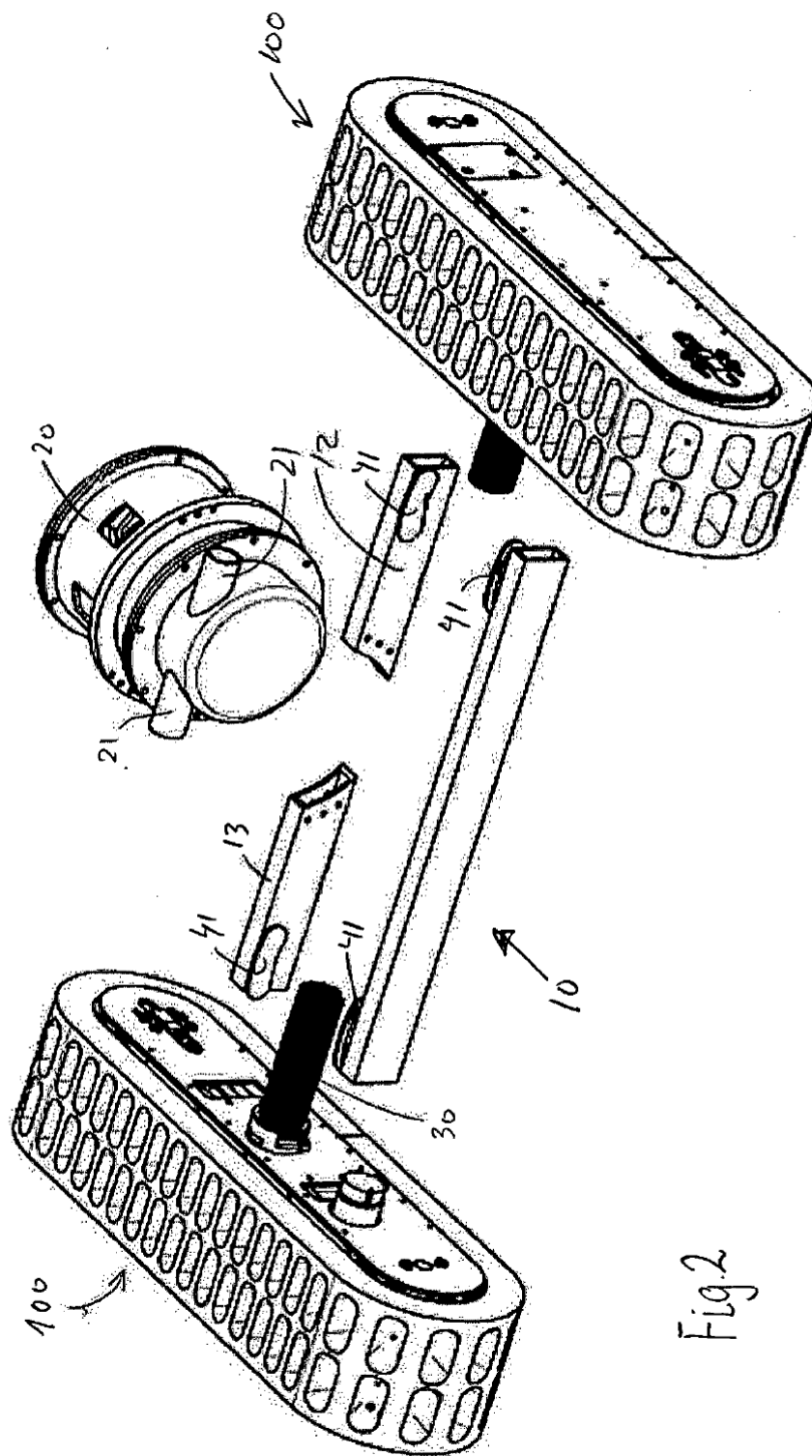
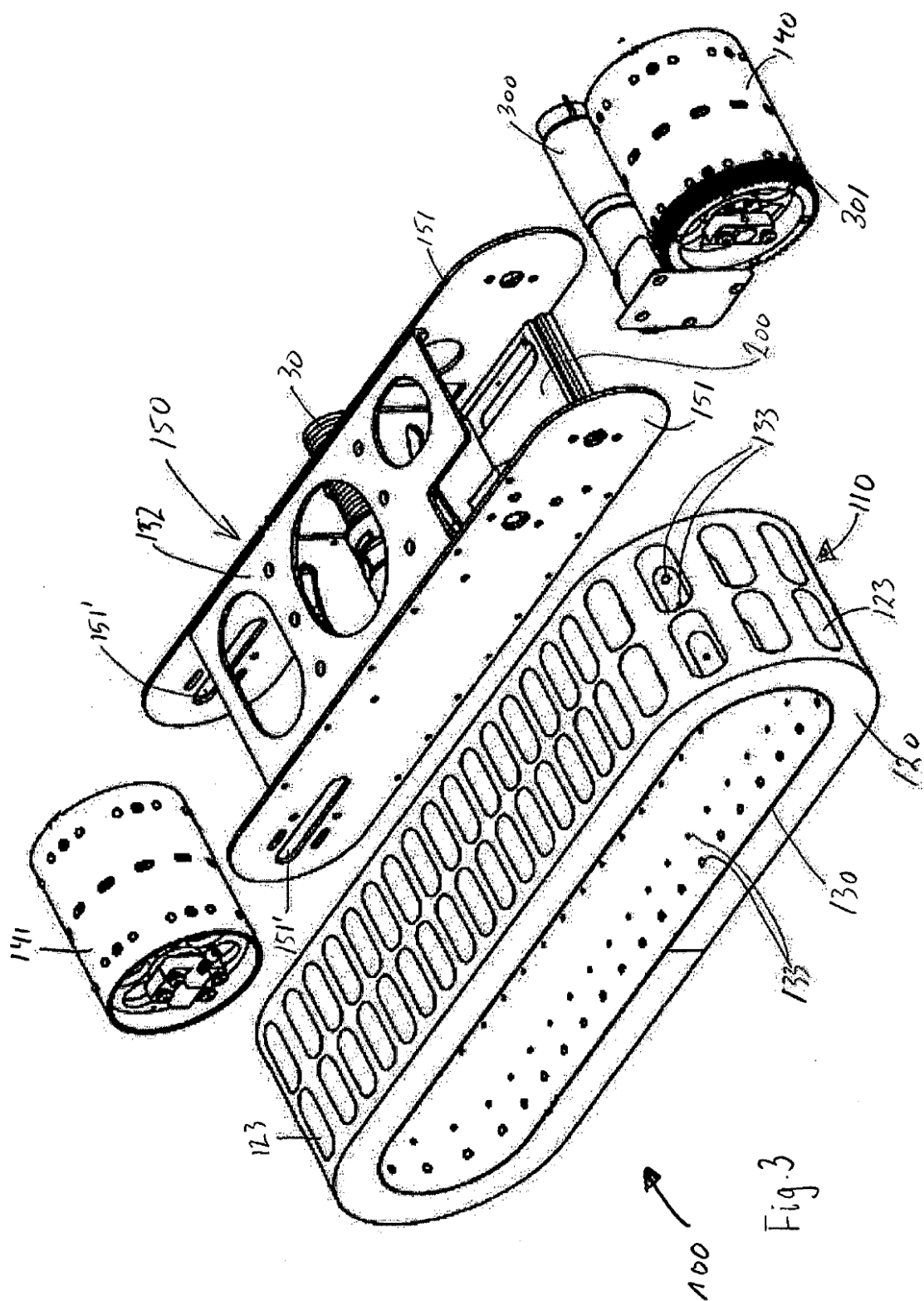
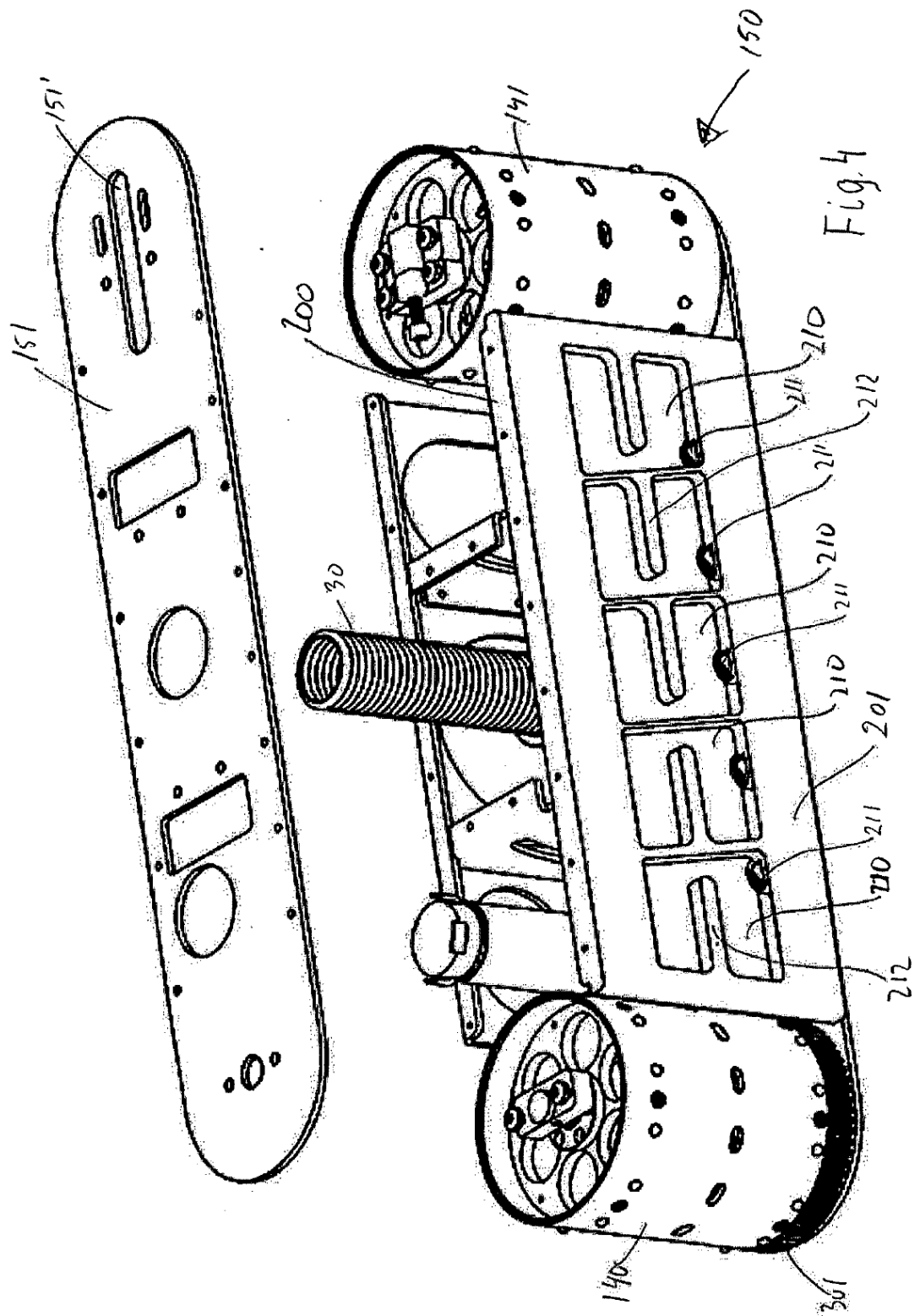


Fig.2





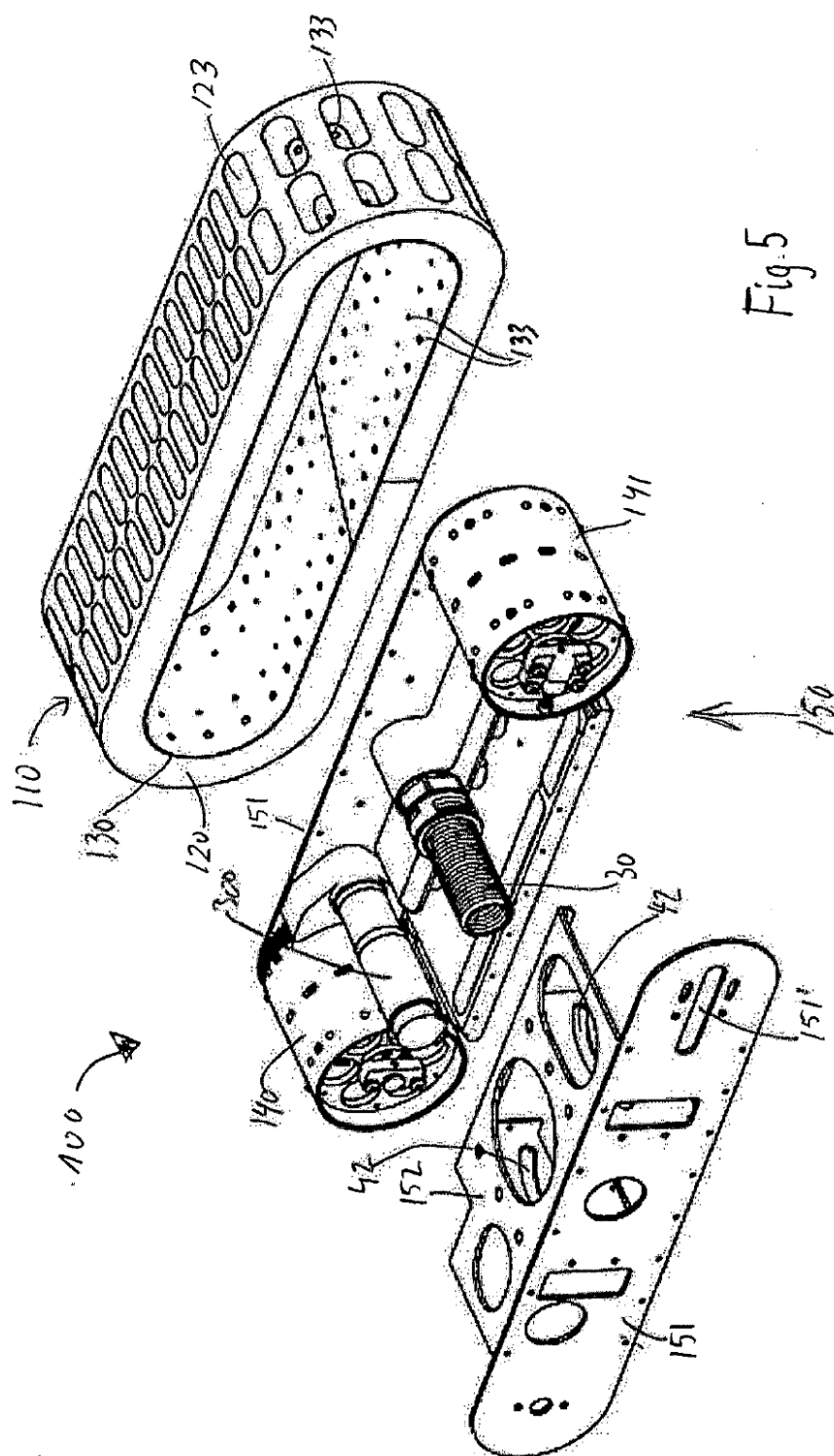
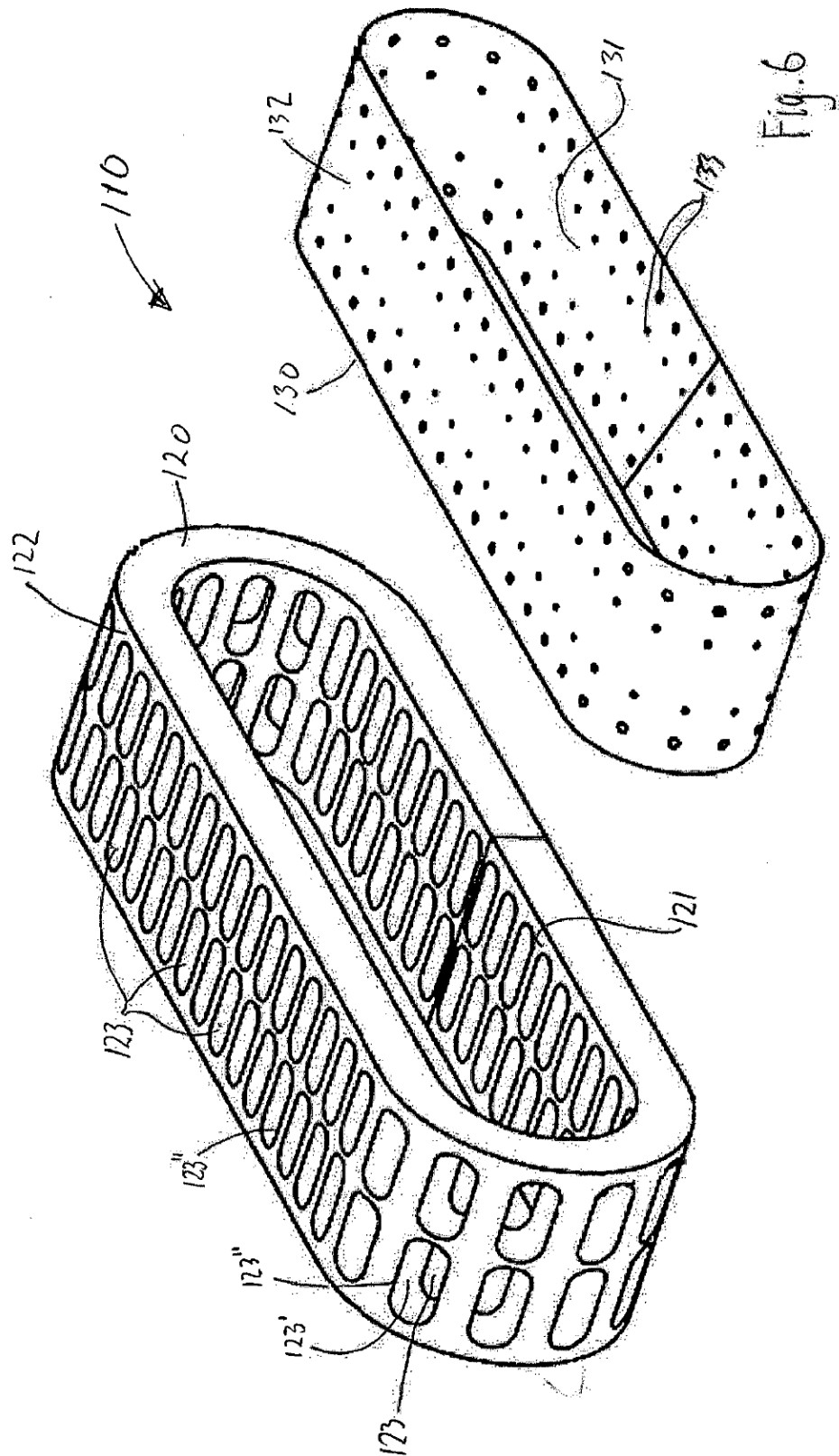


Fig. 5



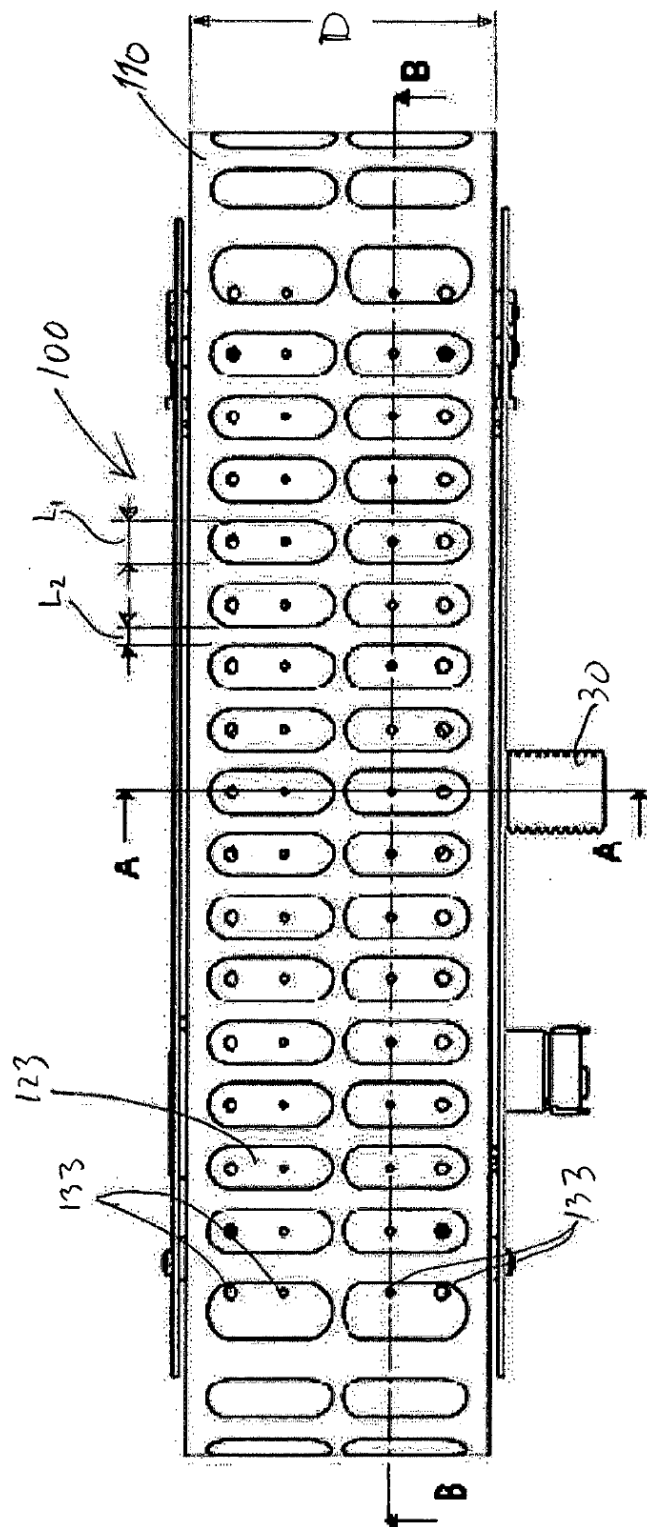
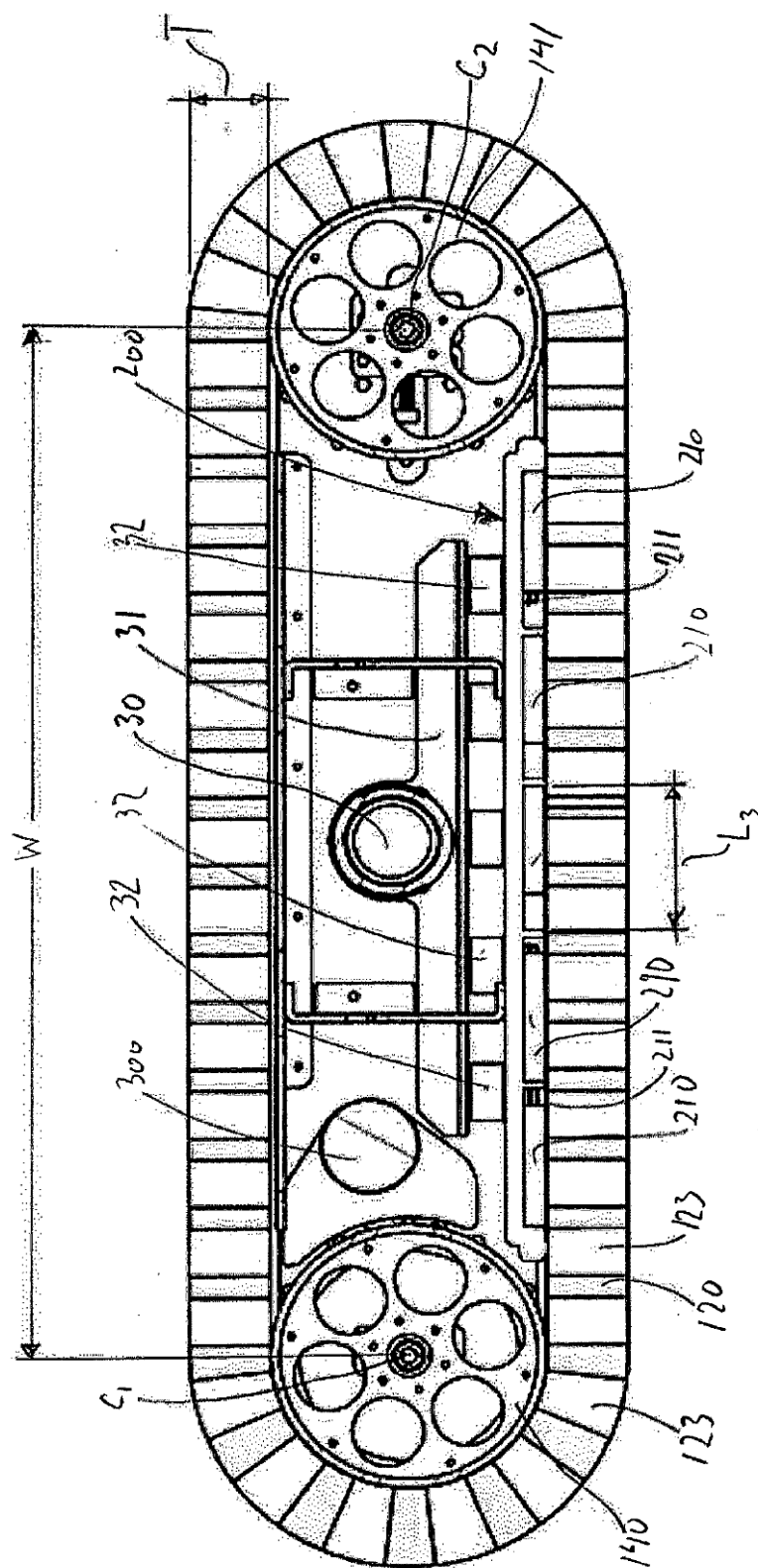


Fig.7



8911

