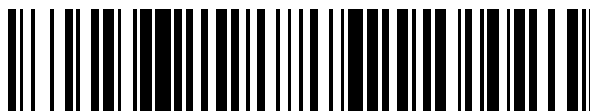


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 711 076**

51 Int. Cl.:

**A47L 11/40** (2006.01)

**A47L 9/28** (2006.01)

**A47L 9/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.08.2015 E 15180917 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.12.2018 EP 3069644**

54 Título: **Limpieza autónoma de suelos con una almohadilla extraíble**

30 Prioridad:

**16.03.2015 US 201514658820**

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

**30.04.2019**

73 Titular/es:

**IROBOT CORPORATION (100.0%)  
8 Crosby Drive  
Bedford, MA 01730, US**

72 Inventor/es:

**LU, PING-HONG;  
FORAN, DAN;  
WILLIAMS, MARCUS;  
JOHNSON, JOE y  
GRAZIANI, ANDREW**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 711 076 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

Limpieza autónoma de suelos con una almohadilla extraíble

Campo técnico

Esta descripción se refiere a la limpieza de suelos mediante un robot autónomo que utiliza una almohadilla de limpieza.

## 5 Antecedentes

Los suelos de baldosa y las encimeras necesitan limpieza rutinariamente, algunas de las cuales implican fregar para eliminar las manchas secas. Se pueden utilizar diferentes accesorios de limpieza para limpiar superficies duras. Algunos accesorios incluyen una almohadilla de limpieza que puede estar unida de forma extraíble al accesorio. Las almohadillas de limpieza pueden ser desechables o reutilizables. En algunos ejemplos, las almohadillas de limpieza están diseñadas para ajustarse a un accesorio específico o pueden estar diseñadas para más de un accesorio.

Tradicionalmente, se utilizan mopas húmedas para eliminar la suciedad y otras manchas sucias (por ejemplo, suciedad, aceite, alimentos, salsas, café, café molido) de la superficie de un suelo. Una persona sumerge la mopa en un cubo de agua y jabón o una solución de limpieza especializada para suelos y frota el suelo con la mopa. En algunos ejemplos, la persona puede tener que realizar movimientos de fregado hacia adelante y hacia atrás para limpiar un área de suciedad específica. La persona sumerge entonces la mopa en el mismo cubo de agua para limpiar la mopa y continúa fregando el suelo. Adicionalmente, la persona puede necesitar arrodillarse en el suelo para limpiar el suelo, lo que podría ser incómodo y agotador, especialmente cuando el suelo cubre un área grande.

Se utilizan mopas de suelo para fregar suelos sin la necesidad de que una persona se arrodille. Una almohadilla unida a la mopa o un robot autónomo pueden fregar y eliminar sólidos de las superficies e impedir que un usuario se agache para limpiar la superficie.

La solicitud europea publicada EP 2 762 051 A2 describe un limpiador robótico con sensores para detectar una cantidad de agua en un conjunto de herramientas de limpieza.

## Resumen

La presente invención se refiere a un robot autónomo de limpieza de suelos como se ha expuesto en la reivindicación 1, a un conjunto de almohadillas de limpieza de robot autónomo como se ha expuesto en la reivindicación 10 y a un método de limpieza de suelos como se ha expuesto en la reivindicación 15. Se han descrito otras realizaciones en las reivindicaciones dependientes.

Un aspecto de la invención caracteriza un robot autónomo de limpieza de suelos que incluye un cuerpo de robot, un controlador, un accionamiento, un soporte de almohadilla, y un sensor de almohadilla. El cuerpo de robot define una dirección de accionamiento hacia delante y soporta el controlador. El accionamiento soporta el cuerpo de robot y está configurado para maniobrar el robot a través de una superficie en respuesta a comandos del controlador. El soporte de almohadilla está dispuesto en la parte inferior del cuerpo de robot y está configurado para retener una almohadilla de limpieza extraíble durante el funcionamiento del robot de limpieza. El sensor de almohadilla está dispuesto para detectar una característica de una almohadilla de limpieza sostenida por el soporte de almohadilla y generar una señal correspondiente. El controlador es sensible a la señal generada por el sensor de almohadilla y está configurado para controlar el robot de acuerdo con un modo de limpieza seleccionado de un conjunto de múltiples modos de limpieza del robot en función de la señal generada por el sensor de almohadilla.

En algunos ejemplos, los sensores de almohadilla incluyen al menos uno, o bien de un emisor de radiación o bien de un detector de radiación. El detector de radiación puede exhibir una respuesta espectral máxima en un intervalo de luz visible. La característica puede ser una tinta de color dispuesta sobre una superficie de la almohadilla de limpieza, el sensor de almohadilla detecta una respuesta espectral de la característica, y la señal corresponde a la respuesta espectral detectada.

En algunos casos, la señal incluye la respuesta espectral detectada, y el controlador compara la respuesta espectral detectada con una respuesta espectral almacenada en un índice de tintas de color almacenadas en un elemento de almacenamiento de memoria operable con el controlador. El sensor de almohadilla puede incluir un detector de radiación que tiene primer y segundo canales sensibles a la radiación, detectando cada uno del primer canal y del segundo canal una parte de la respuesta espectral de la característica. El primer canal puede exhibir una respuesta espectral máxima en un intervalo de luz visible. El sensor de almohadilla puede incluir un tercer canal que detecta otra parte de la respuesta espectral de la característica. El primer canal puede exhibir una respuesta espectral máxima en un intervalo infrarrojo. El sensor de almohadilla puede incluir un emisor de radiación configurado para emitir una primera radiación y una segunda radiación, y el sensor de almohadilla puede detectar un reflejo de la primera y la segunda radiaciones fuera de la característica para detectar la respuesta espectral de la característica. El emisor de radiación puede estar configurado para emitir una tercera radiación, y el sensor de almohadilla puede detectar el reflejo de la tercera radiación fuera de la característica para detectar la respuesta espectral de la característica.

En algunas implementaciones, la característica incluye elementos de identificación que tienen cada uno una primera región y una segunda región. El sensor de almohadilla puede estar dispuesto para detectar de manera independiente una primera reflectancia de la primera región y una segunda reflectancia de la segunda región. El sensor de almohadilla puede incluir un primer emisor de radiación dispuesto para iluminar la primera región, un segundo emisor de radiación dispuesto para iluminar la segunda región, y un fotodetector dispuesto para recibir la radiación reflejada tanto desde la primera región como desde la segunda región. La primera reflectancia puede ser sustancialmente mayor que la segunda reflectancia.

5 En algunos ejemplos, los múltiples modos de limpieza del robot definen cada uno un programa de pulverización y un comportamiento de navegación.

10 Otro aspecto de la invención incluye una almohadilla de limpieza de robot de limpieza de suelos. La almohadilla de limpieza incluye un cuerpo de almohadilla y una placa de montaje. El cuerpo de almohadilla tiene superficies amplias opuestas, que incluyen una superficie de limpieza y una superficie de montaje. La placa de montaje está asegurada a través de la superficie de montaje del cuerpo de almohadilla y tiene bordes opuestos que definen las muescas del localizador de montaje. La almohadilla de limpieza es de uno de un conjunto de tipos de almohadilla de limpieza que

15 tienes diferentes propiedades de limpieza. La placa de montaje tiene una característica única para el tipo de almohadilla de limpieza y que está posicionada para ser detectada por un sensor de característica de un robot en el que está montada la almohadilla.

En algunos ejemplos, la característica es una primera característica, y la placa de montaje tiene una segunda característica rotacionalmente simétrica a la primera característica. La característica puede tener un atributo de respuesta espectral único para el tipo de almohadilla de limpieza. La característica puede tener una reflectancia única para el tipo de almohadilla de limpieza. La característica puede tener una característica de radiofrecuencia única para el tipo de almohadilla de limpieza. La característica puede incluir un código de barras legible único para el tipo de almohadilla de limpieza. La característica puede incluir una imagen con una orientación única para el tipo de almohadilla de limpieza. La característica puede tener un color único para el tipo de almohadilla de limpieza. La característica puede incluir

20 elementos de identificación que tienen primera y segunda partes, teniendo la primera parte una primera reflectancia y teniendo la segunda parte una segunda reflectancia, siendo mayor la primera reflectancia que la segunda reflectancia. La característica puede incluir una etiqueta de identificación de radiofrecuencia única para la almohadilla de limpieza. La característica puede incluir recortes definidos por la placa de montaje, donde una distancia entre los recortes es única para el tipo de almohadilla de limpieza.

30 Otro aspecto de la invención incluye un conjunto de almohadillas de limpieza de robot autónomo de diferentes tipos. Cada una de las almohadillas de limpieza incluye un cuerpo de almohadilla y una placa de montaje. El cuerpo de almohadilla tiene superficies amplias opuestas, que incluyen una superficie de limpieza y una superficie de montaje. La placa de montaje está asegurada a través de la superficie de montaje del cuerpo de almohadilla y tiene bordes opuestos que definen características de localizador de montaje. La placa de montaje de cada almohadilla de montaje tiene una

35 característica de identificación del tipo de almohadilla única para el tipo de almohadilla de limpieza y que está posicionada para ser detectada por un robot en el que está montada la almohadilla.

En algunos casos, la característica es una primera característica, y la placa de montaje tiene una segunda característica rotacionalmente simétrica a la primera característica. La característica puede tener un atributo de respuesta espectral único para el tipo de almohadilla de limpieza. La característica puede tener una reflectancia única para el tipo de almohadilla de limpieza. La característica puede tener una característica de radiofrecuencia única para el tipo de almohadilla de limpieza. La característica puede incluir un código de barras legible único para el tipo de almohadilla de limpieza. La característica puede incluir una imagen con una orientación única para el tipo de almohadilla de limpieza. La característica puede tener un color único para el tipo de almohadilla de limpieza. La característica puede incluir

40 elementos de identificación que tienen primera y segunda partes, teniendo la primera parte una primera reflectancia y teniendo la segunda parte una segunda reflectancia, siendo mayor la primera reflectancia que la segunda reflectancia para una primera almohadilla de limpieza del conjunto, y siendo mayor la segunda reflectancia que la primera reflectancia para una segunda almohadilla de limpieza del conjunto. La característica puede incluir una etiqueta de identificación de radiofrecuencia única para la almohadilla de limpieza. La característica puede incluir recortes definidos por la placa de montaje, donde una distancia entre los recortes es única para el tipo de almohadilla de limpieza.

50 Un aspecto adicional de la invención incluye un método para limpiar un suelo. El método incluye unir una almohadilla de limpieza a una superficie inferior de un robot autónomo de limpieza de suelos, colocar el robot sobre un suelo que ha de ser limpiado, e iniciar una operación de limpieza de suelos. En la operación de limpieza de suelos, el robot detecta la almohadilla de limpieza unida e identifica un tipo de almohadilla de entre un conjunto de múltiples tipos de almohadilla y luego limpia de manera autónoma el suelo en un modo de limpieza seleccionado de acuerdo con el tipo de almohadilla

55 identificada.

En algunos casos, la almohadilla de limpieza incluye una marca de identificación. La marca de identificación puede incluir una tinta de color. El robot puede detectar la almohadilla de limpieza unida detectando la marca de identificación de la almohadilla de limpieza. Detectar la marca de identificación de la almohadilla de limpieza puede incluir detectar una respuesta espectral de la marca de identificación.

En otras implementaciones, el método incluye además expulsar la almohadilla de limpieza de la superficie inferior del robot autónomo de limpieza de suelos.

5 Las implementaciones descritas en esta descripción incluyen las siguientes características. La almohadilla de limpieza incluye una marca de identificación con características que permite distinguir la almohadilla de limpieza de las otras almohadillas de limpieza que tienen una marca de identificación con diferentes características. El robot incluye un hardware de detección para detectar la marca de identificación para determinar el tipo de almohadilla de limpieza, y el controlador del robot puede implementar un algoritmo de detección que juzgue el tipo de almohadilla de limpieza basándose en lo que detecte el hardware de detección. El robot selecciona un modo de limpieza, que incluye, por ejemplo, información de comportamiento de navegación y de programa de pulverización que el robot utiliza para limpiar la habitación. Como resultado, un usuario simplemente fija la almohadilla de limpieza al robot, y el robot puede entonces seleccionar el modo de limpieza. En algunos casos, el robot puede fallar al detectar la marca de identificación y determinar que se ha producido un error.

15 Las implementaciones derivan además las siguientes ventajas de las características descritas anteriormente y otras características descritas en esta descripción. Por ejemplo, la utilización del robot requiere un número reducido de intervenciones de usuario. El robot puede operar mejor de una manera autónoma porque el robot puede tomar decisiones de manera autónoma con respecto a los modos de limpieza sin la intervención del usuario. Adicionalmente, se pueden producir menos errores de usuario porque el usuario no necesita seleccionar manualmente un modo de limpieza. El robot también puede identificar errores que el usuario puede no advertir, tal como un movimiento indeseable de la almohadilla de limpieza en relación con el robot. El usuario no necesita identificar visualmente el tipo de almohadilla de limpieza, por ejemplo, examinando cuidadosamente el material o las fibras de la almohadilla de limpieza. El robot puede simplemente detectar la marca de identificación única. El robot también puede iniciar rápidamente operaciones de limpieza detectando el tipo de almohadilla de limpieza utilizada.

20 Los detalles de una o más implementaciones se han expuesto en los dibujos adjuntos y en la descripción siguiente. Otras características, objetos, y ventajas de la invención resultarán evidentes a partir de la descripción y los dibujos, y a partir de las reivindicaciones.

25 Descripción de los dibujos

La fig. 1A es una vista en perspectiva de un robot móvil autónomo para limpieza que utiliza una almohadilla de limpieza ejemplar.

La fig. 1B es una vista lateral del robot móvil autónomo de la fig. 1A.

30 La fig. 2A es una vista en perspectiva de la almohadilla de limpieza ejemplar de la fig. 1A.

La fig. 2B es una vista en perspectiva despiezada ordenadamente de la almohadilla de limpieza ejemplar de la fig. 2A.

La fig. 2C es una vista superior de la almohadilla de limpieza ejemplar de la fig. 2A.

La fig. 3A es una vista inferior de un mecanismo de unión ejemplar para la almohadilla.

La fig. 3B es una vista lateral del mecanismo de unión en una posición segura.

35 La fig. 3C es una vista superior del mecanismo de unión para la almohadilla.

La fig. 3D es una vista lateral en sección del mecanismo de unión para la almohadilla en una posición de liberación.

Las figs. 4A-4C son vistas superiores del robot cuando pulveriza una superficie de suelo con un fluido.

La fig. 4D es una vista superior del robot cuando friega una superficie de suelo.

La fig. 4E ilustra el robot que implementa un comportamiento de vid cuando maniobra alrededor de una habitación.

40 La fig. 5 es una vista esquemática del controlador del robot móvil de la fig. 1A.

La fig. 6A es una vista superior de una almohadilla de limpieza con una primera característica de identificación de almohadilla.

La fig. 6B es una vista superior de un mecanismo de unión de almohadilla que tiene un primer lector de identificación de almohadilla.

45 La fig. 6C es una vista despiezada ordenadamente del mecanismo de unión de almohadilla de la fig. 6B.

La fig. 6D es un diagrama de flujo de un algoritmo de identificación de almohadilla utilizado para determinar un tipo de almohadilla de limpieza unida al mecanismo de unión ejemplar de la fig. 6B.

La fig. 7A es una vista superior de una almohadilla de limpieza con una segunda característica de identificación de almohadilla.

La fig. 7B es una vista superior de un mecanismo de unión de almohadilla con un segundo lector de identificación de almohadilla.

5 La fig. 7C es una vista despiezada ordenadamente del mecanismo de unión de almohadilla de la fig. 7B.

La fig. 7D es un diagrama de flujo de un algoritmo de identificación de almohadilla utilizado para determinar un tipo de almohadilla de limpieza unida al mecanismo de unión ejemplar de la fig. 7B.

Las figs. 8A-8F muestran almohadillas de limpieza con otras características de identificación de almohadilla.

La fig. 9 es un diagrama de flujo que describe la utilización de un sistema de identificación de almohadilla.

10 Símbolos de referencia similares en los diferentes dibujos indican elementos similares.

#### Descripción detallada

Se ha descrito con más detalle a continuación un robot de limpieza móvil autónomo que puede limpiar una superficie de suelo de una habitación navegando alrededor de la habitación mientras que friega la superficie de suelo. El robot puede pulverizar un fluido de limpieza sobre la superficie de suelo y utilizar una almohadilla de limpieza unida a la parte inferior del robot para fregar la superficie de suelo. El fluido de limpieza puede, por ejemplo, disolver y suspender los residuos en la superficie de suelo. El robot puede seleccionar automáticamente un modo de limpieza basándose en la almohadilla de limpieza unida al robot. El modo de limpieza puede incluir, por ejemplo, una cantidad del fluido de limpieza distribuido por el robot y/o un patrón de limpieza. En algunos casos, la almohadilla de limpieza puede limpiar la superficie de suelo sin la utilización de fluido de limpieza, así el robot no necesita pulverizar fluido de limpieza sobre la superficie de suelo como parte del modo de limpieza seleccionado. En otros casos, la cantidad de fluido de limpieza utilizada para limpiar la superficie puede variar basándose en el tipo de almohadilla identificada por el robot. Algunas almohadillas de limpieza pueden requerir una gran cantidad de fluido de limpieza para mejorar el rendimiento de fregado, y otras almohadillas de limpieza pueden requerir una cantidad relativamente pequeña de fluido de limpieza. El modo de limpieza puede incluir una selección de comportamiento de navegación que hace que el robot emplee ciertos patrones de movimiento. Por ejemplo, si el robot pulveriza fluido de limpieza sobre el suelo como parte del modo de limpieza, el robot puede seguir patrones de movimiento que fomentan un movimiento de fregado hacia adelante y hacia atrás para dispersar y absorber suficientemente el líquido de limpieza, que puede contener residuos suspendidos. Las características de navegación y de pulverización de los modos de limpieza pueden variar ampliamente de un tipo de almohadilla de limpieza a otro tipo de almohadilla de limpieza. El robot puede seleccionar estas características tras detectar el tipo de almohadilla de limpieza unida al robot. Como se describirá en detalle a continuación, el robot detecta automáticamente características de identificación de la almohadilla de limpieza para identificar el tipo de almohadilla de limpieza unida y selecciona un modo de limpieza de acuerdo con el tipo identificado de almohadilla de limpieza.

#### Estructura Total del Robot

Con referencia a la fig. 1A, en algunas implementaciones un robot 100 móvil autónomo, que pesa menos de 5 libras (por ejemplo, menos de 2,26 kg) y que tiene un centro de gravedad CG, navega y limpia una superficie 10 de suelo. El robot 100 incluye un cuerpo 102 soportado por un accionamiento (no mostrado) que puede maniobrar el robot 100 a través de la superficie 10 de suelo basándose en, por ejemplo, un comando de accionamiento que tiene x, y, y  $\theta$  componentes. Como se ha mostrado, el cuerpo 102 de robot tiene una forma cuadrada. En otras implementaciones, el cuerpo 102 puede tener otras formas, tal como una forma circular, una forma ovalada, una forma de lágrima, una forma rectangular, una combinación de una parte frontal cuadrada o rectangular y una parte posterior circular, o una combinación longitudinalmente asimétrica de cualquiera de estas formas. El cuerpo 102 de robot tiene una parte delantera 104 y una parte trasera 106 (hacia la popa). El cuerpo 102 también incluye una parte inferior (no mostrada) y una parte superior 108.

A lo largo de la parte inferior del cuerpo 102 de robot, uno o más sensores posteriores (no mostrados) de desniveles verticales ubicados en una o ambas esquinas posteriores del robot 100 y uno o más sensores posteriores (no mostrados) de desniveles verticales ubicados en una o en ambas de las esquinas frontales del robot 100 móvil detectan salientes u otros cambios bruscos de elevación de la superficie 10 de suelo e impiden que el robot 100 caiga sobre tales bordes de suelo. Los sensores de desniveles verticales pueden ser sensores de caída mecánicos o sensores de proximidad basados en la luz, tales como un par de IR (infrarrojos), un emisor doble, un receptor único o un receptor doble, un sensor de proximidad basado en la luz IR de un solo emisor dirigido hacia abajo en una superficie 10 de suelo. En algunos ejemplos, los sensores de desniveles verticales están colocados en ángulo en relación con las esquinas del cuerpo 102 de robot, de tal manera que cortan las esquinas, que se extienden entre las paredes laterales del robot 100 y que cubren la esquina tan cerca como sea posible para detectar cambios en la altura del suelo más allá de un umbral de altura. Colocar los sensores de desniveles verticales próximos a las esquinas del robot 100 asegura que se activarán inmediatamente cuando el robot 100 sobrepase de una caída en vertical de suelo e impide que las ruedas del robot avancen sobre el borde de la caída en vertical.

La parte delantera 104 del cuerpo 102 lleva un parachoques 110 móvil para detectar colisiones en direcciones longitudinales (A, F) o laterales (L, R). El parachoques 110 tiene una forma que complementa el cuerpo 102 de robot y se extiende hacia delante del cuerpo 102 de robot haciendo la dimensión total de la parte delantera 104 más ancha que la parte trasera 106 del cuerpo 102 de robot. La parte inferior del cuerpo 102 de robot lleva una almohadilla 120 de limpieza unida. Con referencia brevemente a la fig. 1B, la parte inferior del cuerpo 102 de robot incluye las ruedas 121 que soportan de manera giratoria la parte trasera 106 del cuerpo 102 de robot cuando el robot 100 navega alrededor de la superficie 10 de suelo. La almohadilla 120 de limpieza soporta la parte delantera 104 del cuerpo 102 de robot cuando el robot 100 navega alrededor de la superficie 10 de suelo. En una implementación, la almohadilla 120 de limpieza se extiende más allá de la anchura del parachoques 110 de tal manera que el robot 100 puede posicionar un borde exterior de la almohadilla 120 hasta y a lo largo de superficies difíciles de alcanzar o en grietas, tal como en una interfaz pared-suelo. En otra implementación, la almohadilla 120 de limpieza se extiende hasta los bordes y no se extiende más allá de un soporte de almohadilla (no mostrado) del robot. En tales ejemplos, la almohadilla 120 puede estar cortada francamente en los extremos y ser absorbente en las superficies laterales. El robot 100 puede empujar el borde de la almohadilla 120 contra las superficies de la pared. La posición de la almohadilla 120 de limpieza permite además que la almohadilla 120 de limpieza limpie las superficies o hendiduras de una pared mediante el borde extendido de la almohadilla 120 de limpieza mientras el robot 100 se mueve en un movimiento de seguimiento de la pared. La extensión de la almohadilla 120 de limpieza permite así que el robot 100 limpie en grietas y hendiduras más allá del alcance del cuerpo 102 de robot.

Un depósito 122 dentro del cuerpo 102 de robot contiene un fluido 124 de limpieza (por ejemplo, solución de limpieza, agua y/o detergente) y puede contener, por ejemplo 170-230 mL del fluido 124 de limpieza. En un ejemplo, el depósito 122 tiene una capacidad de 200 mL de fluido. El robot 100 tiene un aplicador 126 de fluido conectado al depósito 122 por un tubo dentro del cuerpo 102 de robot. El aplicador 126 de fluido puede ser un pulverizador o un mecanismo de pulverización, que tiene una boquilla superior 128a y una boquilla inferior 128b. La boquilla superior 128a y la boquilla inferior 128b están apiladas verticalmente en un rebaje 129 en el aplicador 126 de fluido e inclinadas desde un plano horizontal paralelo a la superficie 10 de suelo. Las boquillas 128a-128b están separadas entre sí de tal manera que la boquilla superior 128a pulveriza longitudes relativamente largas de fluido hacia adelante y hacia atrás para cubrir un área de la superficie 10 de suelo en la parte frontal del robot 100, y la otra boquilla 128b pulveriza longitudes relativamente cortas de fluido hacia adelante y hacia atrás para dejar un suministro hacia atrás de fluido aplicado sobre un área de la superficie 10 de suelo en frente de, pero más cerca de, el robot 100 que del área de fluido aplicado dispensado por la boquilla superior 128a. En algunos casos, las boquillas 128a, 128b completan cada ciclo de pulverización succionando en un pequeño volumen de fluido en la abertura de la boquilla de modo que el fluido 124 de limpieza no se escape ni gotee desde las boquillas 128a, 128b después de cada caso de pulverización.

En otros ejemplos del aplicador 126 de fluido, múltiples boquillas están configuradas para pulverizar fluido en diferentes direcciones. El aplicador de fluido puede aplicar fluido hacia abajo a través de un parte inferior del parachoques 110 en lugar de hacia fuera, goteando o pulverizando el fluido de limpieza directamente en la parte frontal del robot 100. En algunos ejemplos, el aplicador de fluido es un paño o una tira de microfibra, un cepillo de dispersión de fluido, o un pulverizador. En otros casos, el robot 100 incluye una sola boquilla.

La almohadilla 120 de limpieza y el robot 100 están dimensionados y conformados de tal manera que el proceso de transferir el fluido de limpieza desde el depósito 122 a la almohadilla 120 de limpieza absorbente mantiene el equilibrio hacia adelante y hacia atrás del robot 100 durante el movimiento dinámico. El fluido es distribuido de modo que el robot 100 impulsa continuamente la almohadilla 120 de limpieza sobre una superficie 10 de suelo sin que la almohadilla 120 de limpieza cada vez más saturada y el depósito 122 de fluido cada vez menos ocupado levanten la parte trasera 106 del robot 100 y lancen la parte delantera 104 del robot 100 hacia abajo, lo que puede aplicar una fuerza hacia abajo que prohíbe el movimiento al robot 100. Así, el robot 100 es capaz de mover la almohadilla 120 de limpieza a través de la superficie 10 de suelo incluso cuando la almohadilla 120 de limpieza está completamente saturada con fluido y el depósito está vacío. El robot 100 puede rastrear la cantidad de superficie 10 de suelo recorrido y/o la cantidad de fluido que permanece en el depósito 122, y proporcionar un alerta audible y/o visible a un usuario para sustituir la almohadilla 120 de limpieza y/o para rellenar el depósito 122. En algunas implementaciones, el robot 100 deja de moverse y permanece en su sitio en la superficie 10 de suelo si la almohadilla 120 de limpieza está completamente saturada o de otra manera necesita ser sustituida, si queda suelo que ha de ser limpiado.

La parte superior 108 del robot 100 incluye un asa 135 para que un usuario lleve el robot 100. El asa 135 se ha mostrado en la fig. 1A extendido para llevar. Cuando está plegado, el asa 135 anida en un rebaje en la parte superior 108 del robot 100. La parte superior 108 también incluye un interruptor 136 dispuesto debajo del asa 135 que activa un mecanismo de liberación de almohadilla, que será descrito con más detalle a continuación. La flecha 138 indica la dirección del movimiento del interruptor. Como se describirá con más detalle a continuación, alternando el interruptor 136 se activa el mecanismo de liberación de almohadilla para liberar la almohadilla 120 de limpieza desde un soporte de almohadilla del robot 100. El usuario también puede presionar un botón limpio 140 para encender el robot 100 y para instruir al robot 100 para iniciar una operación de limpieza. El botón limpio 140 puede ser utilizado para otras operaciones de robot también, tal como apagar el robot 100.

Se pueden encontrar otros detalles de la estructura total del robot 100 en la solicitud de patente de los EE.UU con N° de Serie 14/077.296 titulada "Autonomous Surface Cleaning Robot" presentada el 12 de Noviembre, de 2013, la Solicitud de

Patente Provisional de los EE.UU con N° de Serie 61/902.838 titulada "Cleaning Pad" presentada el 12 de Noviembre, de 2013, y la Solicitud de Patente Provisional de los EE.UU con N° de Serie 62/059.637 titulada "Surface Cleaning Pad" presentada el 3 de Octubre, de 2014, los contenidos completos de cada una de las cuales se han incorporado en este documento por referencia.

## 5 Estructura de la Almohadilla de Limpieza

Con referencia a la fig. 2A, la almohadilla 120 de limpieza incluye capas absorbentes 201, una capa 204 de envoltura exterior, y un reverso 206 de tarjeta. La almohadilla 120 tiene extremos cortados francamente de tal manera que las capas absorbentes 201 están expuestas en ambos extremos de la almohadilla 120. En lugar de que la capa 204 de envoltura esté sellada en los extremos 207 de la almohadilla 120 y comprima los extremos 207 de las capas absorbentes 201, la longitud completa de la almohadilla 120 está disponible para absorción y limpieza de fluidos. Ninguna parte de las capas absorbentes 201 es comprimida por la capa 204 de envoltura y por lo tanto es incapaz de absorber el fluido de limpieza. Adicionalmente, al final de una operación de limpieza, las capas absorbentes 201 de la almohadilla 120 de limpieza impiden que la almohadilla 120 de limpieza se empape e impiden que los extremos 207 se desvíen al completar un recorrido de limpieza debido al exceso de peso del fluido de limpieza absorbido. El fluido de limpieza absorbido es retenido de forma segura por las capas absorbentes 201 de modo que el fluido de limpieza no gotee desde la almohadilla 120 de limpieza.

Con referencia también a la fig. 2B, las capas absorbentes 201 incluyen primera, segunda y tercera capas 201a, 201b, y 201c, pero son posibles capas adicionales o menos capas. En algunas implementaciones, las capas absorbentes 201a-201c pueden estar unidas entre sí o fijadas entre sí.

La capa 204 de envoltura es un material poroso, no tejido que se envuelve alrededor de las capas absorbentes 201. La capa 204 de envoltura puede incluir una capa de hidroligado y una capa abrasiva. La capa abrasiva puede estar dispuesta en la superficie exterior de la capa de envoltura. La capa de hidroligado puede estar formada por un proceso, también conocido como enredado hidráulicamente, enmarañado con agua, enmarañado de chorro o punción hidráulica en la que se enmaraña una banda de fibras sueltas para formar una estructura de lámina sometiendo las fibras a múltiples pasadas de chorros de agua fina y de alta presión. El proceso de enredado hidráulico puede enredar materiales fibrosos en bandas no tejidas de compuesto. Estos materiales ofrecen ventajas de rendimiento necesarias para muchas aplicaciones de limpieza debido a su rendimiento mejorado o a su estructura de costes.

La capa 204 de envoltura se envuelve alrededor de las capas absorbentes 201 e impide que las capas absorbentes 201 contacten directamente con la superficie 10 de suelo. La capa 204 de envoltura puede ser un material flexible que tiene fibras naturales o artificiales (por ejemplo, hidroligado o hilado por unión). El fluido aplicado a un suelo 10 debajo de la almohadilla 120 de limpieza se transfiere a través de la capa 204 de envoltura y a las capas absorbentes 201. La capa 204 de envoltura envuelta alrededor de las capas absorbentes 201 es una capa de transferencia que impide la exposición de material absorbente a granel en las capas absorbentes 201.

Si la capa 204 de envoltura de la almohadilla 120 de limpieza es demasiado absorbente, la almohadilla 120 de limpieza puede generar una resistencia excesiva al movimiento a través del suelo 10 y puede ser difícil de mover. Si la resistencia es demasiado grande, un robot, por ejemplo, puede ser incapaz de superar tal resistencia mientras que intenta mover la almohadilla 120 de limpieza a través de la superficie 10 de suelo. Con referencia de nuevo a la fig. 2A, la capa 204 de envoltura recoge la suciedad y los residuos soltados por la capa exterior abrasiva y puede dejar un brillo fino del fluido 124 de limpieza sobre la superficie 10 de suelo que seca el aire sin dejar marcas de manchas en el suelo 10. El brillo fino de la solución de limpieza puede estar, por ejemplo, entre 1,5 y 3,5 ml/metro cuadrado y preferiblemente se seca dentro de una cantidad de tiempo razonable (por ejemplo, 2 minutos a 10 minutos).

Preferiblemente, la almohadilla 120 de limpieza no se hincha ni se expande significativamente tras absorber el fluido 124 de limpieza y proporciona un aumento mínimo en el grosor total de la almohadilla. Esta característica de la almohadilla 120 de limpieza impide que el robot 100 se incline hacia atrás o se levante si la almohadilla 120 de limpieza se expande. La almohadilla 120 de limpieza es suficientemente rígida para soportar el peso de la parte frontal del robot. En un ejemplo, la almohadilla 120 de limpieza puede absorber hasta 180 ml o el 90% del fluido total contenido en el depósito 122. En otro ejemplo la almohadilla 120 de limpieza retiene aproximadamente 55 a 60 ml del fluido 124 de limpieza y una capa 204 de envoltura exterior saturada contiene aproximadamente 6 a aproximadamente 8 ml del fluido 124 de limpieza.

La capa 204 de envoltura de algunas almohadillas puede ser construida para absorber fluido. En algunos casos, la capa 204 de envoltura es lisa, tal como para impedir rayar las superficies delicadas de suelo. La almohadilla 120 de limpieza puede incluir uno o más de los siguientes componentes del agente de limpieza: butoxipropanol, alquil poliglicósido, cloruro de dialquil dimetil amonio, aceite de ricino de polioxi-etileno, sulfonato de alquibenceno lineal, ácido glicólico – que sirven como surfactantes y para atacar depósitos de incrustaciones y minerales, entre otras cosas. Diferentes almohadillas también pueden incluir conservantes aromatizantes, antibacterianos o anti-hongos.

Con referencia a las figs. 2A-2C, la almohadilla 120 de limpieza incluye la capa de reverso de cartón o reverso 206 de tarjeta adherida a la superficie superior de la almohadilla 120 de limpieza. Como se describirá a continuación en detalle,

cuando el reverso 206 de tarjeta (y por lo tanto la almohadilla 120 de limpieza) es cargado sobre el robot 100, una superficie 202 de montaje del reverso 206 de tarjeta está orientada hacia el robot 100 para permitir al robot 100 identificar el tipo de almohadilla 120 de limpieza cargada. Aunque el reverso 206 de tarjeta ha sido descrito como material de cartón, en otras implementaciones, el material del reverso de tarjeta puede ser cualquier material rígido que mantiene la almohadilla de limpieza en su sitio de tal manera que la almohadilla de limpieza no se traslada significativamente durante el movimiento del robot. En algunos casos, la almohadilla de limpieza puede ser un material de plástico rígido que puede ser lavable y reutilizable, tal como policarbonato.

El reverso 206 de tarjeta sobresale más allá de los bordes longitudinales de la almohadilla 120 de limpieza y los bordes 210 longitudinales sobresaliente del reverso 206 de tarjeta unidos al soporte de almohadilla (que será descrito a continuación con respecto a las figs. 3A-3D) del robot 100. El reverso 206 de tarjeta puede estar entre 0,02 y 0,03 pulgadas de grosor (por ejemplo, entre 0,5 mm y 0,8 mm), entre 68 y 72 mm de anchura y entre 90-94 mm de longitud. En una implementación, el reverso 206 de tarjeta tiene un grosor de 0,026 pulgadas (por ejemplo, 0,66 mm), 70 mm de anchura y 92 mm de longitud. El reverso 206 de tarjeta está revestido en ambos lados con un revestimiento resistente al agua, tal como cera o polímero o una combinación de materiales resistentes al agua, tales como cera/alcohol polivinílico, poliamina, para ayudar a impedir que el reverso 206 de tarjeta se desintegre cuando se moja.

El reverso 206 de tarjeta define recortes 212 centrados a lo largo de los bordes 210 longitudinales sobresalientes del reverso 206 de tarjeta. El reverso de tarjeta también incluye un segundo conjunto de recortes 214 en los bordes laterales del reverso 206 de tarjeta. Los recortes 212, 214 están centrados simétricamente a lo largo del eje central longitudinal YP de la almohadilla 120 y del eje central lateral XP de la almohadilla 120.

En algunos casos, la almohadilla 120 de limpieza es desechable. En otros casos, la almohadilla 120 de limpieza es una almohadilla de paño de microfibra reutilizable con un reverso de plástico duradero. La almohadilla de paño puede ser lavable, y secada a máquina sin fundir ni degradar el reverso. En otro ejemplo, la almohadilla de paño de microfibra lavable incluye un mecanismo de unión para asegurar la almohadilla de limpieza a un reverso de plástico permitiendo retirar el reverso antes del lavado. Un mecanismo de unión ejemplar puede incluir Velcro u otros dispositivos de mecanismo de unión de gancho y lazo unidos tanto a la almohadilla de limpieza como al reverso de plástico. Otra almohadilla 120 de limpieza está destinada a ser utilizada como un paño seco desechable e incluye una sola capa de material hidroligado o hilado por unión perforado con aguja que tiene fibras expuestas para atrapar los pelos. La almohadilla 120 de limpieza puede incluir un tratamiento químico que añade una característica de adherencia para retener la suciedad y los residuos.

Para un tipo identificado de almohadilla 120 de limpieza, el robot 100 selecciona un comportamiento de navegación y un programa de pulverización correspondientes. La almohadilla 120 de limpieza puede estar identificada, por ejemplo, como uno de los siguientes:

- Una almohadilla de limpieza de mopa húmeda puede ser aromatizada o previamente enjabonada.
- Una almohadilla de limpieza de mopa mojada que puede ser aromatizada, previamente enjabonada, y requiere menos fluido de limpieza que la almohadilla de limpieza de mopa húmeda.
- Una almohadilla de limpieza de polvo seco que puede ser aromatizada, infiltrada con aceite mineral, y no requiere de ningún fluido de limpieza.
- Una almohadilla de limpieza lavable que puede ser reutilizada y puede limpiar una superficie de suelo utilizando agua, solución de limpieza, solución aromatizada, u otros fluidos de limpieza.

En algunos ejemplos, la almohadilla de limpieza de mopa húmeda, la almohadilla de limpieza de mopa mojada, y la almohadilla de limpieza de polvo seco son almohadillas de limpieza desechables de un solo uso. La almohadilla de limpieza de mopa húmeda y la almohadilla de limpieza de mopa mojada pueden ser previamente humedecidas o previamente húmedas de tal manera que una almohadilla, tras la retirada de su envase, contiene agua u otro fluido de limpieza. La almohadilla de limpieza de polvo seco puede ser infiltrada de manera separada con el aceite mineral. Los comportamientos de navegación y los programas de pulverización que pueden estar asociados con cada tipo de almohadilla de limpieza serán descritos con más detalle más tarde con respecto a las figs. 4A-4E y a las Tablas 1-3.

#### Mecanismo de Soporte y de Unión de Almohadilla de Limpieza

Con referencia también ahora a las figs. 3A-3D, la almohadilla 120 de limpieza está asegurada al robot 100 por un soporte 300 de almohadilla. El soporte 300 de almohadilla incluye protuberancias 304 centradas en relación con el eje central longitudinal YH en la parte inferior del soporte 300 de almohadilla y ubicadas a lo largo del eje central lateral XH en la parte inferior del soporte 300 de almohadilla. El soporte 300 de almohadilla también incluye una protuberancia 306 ubicada a lo largo de un eje central longitudinal YH en la parte inferior del soporte 300 de almohadilla y centrada en relación con un eje central lateral XH en la parte inferior del soporte 300 de almohadilla. En la fig. 3A, la protuberancia 306 levantada en el borde longitudinal del soporte 300 de almohadilla queda oculta por un clip 324a de retención, que se ha mostrado en una vista fantasma de modo que la protuberancia 306 levantada sea visible.



Los recortes 214 de la almohadilla 120 de limpieza se aplican con las protuberancias 304 correspondientes del soporte 300 de almohadilla, y los recortes 212 de la almohadilla 120 de limpieza se aplican con la protuberancia 306 correspondiente del soporte 300 de almohadilla. Las protuberancias 304, 306 alinean la almohadilla 120 de limpieza con el soporte 300 de almohadilla y retienen la almohadilla 120 de limpieza relativamente estacionaria en el soporte 300 de almohadilla impidiendo el deslizamiento lateral y/o transversal. La configuración de los recortes 212, 214 y de las protuberancias 304, 306 permite instalar la almohadilla 120 de limpieza en el soporte 300 de almohadilla desde cualquiera de dos direcciones idénticas (180 grados opuestas entre sí). El soporte 300 de almohadilla también puede liberar más fácilmente la almohadilla 120 de limpieza cuando se activa el mecanismo 322 de liberación. El número de protuberancias levantadas cooperantes y de recortes pueden variar en otros ejemplos.

Debido a que las protuberancias 304, 306 levantadas se extienden hacia los recortes 212, 214, la almohadilla 120 de limpieza es mantenida por consiguiente en su sitio contras las fuerzas de rotación mediante el sistema de retención de recorte-protuberancia. En algunos casos, el robot 100 se mueve en un movimiento de fregado, como se ha descrito en este documento, y, en algunas realizaciones, el soporte 300 de almohadilla hace oscilar la almohadilla 120 de limpieza para un fregado adicional. Por ejemplo, el robot 100 puede hacer oscilar la almohadilla 120 de limpieza unida en una órbita de 12-15 mm para fregar el suelo. El robot 100 puede aplicar una libra o menos de fuerza de empuje hacia abajo a la almohadilla. Alineando los recortes 212, 214 en el reverso 206 de tarjeta con las protuberancias 304, 306, la almohadilla 120 permanece estacionaria en relación con el soporte 300 de almohadilla durante su utilización, y la aplicación del movimiento de fregado, que incluye el movimiento de oscilación, transfiere directamente desde el soporte 300 de almohadilla a través de las capas de la almohadilla 120 sin pérdida de movimiento transferido.

Con referencia a las figs. 3B-3D, un mecanismo 322 de liberación de almohadilla incluye un clip 324a de retención móvil, un labio, que mantiene la almohadilla 120 de limpieza de manera segura en su sitio agarrando los bordes 210 longitudinales sobresalientes del reverso 206 de tarjeta. Un clip 324b de retención no móvil también soporta la almohadilla 120 de limpieza. El mecanismo 322 de liberación de almohadilla incluye un clip 324a de retención móvil y una protuberancia 326 de expulsión que se desliza a través de una ranura o abertura en el soporte 300 de almohadilla. En algunas implementaciones, los clips 324a, 324b de retención pueden incluir cierres de bucle y lazo, y en otra realización, los clips 324a, 324b de retención pueden incluir clips, o soportes de retención, y clips o soportes de retención que se pueden mover de manera selectiva para liberar de manera selectiva la almohadilla para su retirada. Se pueden utilizar otros tipos de retenedores para conectar la almohadilla 120 de limpieza al robot 100, tales como broches, abrazaderas, soportes, adhesivo, etc., que pueden estar configurados para permitir la liberación de la almohadilla 120 de limpieza, tal como tras la activación del mecanismo 322 de liberación de almohadilla.

El mecanismo 322 de liberación de almohadilla puede ser empujado hacia una posición baja (fig. 3D) para liberar la almohadilla 120 de limpieza. La protuberancia 326 de expulsión empuja hacia abajo sobre el reverso 206 de tarjeta de la almohadilla 120 de limpieza. Como se ha descrito anteriormente con respecto a la fig. 1A, el usuario puede alternar el interruptor 136 para activar el mecanismo 322 de liberación de almohadilla. Tras alternar el interruptor, un activador de resorte (no mostrado) hace girar el mecanismo 322 de liberación de almohadilla para mover el clip 324a de retención lejos del reverso 206 de tarjeta. La protuberancia 326 de expulsión se mueve entonces a través de la ranura del soporte 300 de almohadilla y empuja el reverso 206 de tarjeta y por consiguiente la almohadilla 120 de limpieza fuera del soporte 300 de almohadilla.

El usuario desliza típicamente la almohadilla 120 de limpieza hacia el soporte 300 de almohadilla. En el ejemplo ilustrado, la almohadilla 120 de limpieza puede ser empujada hacia el soporte 300 de almohadilla para aplicarse con los clips 324 de retención.

#### Comportamientos de Navegación y Programas de Pulverización

Con referencia de nuevo a las figs. 1A-1B, el robot 100 puede ejecutar una variedad de comportamientos de navegación y programas de pulverización dependiendo del tipo de almohadilla 120 de limpieza que ha sido cargado en el soporte 300 de almohadilla. Un modo de limpieza – que puede incluir un comportamiento de navegación y un programa de pulverización – varía de acuerdo con la almohadilla 120 de limpieza cargada en el soporte 300 de almohadilla.

Los comportamientos de navegación pueden incluir un patrón de movimiento recto, un patrón de vid, un patrón de trenza africana, o cualesquiera combinaciones de estos patrones. También son posibles otros patrones. En el patrón de movimiento recto, el robot 100 se mueve generalmente en una trayectoria recta para seguir un obstáculo definido por bordes rectos, tal como una pared. La utilización continua y repetida del patrón de pata de ave es denominada como el patrón de vid o el patrón de enredadera. En el patrón de vid, el robot 100 ejecuta repeticiones de un patrón de pata de ave en el que el robot 100 se mueve hacia adelante y hacia atrás mientras que avanza incrementalmente a lo largo de una trayectoria generalmente hacia adelante. Cada repetición del patrón de pata de ave hace avanzar el robot 100 a lo largo de una trayectoria generalmente hacia adelante, y la ejecución repetida del patrón de pata de ave puede permitir que el robot atraviese la superficie de suelo en la trayectoria generalmente hacia adelante. El patrón de vid y el patrón de pata de ave serán descritos con más detalle a continuación con respecto a las figs. 4A-4E. En el patrón de trenza africana, el robot 100 se mueve hacia adelante y hacia atrás a través de una habitación de modo que el robot 100 se mueve perpendicular al movimiento longitudinal del patrón ligeramente entre cada recorrido a través de la habitación para formar una serie de filas generalmente paralelas que atraviesan la superficie de suelo.

En el ejemplo descrito a continuación, cada programa de pulverización define generalmente un período de humedecimiento, un período de limpieza, y un período de finalización. Los diferentes períodos de cada programa de pulverización definen una frecuencia de pulverización (basada en la distancia recorrida) y una duración de pulverización. El período de humedecimiento se produce inmediatamente después de encender el robot 100 e iniciar la operación de limpieza. Durante el período de humedecimiento, la almohadilla 120 de limpieza requiere fluido de limpieza adicional para humedecer suficientemente la almohadilla 120 de limpieza de modo que la almohadilla 120 de limpieza haya absorbido bastante fluido de limpieza para iniciar el período de limpieza de la operación de limpieza. Durante el período de limpieza, la almohadilla 120 de limpieza requiere menos fluido de limpieza que el que es requerido en el período de humedecimiento. El robot 100 pulveriza generalmente el fluido de limpieza con el fin de mantener la humedad de la almohadilla 120 de limpieza sin causar que el fluido de limpieza se acumule en el suelo 10. Durante el período de finalización, la almohadilla 120 de limpieza requiere menos fluido de limpieza que el requerido en el período de limpieza. Durante el período de finalización, la almohadilla 120 de limpieza de manera general está completamente saturada y solo necesita absorber bastante líquido para adaptarse a la evaporación u otro secado que de otra manera podría impedir la eliminación de suciedad y residuos del suelo 10.

Con referencia a la TABLA 1 a continuación, el tipo de almohadilla 120 de limpieza identificado por el robot 100 determina el programa de pulverización y el comportamiento de navegación del modo de limpieza que han de ser ejecutados en el robot 100. El programa de pulverización – que incluye el período de humedecimiento, el período de limpieza, y el período de finalización – difiere dependiendo del tipo de almohadilla 120 de limpieza. Si el robot 100 determina que la almohadilla 120 de limpieza es la almohadilla de limpieza de mopa húmeda, la almohadilla de limpieza de mopa mojada, o la almohadilla de limpieza lavable, el robot 100 ejecuta un programa de pulverización que tiene períodos que definen una cierta duración de pulverización para cada fracción o múltiplo de un patrón de pata de ave. El robot 100 ejecuta un comportamiento de navegación que utiliza patrones de vid y de trenza africana cuando el robot 100 atraviesa la habitación, y un patrón de movimiento recto cuando el robot 100 se mueve alrededor de un perímetro de la habitación o bordes de objetos dentro de la habitación. Aunque los programas de pulverización han sido descritos como teniendo tres períodos distintos, en algunas implementaciones, el programa de pulverización puede incluir más de tres períodos o menos de tres períodos. Por ejemplo, el programa de pulverización puede tener primer y segundo períodos de limpieza además del período de humedecimiento y del período de finalización. En otros casos, si el robot está configurado para funcionar con una almohadilla de limpieza previamente humedecida, el período de humedecimiento puede no ser necesario. De manera similar, el comportamiento de navegación puede incluir otros patrones de movimiento, tales como patrones en zigzag o en espiral. Aunque la operación de limpieza ha sido descrita para incluir el período de humedecimiento, el período de limpieza, y el período de finalización, en algunas implementaciones, la operación de limpieza puede incluir solo el período de limpieza y el período de finalización, y el período de humedecimiento puede ser una operación separada que se produce antes de la operación de limpieza.

Si el robot 100 determina que la almohadilla 120 de limpieza es la almohadilla de limpieza de polvo seco, el robot puede ejecutar un programa de pulverización en el que el robot 100 simplemente no pulveriza el fluido 124 de limpieza. El robot 100 puede ejecutar un comportamiento de navegación que utiliza el patrón de trenza africana cuando el robot 100 atraviesa la habitación, y un patrón de movimiento recto cuando el robot 100 navega alrededor del perímetro de la habitación.

TABLA 1: Programas de Pulverización y Comportamiento de Navegación Ejemplares

		<b>Tipo de Almohadilla de Limpieza</b>				
		<b>Mopa Húmeda</b>	<b>Mopa Mojada</b>	<b>Lavable</b>	<b>Polvo Seco</b>	<b>Previamente Humedecido</b>
<b>Programa de Pulverización</b>	<b>Período de humedecimiento</b>	Pulverización de 1 segundo cada 0,5 patas de ave	Pulverización de 0,6 segundos cada 0,5 patas de ave	Pulverización de 0,6 segundos cada 0,5 patas de ave	No pulverizar	Pulverización de 1 segundo cada 0,5 patas de ave
	<b>Período de Limpieza</b>	Pulverización de 1 segundo cada 0,5 patas de ave	Pulverización de 0,5 segundos cada 1 pata de ave	Pulverización de 0,5 segundos cada 1 pata de ave	No pulverizar	Pulverización de 1 segundo cada 0,5 patas de ave
	<b>Período de Finalización</b>	Pulverización de 0,5 segundos cada 2 patas de ave	Pulverización de 0,3 segundos cada 2 patas de ave	Pulverización de 0,3 segundos cada 2 patas de ave	No pulverizar	Pulverización de 0,5 segundos cada 2 patas de ave
	<b>Limpieza de</b>	Patrones de vid y de trenza	Patrones de vid y de trenza	Patrones de vid y de trenza	Patrón de trenza	Patrones de vid y de trenza

<b>Comportamiento de Navegación</b>	<b>Habitación</b>	africana	africana	africana	africana	africana
	<b>Limpieza de Perímetro</b>	Patrón de movimiento recto	Patrón de movimiento recto	Patrón de movimiento recto	Patrón de movimiento recto	Patrón de movimiento recto

En los ejemplos descritos en la TABLA 1, aunque se ha descrito el robot para utilizar el mismo patrón durante el período de humedecimiento y los períodos de limpieza (por ejemplo, el patrón de vid, el patrón de trenza africana), en algunos ejemplos, el período de humedecimiento puede utilizar un patrón diferente. Por ejemplo, durante el período de humedecimiento, el robot puede depositar un charco más grande de fluido de limpieza y avanzar hacia delante y hacia atrás a través del líquido para humedecer la almohadilla. En tal implementación, el robot no inicia el patrón de trenza africana para atravesar la superficie de suelo hasta el período de limpieza. Con referencia a las figs. 4A-4D, la almohadilla 120 de limpieza del robot 100 friega una superficie 10 de suelo y absorbe fluidos de la superficie 10 de suelo. Como se ha descrito anteriormente con respecto a la fig. 1A, el robot 100 incluye el aplicador 126 de fluido que pulveriza el fluido 124 de limpieza en el superficie 10 de suelo. El robot 100 friega y elimina las manchas 22 (por ejemplo, suciedad, aceite, alimentos, salsas, café, café molido) que están siendo absorbidas por la almohadilla 120 junto con el fluido 124 aplicado que disuelve y/o desprende las manchas 22. Alguna de las manchas 22 puede tener propiedades viscoelásticas, que exhiben características tanto absorbentes como elásticas (por ejemplo, miel). La almohadilla 120 de limpieza es absorbente y puede ser abrasiva con el fin de erosionar las manchas 22 y las desprende de la superficie 10 de suelo.

Descrito también anteriormente, el aplicador 126 incluye la boquilla superior 128a y la boquilla inferior 128b para distribuir el fluido 124 de limpieza sobre la superficie 10 de suelo. La boquilla superior 128a y la boquilla inferior 128b pueden estar configuradas para pulverizar el fluido 124 de limpieza en un ángulo y distancia diferentes entre sí. Con referencia a las figs. 1 y 4B, la boquilla superior 128a está inclinada y espaciada en el rebaje 129 de tal manera que la boquilla superior 128a pulveriza longitudes relativamente más largas del fluido 124a de limpieza hacia delante y hacia atrás para cubrir un área en la parte frontal del robot 100. La boquilla inferior 128b está inclinada y espaciada en el rebaje 129 de tal manera que la boquilla inferior 128b pulveriza el fluido 124b longitudes relativamente cortas hacia adelante y hacia atrás para cubrir un área en la parte frontal pero más cerca del robot 100. Con referencia a la fig. 4C, la boquilla superior 128a – después de pulverizar el fluido 124a de limpieza – dispensa el fluido 124a de limpieza en un área delantera del fluido 402a aplicado. La boquilla inferior 128b – después de pulverizar el fluido de limpieza 124b – dispensa el fluido 124b de limpieza en un área trasera de fluido 402b aplicado.

Con referencia a las figs. 4A-4D, el robot 100 puede ejecutar una operación de limpieza moviéndose en una dirección F hacia delante hacia un obstáculo o pared 20, seguido por un movimiento en una dirección A hacia atrás o inversa. El robot 100 puede accionarse en una dirección de accionamiento hacia delante una primera distancia  $F_d$  a una primera ubicación  $L_1$ . Cuando el robot 100 se mueve hacia atrás en una segunda distancia  $A_d$  a una segunda ubicación  $L_2$ , las boquillas 128a, 128b pulverizan simultáneamente mayores longitudes del fluido 124a de limpieza y longitudes menores de fluido 124b sobre la superficie 10 de suelo en una dirección hacia adelante y/o hacia atrás en la parte frontal del robot 100 después de que el robot 100 se haya movido al menos una distancia D a través de un área de la superficie 10 de suelo que ya fue atravesada en la dirección F de accionamiento hacia adelante. El fluido 124 se puede aplicar a un área sustancialmente igual a o menor que la huella AF del área del robot 100. Debido a que la distancia D es la distancia que abarca al menos la longitud  $L_R$  del robot 100, el robot 100 puede determinar que el área del suelo 10 atravesada por el robot 100 no esté ocupada por muebles, paredes 20, desniveles verticales, alfombras u otras superficies u obstáculos sobre los que podría aplicarse el fluido 124 de limpieza si el robot 100 no hubiera determinado ya la presencia de un suelo 10 despejado. Moviéndose en la dirección F hacia delante y moviéndose luego en la dirección A inversa antes de aplicar el fluido 124 de limpieza, el robot 100 identifica los límites, tales como los cambios en el suelo y las paredes, e impide que el fluido dañe esos artículos.

En algunas implementaciones, las boquillas 128a, 128b dispensan el fluido 124 de limpieza en un patrón de área que se extiende una anchura  $W_R$  de robot y al menos una longitud  $L_R$  de robot en dimensión. La boquilla superior 128a y la boquilla inferior 128b aplican el fluido 124 de limpieza en dos tiras distintas separadas de fluido 402a, 402b aplicado que no se extienden toda la anchura  $W_R$  del robot 100 de tal manera que la almohadilla 120 de limpieza pueda pasar a través de los bordes exteriores de las tiras de fluido 402a, 402b aplicado en movimientos de fregado inclinados hacia adelante y hacia atrás (como se describirá a continuación con respecto a las figs. 4D-4E). En otras implementaciones las tiras de fluido 402a, 402b aplicado cubren la anchura  $W_S$  del 75-95% de la anchura  $W_R$  de robot y una longitud combinada  $L_S$  del 75-95% de la longitud  $L_R$  de robot. En algunos ejemplos, el robot 100 solo pulveriza sobre áreas atravesadas de la superficie 10 de suelo. En otras implementaciones, el robot 100 solo aplica el fluido 124 de limpieza a área de la superficie 10 de suelo que el robot 100 ya ha atravesado. En algunos ejemplos, las tiras de fluido 402a, 402b aplicado pueden ser sustancialmente rectangulares o elipsoidales.

El robot 100 puede moverse en un movimiento hacia adelante y hacia atrás para humedecer la almohadilla 120 de limpieza y/o fregar la superficie 10 de suelo sobre la que se ha aplicado el fluido 124 de limpieza. Con referencia a la fig.

4D, en un ejemplo, el robot 100 se mueve en un patrón de pata de ave a través del área AF de huella en la superficie 10 de suelo sobre la que se ha aplicado el fluido 124 de limpieza. El patrón de huella representado implica mover el robot 100 (i) en una dirección F hacia adelante y en una dirección A hacia atrás o inversa a lo largo de una trayectoria central 450, (ii) en una dirección F hacia adelante y una dirección A inversa a lo largo de una trayectoria izquierda 460, y (iii) en una dirección F hacia adelante y una dirección A inversa a lo largo de una trayectoria derecha 455. La trayectoria izquierda 460 y la trayectoria derecha 455 son arqueadas, extendiéndose hacia fuera en un arco desde un punto de inicio a lo largo de la trayectoria central 450. Aunque las trayectorias izquierda y derecha 455, 460 han sido descritas y mostradas como arqueadas, en otras implementaciones, la trayectoria izquierda y la trayectoria derecha pueden ser trayectorias en línea recta que se extienden hacia fuera en una línea recta desde la trayectoria central.

En el ejemplo de la fig. 4D, el robot 100 se mueve en una dirección F hacia adelante desde la Posición A a lo largo de la trayectoria central 450 hasta que se encuentra una pared 20 y activa el sensor de choques en la Posición B. El robot 100 se mueve entonces en una dirección A hacia atrás a lo largo de la trayectoria central a una distancia igual o mayor que la distancia que ha de ser cubierta por la aplicación de fluido. Por ejemplo, el robot 100 se mueve hacia atrás a lo largo de la trayectoria central 450 por al menos una longitud  $L_R$  de robot a la posición G, que puede ser la misma posición que la Posición A. El robot 100 aplica el fluido 124 de limpieza a un área sustancialmente igual o menor que el área AF de huella del robot 100 y vuelve a la pared 20. Cuando el robot vuelve a la pared 20, la almohadilla 120 de limpieza pasa a través del fluido 124 de limpieza y limpia la superficie 10 de suelo. Desde la Posición B, el robot 100 se retrae o bien a lo largo de una trayectoria izquierda 460 o bien de una trayectoria derecha 455 a la Posición F o a la Posición D, respectivamente, antes de ir a la Posición E o a la Posición C, respectivamente. En algunos casos, las Posiciones C, E pueden corresponder a la Posición B. El robot 100 puede entonces continuar completando sus trayectorias restantes. Cada vez que el robot 100 se mueve hacia adelante y hacia atrás a lo largo de la trayectoria central 450, la trayectoria izquierda 460 y la trayectoria derecha 455, la almohadilla 120 de limpieza pasa a través del fluido 124 aplicado, frega la suciedad, los residuos u otro material en partículas de la superficie 10 de suelo, y absorbe el fluido sucio lejos de la superficie 10 de suelo. El movimiento de fregado de la almohadilla 120 de limpieza combinado con las características de disolvente del fluido 124 de limpieza descompone y desprende las manchas secas y la suciedad. El fluido 124 de limpieza aplicado por el robot 100 suspende los residuos desprendidos de tal manera que la almohadilla 120 de limpieza absorbe los residuos suspendidos y los aleja de la superficie 10 de suelo.

A medida que el robot 100 avanza hacia adelante y hacia atrás, limpia el área que está atravesando y por lo tanto proporciona un fregado profundo de la superficie 10 de suelo. El movimiento hacia adelante y hacia atrás del robot 100 puede descomponer manchas (por ejemplo, las manchas 22 de las figs. 4A-4C) en el suelo 10. La almohadilla 120 de limpieza puede entonces absorber las manchas descompuestas. La almohadilla 120 de limpieza puede recoger suficiente fluido pulverizado para evitar manchas irregulares si la almohadilla 120 de limpieza recoge demasiado líquido, por ejemplo, el fluido 124 de limpieza. La almohadilla 120 de limpieza puede dejar un residuo del fluido, que podría ser agua o algún otro agente de limpieza incluyendo soluciones que contienen agentes de limpieza, para proporcionar un brillo visible en el suelo 10 de la superficie que se está fregando. En algunos ejemplos, el fluido 124 de limpieza contiene una solución antibacteriana, por ejemplo, una solución que contiene alcohol. Una fina capa de residuo, por lo tanto, no es absorbida por la almohadilla 120 de limpieza para permitir que el fluido mate un mayor porcentaje de gérmenes.

En una implementación, cuando el robot 100 utiliza una almohadilla 120 de limpieza que requiere la utilización del fluido 124 de limpieza (por ejemplo, la almohadilla de limpieza de mopa húmeda, la almohadilla de limpieza de mopa mojada, y la almohadilla de limpieza lavable), el robot 100 puede alternar entre el patrón de vid y de trenza africana y el patrón de movimiento recto. El robot 100 utiliza el patrón de vid y de trenza africana durante la limpieza de la habitación y utiliza el patrón de movimiento recto durante la limpieza del perímetro.

Con referencia a la fig. 4E, en otra implementación, el robot 100 navega alrededor de una habitación 465 ejecutando una combinación del patrón de vid descrito anteriormente y el patrón de movimiento recto, que sigue una trayectoria 467. En este ejemplo, el robot 100 está aplicando el fluido 124 de limpieza en ráfagas delante del robot 100 a lo largo de la trayectoria 467. En el ejemplo mostrado en la fig. 4E, el robot 100 está funcionando en un modo de limpieza que requiere la utilización del fluido 124 de limpieza. El robot 100 avanza a lo largo de la trayectoria 467 realizando el patrón de vid, que incluye repeticiones del patrón de pata de ave. Con cada patrón de pata de ave, como se ha descrito con más detalle anteriormente, el robot 100 termina en una ubicación que está generalmente en una dirección hacia delante en relación con su ubicación inicial. El robot 100 funciona de acuerdo con el programa de pulverización mostrado en la TABLA 2 y en la TABLA 3 a continuación, que corresponde respectivamente al programa de pulverización de patrón de vid y de trenza africana y al programa de pulverización de patrón de movimiento recto. En las TABLAS 2 y 3, la distancia recorrida puede ser calculada como la distancia total recorrida en el patrón de vid, lo que explica las trayectorias arqueadas del robot 100 en el patrón de vid. En este ejemplo, el programa de pulverización incluye un período de humedecimiento, un primer período de limpieza, un segundo período de limpieza, y un período de finalización. En algunos casos, el robot 100 puede calcular la distancia recorrida como simplemente la distancia recorrida hacia delante.

TABLA 2: Programa de Pulverización de Patrón de Vid y de Trenza Africana

<u>Período</u>	<u>Número de pulverizaciones</u>	<u>Distancia mínima recorrida</u>	<u>Distancia Máxima recorrida</u>	<u>Duración de la pulverización</u>
Período de Humedecimiento	15 veces	344 mm	344 mm	1,0 segundos
Primer Período de Limpieza	20 veces	600 mm	1100 mm	1,0 segundos
Segundo Período de Limpieza	30 veces	900 mm	1600 mm	0,5 segundos
Período de Finalización	Resto del recorrido	1200 mm	2250 mm	0,5 segundos

TABLA 3: Programa de Pulverización de Patrón de Movimiento Recto

<u>Período</u>	<u># pulverizaciones</u>	<u>Distancia Mínima recorrida</u>	<u>Distancia Máxima recorrida</u>	<u>Duración de la pulverización</u>
Período de Humedecimiento	4 veces	172 mm	172 mm	4,0 segundos
Primer Período de Limpieza	12 veces	400 mm	750 mm	3,0 segundos
Segundo Período de Limpieza	65 veces	400 mm	750 mm	0,6 segundos
Período de Finalización	Resto del recorrido	600 mm	1100 mm	0,6 segundos

5 Las primeras quince veces el robot 100 aplica fluido a la superficie de suelo – lo que corresponde al período de humedecimiento del programa de pulverización – el robot 100 pulveriza el fluido 124 de limpieza al menos cada 344 mm (~ 13,54 pulgadas, o un poco más de un pie) de distancia recorrida. Cada pulverización tiene una duración de aproximadamente 1 segundo. El período de humedecimiento corresponde generalmente a la trayectoria 467 contenida en la región 470 de la habitación 465, donde el robot 100 ejecuta un comportamiento de navegación que combina el patrón de vid y el patrón de trenza africana.

10 Una vez que la almohadilla 120 de limpieza esté completamente húmeda – lo que generalmente corresponde a cuando el robot 100 ejecuta el primer período de limpieza del programa de pulverización – el robot 100 pulverizará cada 600-1100 mm (~ 23,63-43,30 pulgadas, o entre dos y cuatro pies) de distancia recorrida y para una duración de 1 segundo. Esta frecuencia de pulverización relativamente más lenta asegura que la almohadilla se mantenga húmeda sin un exceso de humedad ni formación de charcos. El período de limpieza está representado como la trayectoria 467 contenida en una región 475 de la habitación 465. El robot sigue la frecuencia y la duración de pulverización del período de limpieza durante un número predeterminado de pulverizaciones (por ejemplo 20 pulverizaciones).

15 Cuando el robot 100 entra en una región 480 de la habitación 465, el robot 100 comienza el segundo período de limpieza y pulveriza cada 900-1600 mm (~ 35,43 - ~ 63 pulgadas, o entre aproximadamente tres y cinco pies) de distancia recorrida para una duración de medio segundo. Esta frecuencia de pulverización y duración de pulverización relativamente más lenta mantiene la humedad de la almohadilla sin un exceso de humedad, lo que, en algunos ejemplos, puede impedir que la almohadilla absorba fluido de limpieza adicional que puede contener residuos suspendidos.

Como se ha indicado en el dibujo, en un punto 491 de la región 480, el robot 100 encuentra un obstáculo que tiene un borde recto, por ejemplo, una isla central 492 de cocina. Una vez que el robot 100 alcanza el borde recto de la isla central 492, el comportamiento de navegación cambia del patrón de vid y de trenza africana al patrón de movimiento recto. El robot 100 pulveriza de acuerdo con la duración y la frecuencia en el programa de pulverización que corresponde al patrón de movimiento recto.

El robot 100 implementa el período del programa de pulverización de patrón de movimiento recto que corresponde a la cantidad de pulverización agregada en la que se encuentra el robot en general en la operación de limpieza. El robot 100 puede rastrear el número de pulverizaciones y por lo tanto puede seleccionar el período del programa de pulverización de patrón de movimiento recto que corresponde al número de pulverizaciones que el robot 100 ha pulverizado en el punto 491. Por ejemplo, si el robot 100 ha pulverizado 36 veces cuando alcanza el punto 491, la siguiente pulverización será la 37ª pulverización.

El robot 100 ejecuta el patrón de movimiento recto para mover alrededor de la isla central 492 a lo largo de la trayectoria 467 contenida en la región 490. El robot 100 también puede ejecutar el período correspondiente a la 37ª pulverización, que es el primer período de limpieza del programa de pulverización de patrón de movimiento recto mostrado en la TABLA 3. El robot 100 por lo tanto aplica fluido durante 0,6 segundos cada 400 mm-750 mm (15,75-29,53 pulgadas) de distancia recorrida mientras que se mueve en un movimiento recto a lo largo de los bordes de la isla central 492. En algunas implementaciones, el robot 100 aplica menos fluido de limpieza en el patrón de movimiento recto que en el patrón de vid por que el robot 100 cubre una distancia menor en el patrón de vid.

Asumiendo los bordes de robot alrededor de la isla central 492 y pulverizando 10 veces, el robot estará en la 47ª pulverización en la operación de limpieza cuando vuelve a limpiar el suelo utilizando los patrones de vid y de trenza africana en el punto 493. En el punto 493, el robot 100 sigue el programa de pulverización de patrón de vid y de trenza africana para la 47ª pulverización, lo que coloca el robot 100 de nuevo en el segundo período de limpieza. Así, a lo largo de la trayectoria 467 contenida en la región 495 de la habitación 465, el robot 100 pulveriza cada 900-1600 mm (~ 35,43 a ~ 63 pulgadas, o entre aproximadamente tres y cinco pies).

El robot 100 continúa ejecutando el segundo período de limpieza hasta la 65ª pulverización, en cuyo punto el robot 100 comienza ejecutando el período de finalización del programa de pulverización de patrón de vid y de trenza africana. El robot 100 aplica fluido a una distancia recorrida de entre aproximadamente 1200-2250 mm y para una duración de medio segundo. Esta pulverización menos frecuente y menos voluminosa puede corresponder al final de la operación de limpieza cuando la almohadilla 120 está completamente saturada y solo necesita absorber suficiente fluido para adaptarse a la evaporación u otro secado que de otra manera podría impedir la eliminación de suciedad y residuos de la superficie de suelo.

Mientras que en los ejemplos anteriores, la aplicación de fluido de limpieza y/o el patrón de limpieza fueron modificados basándose en el tipo de almohadilla identificada por el robot, otros factores pueden ser modificados adicionalmente. Por ejemplo, el robot puede proporcionar vibración para ayudar en la limpieza con cierto tipo de almohadilla. La vibración puede ser útil ya que se piensa que rompe la tensión superficial para ayudar al movimiento y deshace la suciedad mejor sin vibración (por ejemplo, simplemente limpiando). Por ejemplo, cuando limpia con una almohadilla húmeda, el soporte de almohadilla puede provocar que la almohadilla vibre. Cuando limpia con un trapo seco, el soporte de almohadilla puede no vibrar ya que la vibración podría resultar en el desalojo de la suciedad y el cabello de la almohadilla. Así, el robot puede identificar la almohadilla y basándose en el tipo de almohadilla determina si vibra la almohadilla. Adicionalmente, el robot puede modificar la frecuencia de vibración, la extensión de vibración (por ejemplo, la cantidad de traslación de la almohadilla alrededor de un eje paralelo al suelo) y/o el eje de la vibración (por ejemplo, perpendicular a la dirección de movimiento del robot, paralelo a la dirección de movimiento, u otro ángulo no paralelo o perpendicular a la dirección de movimiento del robot).

En algunas implementaciones, las almohadillas húmedas y mojadas desechables están previamente humedecidas y previamente impregnadas con disolvente de limpieza, disolventes antibacterianos y/o agentes. Las almohadillas húmedas y mojadas desechables pueden estar previamente humedecidas o previamente impregnadas.

En otras implementaciones, la almohadilla desechable no está previamente humedecida y la capa depositada por aire comprende pulpa de madera. La capa depositada por aire de la almohadilla desechable puede incluir pulpa de madera y un agente de unión tal como polipropileno o polietileno y esta combinación de formas concurrentes es menos densa que la pulpa de madera pura y por lo tanto mejor en retención de fluido. En una implementación de la almohadilla desechable, la envoltura es un material hilado por unión que incluye polipropileno y pulpa de madera y la capa de envoltura está cubierta con una capa de polipropileno extruida y soplada como se ha descrito anteriormente. La capa extruida y soplada puede estar hecha de polipropileno tratado con un agente humectante hidrófilo que empuja las suciedades y la humedad hacia la almohadilla y, en algunas implementaciones, la envoltura de hilado por unión adicionalmente es hidrófoba de tal manera que el fluido es absorbido hacia arriba por la capa extruida y soplada y a través de la envoltura, hacia el depositado por aire sin saturar la envoltura. En otras implementaciones, tales implementaciones de almohadilla mojada, la capa extruida y soplada no es tratada con un agente humectante hidrófilo. Por ejemplo, haciendo funcionar la almohadilla desechable en un modo de almohadilla mojada en el robot puede ser deseable para usuarios con suelos de madera dura de tal manera que se pulveriza menos fluido en el suelo y por lo tanto

se absorbe menos fluido en la almohadilla desechable. La absorción rápida para la capa depositada por aire es por lo tanto menos crítica en este caso de utilización.

5 En algunas implementaciones, la almohadilla desechable es una almohadilla seca que tiene una capa depositada por aire o capas hechas o bien de pulpa de madera o una mezcla de formas concurrentes de pulpa de madera y un agente de unión, tal como polipropileno o polietileno. A diferencia de la versión húmeda y mojada de la almohadilla desechable, la almohadilla seca puede ser más fina, conteniendo menos material depositado por aire que la almohadilla húmeda/mojada desechable de modo que el robot se desplaza a una altura óptima en una almohadilla que no es comprimida debido a la absorción de fluido. En algunas implementaciones de la almohadilla seca desechable, la envoltura es un material de hilado por unión perforado con una aguja y puede ser tratado con un aceite mineral, tal como DRAKASOL, que ayuda a que la suciedad, el polvo y otros residuos se adhieran a la almohadilla y no desalojen mientras el robot está completando una misión. La envoltura puede ser tratada con un tratamiento electroestático por las mismas razones.

En algunas implementaciones, la almohadilla lavable es una almohadilla de microfibra que tiene una capa de reverso de plástico reutilizable unida a la misma para acoplarse con el soporte de almohadilla.

15 En algunas implementaciones, la almohadilla es una almohadilla de espuma de melanina.

#### Sistema de Control

Con referencia a la fig. 5, un sistema 500 de control del robot incluye un circuito controlador 505 (también denominado en este documento como un "controlador") que hace funcionar un accionador 510, un sistema 520 de limpieza, un sistema sensor 530 que tiene un sistema 534 de identificación de almohadilla, un sistema 540 de comportamiento, un sistema 550 de navegación, y una memoria 560.

25 El sistema 510 de accionamiento puede incluir ruedas para maniobrar el robot 100 a través de la superficie de suelo basándose en un comando de accionamiento que tiene  $x$ ,  $y$ , y  $\theta$  componentes. Las ruedas del sistema 510 de accionamiento soportan el cuerpo de robot por encima de la superficie de suelo. El controlador 505 puede hacer funcionar además un sistema 550 de navegación configurado para maniobrar el robot 100 alrededor de la superficie de suelo. El sistema 550 de navegación basa sus comandos de navegación en el sistema 540 de comportamiento, que selecciona comportamientos de navegación y programas de pulverización que pueden ser almacenados en la memoria 560. El sistema 550 de navegación también comunica con el sistema sensor 530, que utiliza el sensor de choques, acelerómetros, y otros sensores del robot, para determinar y emitir comandos de accionamiento al sistema 510 de accionamiento.

30 El sistema sensor 530 puede incluir adicionalmente un acelerómetro de 3 ejes, un giroscopio de 3 ejes, y codificadores giratorios para las ruedas (por ejemplo, las ruedas 121 mostradas en la fig. 1B). El controlador 505 puede utilizar la aceleración lineal detectada del acelerómetro de 3 ejes para estimar el rumbo de las direcciones  $x$  e  $y$  también y puede utilizar el giroscopio de 3 ejes para estimar el rumbo en la parte delantera o la orientación  $\theta$  del robot 100. El controlador 505 puede combinar por lo tanto datos recogidos por los codificadores giratorios, el acelerómetro, y el giroscopio para producir estimaciones de la posición general (por ejemplo, ubicación y orientación) del robot 100. En algunas implementaciones, el robot 100 puede utilizar los codificadores, el acelerómetro, y el giroscopio de modo que el robot 100 permanezca en filas generalmente paralelas cuando el robot 100 implementa un patrón de trenza africana. El giroscopio y los codificadores giratorios juntos pueden ser utilizados adicionalmente para realizar algoritmos de cálculo muerto para determinar la ubicación del robot 100 dentro de su entorno.

40 El controlador 505 hace funcionar el sistema 520 de limpieza para iniciar comandos de pulverización para una cierta duración a una cierta frecuencia. Los comandos de pulverización pueden ser emitidos de acuerdo con los programas de pulverización almacenados en la memoria 560.

45 La memoria 560 puede además estar cargada con programas de pulverización y comportamiento de navegación que corresponden a tipos específicos de almohadillas de limpieza que pueden ser cargadas en el robot durante las operaciones de limpieza. El sistema 534 de identificación de almohadilla del sistema sensor 530 incluye los sensores que detectan una característica de la almohadilla de limpieza para determinar el tipo de almohadilla de limpieza que ha sido cargado en el robot. Basándose en las características detectadas, el control 505 puede determinar el tipo de almohadilla de limpieza. El sistema 534 de identificación de almohadilla se describirá con más detalle a continuación.

50 En algunos ejemplos, el robot sabe dónde se ha basado en el almacenamiento de sus ubicaciones de cobertura en un mapa almacenado en la memoria 560 no transitoria del robot o en un medio de almacenamiento externo accesible por el robot a través de medios cableados o inalámbricos durante un recorrido de limpieza. Los sensores del robot pueden incluir una cámara y/o uno o más láseres de alcance para construir un mapa de un espacio. En algunos ejemplos, el controlador 505 de robot utiliza el mapa de paredes, muebles, cambios en el suelo y otros obstáculos para posicionar y colocar el robot en ubicaciones lo suficientemente alejadas de los obstáculos y/o cambios en el suelo antes de la aplicación de fluido de limpieza. Esto tiene la ventaja de aplicar fluido a área de superficie de suelo que no tienen obstáculos conocidos.

## Sistemas de Identificación de Almohadilla

El sistema 534 de identificación de almohadilla puede variar dependiendo del tipo de esquema de identificación de almohadilla utilizado para permitir que el robot identifique el tipo de almohadilla de limpieza que se ha fijado a la parte inferior del robot. A continuación se han descrito varios tipos diferentes de esquemas de identificación de almohadilla.

5 *Secuencia de Identificación Discreta*

Con referencia a la fig. 6A, una almohadilla 600 de limpieza ejemplar incluye una superficie 602 de montaje y una superficie 604 de limpieza. La superficie 604 de limpieza corresponde a la parte inferior de la almohadilla 600 de limpieza y es generalmente la superficie de la almohadilla 600 de limpieza la que contacta y limpia la superficie de suelo. Un reverso 606 de tarjeta de la almohadilla 600 de limpieza sirve como una placa de montaje que un usuario puede insertar en el soporte de almohadilla del robot. La superficie 602 de montaje corresponde a la parte superior del reverso 606 de tarjeta. El robot utiliza el reverso 606 de tarjeta para identificar el tipo de almohadilla de limpieza dispuesta en el robot. El reverso 606 de tarjeta incluye una secuencia 603 de identificación marcada sobre la superficie 602 de montaje. La secuencia 603 de identificación es reproducida simétricamente alrededor de los ejes longitudinal y horizontal de la almohadilla 600 de limpieza de modo que un usuario pueda insertar la almohadilla 600 de limpieza en el robot (por ejemplo el robot 100 de las figs. 1A-1B) en cualquiera de las dos orientaciones.

La secuencia 603 de identificación es una parte sensible de la superficie 602 de montaje que el robot puede detectar para identificar el tipo de almohadilla de limpieza que el usuario ha montado en el robot. La secuencia 603 de identificación puede tener uno de un número finito de estados discretos, y el robot detecta la secuencia 603 de identificación para determinar cuál de los estados discretos indica la secuencia 603 de identificación.

En el ejemplo de la fig. 6A, la secuencia 603 de identificación incluye tres elementos 608a-608c de identificación, que juntos definen el estado discreto de la secuencia 603 de identificación. Cada uno de los elementos 608a-608c de identificación incluye un bloque izquierdo 610a-610c y un bloque derecho 612a-612c, y los bloques 610a-610c, 612a-612c pueden incluir una tinta que contrasta con el color del reverso 606 de tarjeta (por ejemplo, una tinta oscura, una tinta clara). Basándose en la presente o ausencia de tinta, los bloques 610a-610c, 612a-612c pueden estar en uno de dos estados: un estado oscuro o un estado claro. Los elementos 608a-608c puede estar por lo tanto en uno de cuatro estados: un estado claro-claro, un estado claro-oscuro, un estado oscuro-claro, y un estado oscuro-oscuro. La secuencia 603 de identificación tiene entonces 64 estados discretos.

Cada uno de los bloques izquierdos 610a-610c y cada uno de los bloques derechos 612a-612c puede ser configurado (por ejemplo, durante la fabricación) en el estado oscuro o claro. En una implementación, cada bloque es colocado en el estado oscuro o en el estado claro basándose en la presencia o ausencia de una tinta oscura en el área del bloque. Un bloque está en el estado oscuro cuando la tinta que es más oscura que el material circundante del reverso 606 de tarjeta es depositada en el reverso 606 de tarjeta en un área definida por el bloque. Un bloque está típicamente en un estado claro cuando la tinta no es depositada en el reverso 606 de tarjeta y el bloque adquiere el color del reverso 606 de tarjeta. Como resultado, un bloque claro tiene típicamente una reflectancia mayor que el bloque oscuro. Aunque los bloques 610a-610c, 612a-612c han sido descritos para ser configurados en estados claro u oscuro basándose en la presencia o ausencia de la tinta oscura, en algunos casos, durante la fabricación, un bloque puede ser configurado en un estado claro blanqueando el reverso de tarjeta o aplicando una tinta de color claro al reverso de tarjeta de tal manera que el color del reverso de tarjetas es iluminado. Un bloque en el estado claro tendría por lo tanto una luminancia mayor que el reverso de tarjeta circundante. En la fig. 6A, el bloque derecho 612a, el bloque derecho 612b, y el bloque izquierdo 610c están en el estado oscuro. El bloque izquierdo 610a, el bloque izquierdo 610b, y el bloque derecho 612c están en el estado claro. En algunos casos, el estado oscuro y el estado claro pueden tener reflectancias sustancialmente diferentes. Por ejemplo, el estado oscuro puede ser el 20%, 30%, 40%, 50%, etc. menos reflectante que el estado claro.

El estado de cada uno de los elementos 610a-610c puede por lo tanto estar determinado por el estado de sus bloques 610a-610c, 612a-612c constituyentes. Los elementos pueden estar determinados para tener uno de cuatro estados:

1. el estado claro-claro en el que el bloque izquierdo 610a-610c está en el estado claro y el bloque derecho 612a-612c está en el estado claro;
2. el estado claro-oscuro en el que el bloque izquierdo 610a-610c está en el estado claro y el bloque derecho 612a-612c está en el estado oscuro;
3. el estado oscuro-claro en el que el bloque izquierdo 610a-610c está en el estado oscuro y el bloque derecho 612a-612c está en el estado claro; y
4. el estado oscuro-oscuro en el que el bloque izquierdo 610a-610c está en el estado oscuro y el bloque derecho 612a-612c está en el estado oscuro.

En la fig. 6A, el elemento 608a está en el estado claro-oscuro, el elemento 608b está en el estado claro-oscuro, y el elemento 608c está en el estado oscuro-claro.



En la implementación como se ha descrito actualmente con respecto a las figs. 6A-6C, el estado claro-claro puede ser reservado como un estado de error que el controlador 505 de robot utiliza para determinar si la almohadilla 600 de limpieza ha sido instalada correctamente en el robot 100 y para determinar si la almohadilla 600 ha sido trasladada en relación con el robot 100. Por ejemplo, en algunos casos, durante la utilización, la almohadilla 600 de limpieza puede moverse horizontalmente cuando el robot 100 gira. Si el robot 100 detecta el color del reverso 606 de tarjeta en lugar de la secuencia 603 de identificación, el robot 100 puede interpretar tal detección para significar que la almohadilla 600 de limpieza ha sido trasladada a lo largo del soporte de almohadilla de tal manera que la almohadilla 600 de limpieza ya no es cargada de manera apropiada en el soporte de almohadilla. El estado oscuro-oscuro tampoco se utiliza en la implementación descrita a continuación, para permitir que el robot implemente un algoritmo de identificación que simplemente compara la reflectancia del bloque izquierdo 610a-610c con la reflectancia del bloque derecho 612a-612c para determinar el estado del elemento 608a-608c. Con el propósito de identificar una almohadilla de limpieza utilizando el algoritmo de identificación basado en comparación, los elementos 610a-610c sirven como bits que pueden estar en uno de dos estados: el estado claro-oscuro y el estado oscuro-claro. Incluyendo los estados de error y los estados oscuro-oscuro, la secuencia 603 de identificación puede tener uno de  $4^3$  o 64 estados. Excluyendo los estados de error y el estado oscuro-oscuro, lo que simplifica el algoritmo de identificación como se describirá a continuación, los elementos 610a-610c tienen dos estados y la secuencia 603 de identificación puede tener por lo tanto uno de  $2^3$  u 8 estados.

Con referencia a la fig. 6B, el robot puede incluir un soporte 620 de almohadilla que tiene un cuerpo 622 de soporte de almohadilla y un conjunto 624 de sensor de almohadilla utilizado para detectar la secuencia de identificación 603 y para determinar el estado de la secuencia 603 de identificación. El soporte 620 de almohadilla retiene la almohadilla 600 de limpieza de la fig. 6A (como se ha descrito con respecto al soporte 300 de almohadilla y a la almohadilla 120 de limpieza de las figs. 2A-2C y 3A-3D). Con referencia a la fig. 6C, el soporte 620 de almohadilla incluye un alojamiento 625 del conjunto de sensor de almohadilla que aloja una placa 626 de circuito impreso. Los elementos de sujeción 628a-628b unen el conjunto 624 de sensor de almohadilla al cuerpo 622 de soporte de almohadilla.

La placa 626 de circuito es parte del sistema 534 de identificación de almohadilla (descrito con respecto a la fig. 5) y conecta eléctricamente una agrupación 629 de emisor/detector al controlador 505. La agrupación 629 de emisor/receptor incluye emisores izquierdos 630a-630c, detectores 632a-632c, y emisores derechos 634a-634c. Para cada uno de los elementos 610a-610c, un emisor izquierdo 630a-630c está posicionado para iluminar el bloque izquierdo 610a-610c del elemento 610a-610c, un emisor derecho 634a-634c está posicionado para el bloque derecho 612a-612c del elemento 610a-610c, y un detector 632a-632c está posicionado para detectar la luz reflejada que incide en los bloques izquierdos 610a-610c y los bloques derechos 612a-612c. Cuando el controlador (por ejemplo, el controlador 505 de la fig. 5) activa los emisores izquierdos 630a-630c y los emisores derechos 634a-634c, los emisores 630a-630c, 634a-634c emiten radiación a una longitud de onda sustancialmente similar (por ejemplo, 500 nm). Los detectores 632a-632c detectan radiación (por ejemplo, luz visible o radiación infrarroja) y generan señales que corresponden a la iluminancia de esa radiación. La radiación de los emisores 630a-630c, 634a-634c puede reflejarse fuera de los bloques 610a-610c, 612a-612c, y los detectores 632a-632c pueden detectar la radiación reflejada.

Un bloque 633 de alineación alinea la agrupación 629 de emisor/detector sobre la secuencia 603 de identificación. En particular, el bloque 633 de alineación alinea los emisores izquierdos 630a-630c sobre los bloques izquierdos 610a-610c, respectivamente; los emisores derechos 634a-634c sobre los bloques derechos 612a-612c, respectivamente; y los detectores 632a-632c de tal manera que los detectores 632a-632c son equidistantes desde los emisores izquierdos 630a-630c y los emisores derechos 634a-634c. Las ventanas 635 del bloque 633 de alineación dirigen la radiación emitida por los emisores 630a-630c, 634a-634c hacia la superficie 602 de montaje. Las ventanas 635 también permiten que el detector 632a-632c reciba radiación reflejada fuera de la superficie 602 de montaje. En algunos casos, las ventanas 635 están encapsuladas (por ejemplo, utilizando una resina plástica) para proteger la agrupación 629 de emisor/detector de la humedad, los objetos extraños (por ejemplo, fibras de la almohadilla de limpieza), y residuos. Los emisores izquierdos 630a-630c, los detectores 632a-632c, y los emisores derechos 634a-634c están posicionados a lo largo de un plano definido por el bloque de alineación de tal manera que, cuando la almohadilla de limpieza está dispuesta en el soporte 620 de almohadilla, los emisores izquierdos 630a-630c, los detectores 632a-632c, y los emisores derechos 634a-634c son equidistantes desde la superficie 602 de montaje. Las posiciones relativas de los emisores 630a-630c, 634a-634c y los detectores 632a-632c son seleccionados para minimizar las variaciones en la distancia de los emisores y los detectores desde los bloques izquierdos y derechos 610a-610c, 612a-612c, de tal manera que la distancia afecta mínimamente a la iluminancia medida de radiación reflejada por los bloques. Como resultado, la oscuridad de la tinta aplicada para el estado oscuro de los bloques 610-610c, 612a-612c y el color natural del reverso 606 de tarjeta son los factores principales que afectan a la reflectancia de cada bloque 610a-610c, 612a-612c.

Aunque se ha descrito que los detectores 632a-632c sean equidistantes de los emisores izquierdos 630a-630c y de los emisores derechos 634a-634c, debería comprenderse que los detectores también o alternativamente pueden estar posicionados de tal manera que los detectores sean equidistantes de los bloques izquierdos y de los bloques derechos. Por ejemplo, un detector puede ser colocado de tal manera que la distancia desde el detector a un borde derecho del bloque izquierdo es la misma que la distancia a un borde izquierdo del bloque derecho.

Con referencia también a la fig. 6A, el alojamiento 625 de conjunto de sensor de almohadilla define una ventana 640 de detección que alinea el conjunto 624 de sensor de almohadilla directamente por encima de la secuencia 603 de

identificación cuando la almohadilla 600 de limpieza es insertada en el soporte 620 de almohadilla. La ventana 640 de detección permite que la radiación generada por los emisores 630a-630c, 634a-634c ilumine los elementos 608a-608c de identificación de la secuencia 603 de identificación. La ventana 640 de detección también permite que los detectores 632a-632c detecten la radiación cuando se refleja fuera de los elementos 608a-608c. La ventana 640 de detección puede ser dimensionada y conformada para aceptar el bloque 633 de alineación de modo que, cuando la almohadilla 600 de limpieza es cargada en el soporte 620 de almohadilla, la agrupación 629 de emisor/detector se asiente muy cerca de la superficie 602 de montaje de la almohadilla 600 de limpieza. Cada emisor 630a-630c, 634a-634c puede asentarse directamente por encima de uno de los bloques izquierdos o derechos 610a-610c, 612a-612c.

Durante la utilización, los detectores 632a-632c pueden determinar una iluminancia de la reflectancia de la radiación generada por los emisores 630a-630c, 634a-634c. La radiación que incide sobre los bloques izquierdos 610a-610c y los bloques derechos 612a-612c se refleja hacia los detectores 632a-632c, lo que a su vez genera una señal (por ejemplo, un cambio en la corriente o tensión) que el controlador puede procesar y utilizar para determinar la iluminancia de la radiación reflejada. El controlador puede activar de manera independiente los emisores 630a-630c, 634a-634c.

Después de que un usuario haya insertado la almohadilla 600 de limpieza en el soporte 620 de almohadilla, el controlador del robot determina el tipo de almohadilla que ha sido insertada en el soporte 620 de almohadilla. Como se ha descrito anteriormente, la almohadilla 600 de limpieza tiene la secuencia 603 de identificación y una secuencia simétrica de tal manera que la almohadilla 600 de limpieza puede ser insertada en cualquier orientación horizontal siempre y cuando la superficie 602 de montaje esté orientada hacia la agrupación 629 de emisor/detector. Cuando la almohadilla 600 de limpieza es insertada en el soporte 620 de almohadilla, la superficie 602 de montaje puede limpiar el bloque 633 de alineación de humedad, materiales extraños y residuos. La secuencia 603 de identificación proporciona información perteneciente al tipo de almohadilla insertada basándose en los estados de los elementos 608a-608c. La memoria 560 es de forma típica previamente cargada con datos que asocian cada estado posible de la secuencia 603 de identificación con un tipo específico de almohadilla de limpieza. Por ejemplo, la memoria 560 puede asociar la secuencia de identificación de tres elementos que tiene el estado (oscuro-claro, oscuro-claro, claro-oscuro) con una almohadilla de limpieza de mopa mojada. Con referencia de nuevo brevemente a la TABLA 1, el robot 100 respondería seleccionando el comportamiento de navegación y el programa de pulverización basándose en el modo de limpieza almacenado asociado con la almohadilla de limpieza de mopa mojada.

Con referencia también a la fig. 6D, el controlador inicia un algoritmo 650 de secuencia de identificación para detectar y procesar la información proporcionada por la secuencia 603 de identificación. En la operación 655, el controlador activa el emisor izquierdo 630a, que emite radiación dirigida hacia el bloque izquierdo 610a. La radiación se refleja fuera del bloque izquierdo 610a. En la operación 660, el controlador recibe una primera señal generada por el detector 632a. El controlador activa el emisor izquierdo 630a durante un tiempo (por ejemplo, 10ms, 20 ms, o más) que permite al detector 632a detectar la iluminancia de la radiación reflejada. El detector 632a detecta la radiación reflejada y genera la primera señal cuya fuerza corresponde a la iluminancia de la radiación reflejada desde el emisor izquierdo 630a. La primera señal mide por lo tanto la reflectancia del bloque izquierdo 610a y la iluminancia de la radiación reflejada fuera del bloque izquierdo 610a. En algunos casos, una mayor iluminancia detectada genera una señal más fuerte. La señal es entregada al controlador, que determina un valor absoluto para la iluminancia que es proporcional a la fuerza de la primera señal. El controlador desactiva el emisor izquierdo 630a después de recibir la primera señal.

En la operación 655, el controlador activa el emisor derecho 634a, que emite radiación dirigida hacia el bloque derecho 612a. La radiación se refleja fuera del bloque derecho 612a. En la operación 670, el controlador recibe una segunda señal generada por el detector 632a. El controlador activa el emisor derecho 634a durante un tiempo que permite al detector 632a detectar la iluminancia de la radiación reflejada. El detector 632a detecta la radiación reflejada y genera la segunda señal cuya fuerza corresponde a la iluminancia de la radiación reflejada desde el emisor derecho 634a. La segunda señal mide por lo tanto la reflectancia del bloque derecho 612a y la iluminancia de la radiación reflejada fuera del bloque derecho 612a. En algunos casos, una mayor iluminancia genera una señal más fuerte. La señal es entregada al controlador, que determina un valor absoluto para la iluminancia que es proporcional a la fuerza de la segunda señal. El controlador desactiva el emisor derecho 634a después de recibir la segunda señal.

En la operación 675, el controlador compara la reflectancia medida del bloque izquierdo 610a con la reflectancia medida del bloque derecho 612a. Si la primera señal indica una mayor iluminancia para la radiación reflejada, el controlador determina que el bloque izquierdo 610a estaba en el estado claro y que el bloque derecho 612a estaba en el estado oscuro. En la operación 680, el controlador determina el estado del elemento. En el ejemplo descrito anteriormente, el controlador determinaría que el elemento 608a está en el estado claro-oscuro. Si la primera señal indica una menor iluminancia para la radiación reflejada, el controlador determina que el bloque izquierdo 610a estaba en el estado oscuro y el bloque derecho 612a estaba en el estado claro. Como resultado, el elemento 608a está en el estado oscuro-claro. Debido a que el controlador simplemente compara los valores absolutos de los valores de reflectancia medidos de los bloques 610a, 612a, la determinación del estado del elemento 608a-608c está protegida contra, por ejemplo, ligeras variaciones en la oscuridad de la tinta aplicada a los bloques configurados en el estado oscuro y ligeras variaciones en la alineación de la agrupación 629 de emisor/detector y la secuencia 603 de identificación.

Para determinar que el bloque izquierdo 610a y el bloque derecho 612a tienen diferentes valores de reflectancia, la primera señal y la segunda señal difieren por un valor de umbral que indica que la reflectancia del bloque izquierdo 610a

y la reflectancia del bloque derecho 612a son suficientemente diferentes para que el controlador concluya que un bloque está en el estado oscuro y el otro bloque está en el estado claro. El valor de umbral puede estar basado en la reflectancia predicha de los bloques en el estado oscuro y la reflectancia predicha de los bloques en el estado claro. El valor de umbral puede tener en cuenta además las condiciones de luz ambiental. La tinta oscura que define el estado oscuro de los bloques 610a-610c, 612a-612c puede ser seleccionada para proporcionar un contraste suficiente entre el estado oscuro y el estado claro, que puede estar definido por el color del reverso 606 de tarjeta. En algunos casos, el controlador puede determinar que la primera y la segunda señales no son suficientemente diferentes como para llegar a la conclusión de que el elemento 608a-608c está en el estado claro-oscuro o en el estado oscuro-claro. El controlador puede estar programado para reconocer estos errores interpretando una comparación no concluyente (como se ha descrito anteriormente) como un estado de error. Por ejemplo, la almohadilla 600 de limpieza puede no ser cargada de forma apropiada, o la almohadilla 600 de limpieza puede estar deslizando fuera del soporte 620 de almohadilla de tal manera que la secuencia 603 de identificación no está alineada de manera apropiada con la agrupación 629 de emisor/detector. Tras detectar que la almohadilla 600 de limpieza ha deslizado fuera del soporte 620 de almohadilla, el controlador puede cesar la operación de limpieza o indicar al usuario que la almohadilla 600 de limpieza está deslizando fuera del soporte 620 de almohadilla. En un ejemplo, el robot 100 puede hacer una alerta (por ejemplo, una alerta audible, una alerta visual) que indica que la almohadilla 600 de limpieza está deslizando hacia fuera. En algunos casos, el controlador puede verificar que la almohadilla 600 de limpieza aún esté cargada de manera apropiada en el soporte 620 de almohadilla periódicamente (por ejemplo, 10 ms, 100 ms, 1 segundo, etc.). Como resultado, la radiación reflejada recibida por los detectores 632a-632c puede tener que generar valores medidos similares para iluminancia debido a que ambos emisores izquierdos y derechos 630a-630c, 634a-634c son simplemente partes de iluminación del reverso 606 de tarjeta sin tinta.

Después de realizar las operaciones 655, 660, 665, 670, y 675, el controlador puede repetir las operaciones para que el elemento 608b y el elemento 608c determinen el estado de cada elemento. Después de completar estas operaciones para todos los elementos de la secuencia 603 de identificación, el controlador puede determinar el estado de la secuencia 603 de identificación y a partir de ese estado determinar o bien (i) el tipo de almohadilla de limpieza que ha sido insertada en el soporte 620 de almohadilla o bien (ii) que se ha producido un error de almohadilla de limpieza. Mientras el robot 100 ejecuta una operación de limpieza, el controlador también puede repetir continuamente el algoritmo 650 de secuencia de identificación para asegurarse de que la almohadilla 600 de limpieza no se haya movido de su posición deseada en el soporte 620 de almohadilla.

Debería comprenderse que el orden en el que el controlador determina la reflectancia de cada bloque 610a-610c, 612a-612c puede cambiar. En algunos casos, en lugar de repetir las operaciones 655, 660, 665, y 675 para cada elemento 608a-608c, el controlador puede activar simultáneamente todos los emisores izquierdos; recibir las primeras señales generadas por los detectores, activar simultáneamente todos los emisores derechos; recibir las segundas señales generadas por los detectores; y comparar entonces las primeras señales con las segundas señales. En otras implementaciones, el controlador ilumina secuencialmente cada uno de los bloques izquierdos e ilumina entonces secuencialmente cada uno de los bloques derechos. El controlador puede realizar una comparación de los bloques izquierdos con los bloques derechos después de recibir las señales correspondientes a cada uno de los bloques.

Los emisores y los detectores pueden estar configurados además para ser sensibles a otras longitudes de onda de radiación dentro o fuera del intervalo de luz visible (por ejemplo, 400 nm a 700 nm). Por ejemplo, los emisores pueden emitir radiación en el intervalo ultravioleta (por ejemplo, 300 nm a 400 nm) o en el infrarrojo lejano (por ejemplo, 15 micrómetros a 1 mm), y los detectores pueden responder a la radiación en un intervalo similar.

#### *Marca de Identificación de Color*

Con referencia a la fig. 7A, la almohadilla 700 de limpieza incluye una superficie 702 de montaje y una superficie 704 de limpieza, y un reverso 706 de tarjeta. La almohadilla 700 es esencialmente idéntica a la almohadilla descrita anteriormente, pero para una marca de identificación diferente. El reverso 706 de tarjeta incluye una marca 703 de identificación monocromática. La marca 703 de identificación es reproducida simétricamente alrededor de los ejes longitudinal y horizontal de modo que un usuario pueda insertar la almohadilla 700 de limpieza en el robot 100 en cualquier orientación horizontal.

La marca 703 de identificación es una parte sensible de la superficie 702 de montaje que el robot puede utilizar para identificar el tipo de almohadilla de limpieza que el usuario ha montado en el robot. La marca 703 de identificación es creada en la superficie 702 de montaje marcando la superficie 702 de montaje del reverso 706 de tarjeta con una tinta de color (por ejemplo, durante la fabricación de la almohadilla 700 de limpieza). La tinta de color puede ser uno de varios colores utilizados para identificar únicamente diferentes tipos de almohadillas de limpieza. Como resultado, el controlador del robot puede utilizar la marca 703 de identificación para identificar el tipo de almohadilla 700 de limpieza. La fig. 7A muestra la marca 703 de identificación como un punto circular de tinta depositado en la superficie 702 de montaje. Aunque la marca 703 de identificación ha sido descrita como monocromática, en otras implementaciones, la marca 703 de identificación puede incluir puntos estampados de una cromaticidad diferente. La marca 703 de identificación puede incluir otros tipos de patrón que pueden diferenciar la cromaticidad, la reflectancia, u otras características ópticas de la marca 703 de identificación.

Con referencia a las figs. 7B y 7C, el robot puede incluir un soporte 720 de almohadilla que tiene un cuerpo 722 de soporte de almohadilla y un conjunto 724 de sensor de almohadilla utilizado para detectar la marca 703 de identificación. El soporte 720 de almohadilla retiene la almohadilla 700 de limpieza (como se ha descrito con respecto al soporte 300 de almohadilla de las figs. 3A-3D). Un alojamiento 725 de conjunto de sensor de almohadilla aloja una placa 726 de circuito impreso que incluye un fotodetector 728. El tamaño de la marca 703 de identificación es suficientemente grande para permitir que el fotodetector 728 detecte la radiación reflejada fuera de la marca 703 de identificación (por ejemplo, la marca de identificación tiene un diámetro de aproximadamente 5 mm a 50 mm). El alojamiento 725 aloja además un emisor 730. La placa 726 de circuito es parte del sistema 534 de identificación de almohadilla (descrito con respecto a la fig. 5) y conecta eléctricamente el detector 728 y el emisor al controlador. El detector 728 es sensible a la radiación y mide los componentes rojo, verde y azul de la radiación detectada. En la implementación descrita a continuación, el emisor 730 puede emitir tres tipos diferentes de luz. El emisor 730 puede emitir luz en un intervalo de luz visible, a través del cual debería comprenderse que, en otras implementaciones, el emisor 730 puede emitir luz en el intervalo infrarrojo o el intervalo ultravioleta. Por ejemplo, el emisor 730 puede emitir luz roja a una longitud de onda de aproximadamente 623 nm (por ejemplo, de entre 590 nm a 720 nm), una luz verde a una longitud de onda de aproximadamente 518 nm (por ejemplo, de entre 480 nm a 600 nm), y una luz azul a una longitud de onda de aproximadamente 466 nm (por ejemplo, de entre 400 nm a 540 nm). El detector 728 puede tener tres canales separados, cada canal sensible en un intervalo espectral que corresponde a rojo, verde, o azul. Por ejemplo, un primer canal (un canal rojo) puede tener un intervalo de respuesta espectral sensible a la luz roja a una longitud de onda de entre 590 nm y 720 nm, un segundo canal (un canal verde) puede tener un intervalo de respuesta espectral sensible a la luz verde a una longitud de onda de entre 480 nm y 600 nm, y un tercer canal (un canal azul) puede tener un intervalo de respuesta espectral sensible a la luz azul a una longitud de onda de entre 400 nm y 540 nm. Cada canal del detector 728 genera una salida correspondiente a la cantidad de componentes de luz roja, verde o azul en la luz reflejada.

El alojamiento 725 de conjunto de sensor de almohadilla define una ventana 733 de emisor y una ventana 734 de detector. El emisor 730 está alineado con la ventana 733 de emisor de tal manera que la activación del emisor 730 hace el que emisor 730 emita radiación a través de la ventana 733 de emisor. El detector 728 está alineado con la ventana 734 de detector de tal manera que el detector 728 pueda recibir la radiación que pasa a través de la ventana 734 de detector. En algunos casos, las ventanas 733, 734 están encapsuladas (por ejemplo, utilizando una resina de plástico) para proteger al emisor 730 y al detector 728 de la humedad, objetos extraños (por ejemplo, fibras de la almohadilla 700 de limpieza), y residuos. Cuando la almohadilla 700 de limpieza es insertada en el soporte 720 de almohadilla, la marca 703 de identificación está posicionada debajo del conjunto 724 de sensor de almohadilla de modo que la radiación emitida por el emisor 730 se desplaza a través de la ventana 733 de emisor, ilumina la marca 703 de identificación, y se refleja fuera de la marca 703 de identificación a través de la ventana 734 de detector al detector 728.

En otra implementación, el alojamiento 725 de conjunto de sensor de almohadilla puede incluir ventanas de emisor adicionales y ventanas de detector para emisores adicionales y detectores para proporcionar redundancia. La almohadilla 700 de limpieza puede tener dos o más marcas de identificación que tienen cada una un emisor y detector correspondientes.

Para cada luz emitida por el emisor 730, los canales del detector 728 detectan la luz reflejada desde la marca 703 de identificación y, en respuesta a la detección de luz, generan salidas correspondientes a la cantidad de componentes rojo, verde, y azul de la luz. La radiación que incide sobre la marca 703 de identificación se refleja hacia los canales del detector 728, que a su vez genera una señal (por ejemplo, un cambio en la corriente o tensión) que el controlador puede procesar y utilizar para determinar la cantidad de componentes rojo, azul, y verde de la luz reflejada. El detector 728 puede entregar entonces una señal que lleva las salidas del detector. Por ejemplo, el detector 728 puede entregar la señal en la forma de un vector  $(R, G, B)$  donde el elemento  $R$  del vector corresponde a la salida del canal rojo, el elemento  $G$  del vector corresponde a la salida del canal verde, y el elemento  $B$  del vector corresponde a la salida del canal azul.

El número de luces emitidas por el emisor 730 y el número de canales del detector 728 determinan el orden de la identificación de la marca 703 de identificación. Por ejemplo, dos luces emitidas con dos canales de detección permiten una identificación de cuarto orden. En otra implementación, dos luces emitidas con tres canales de detección permiten una identificación de sexto orden. En la implementación descrita anteriormente, tres luces emitidas con tres canales de detección permiten una identificación de noveno orden. Las identificaciones de orden superior son más precisas pero más costosas computacionalmente. Aunque se ha descrito que el emisor 730 emite tres longitudes de onda diferentes de luz, en otras implementaciones, el número de luces que pueden ser emitidas puede variar. En implementaciones que requieren una mayor confianza en la clasificación del color de la marca 703 de identificación, se pueden emitir y detectar longitudes de onda adicionales de luz para mejorar la confianza en la determinación de color. En implementaciones que requieren un tiempo de cálculo y de medición más rápido, se pueden emitir y detectar pocas luces para reducir el coste computacional y el tiempo requerido para hacer mediciones de respuesta espectral de la marca 703 de identificación. Se puede utilizar una sola fuente de luz con un detector para identificar la marca 703 de identificación pero puede dar como resultado un mayor número de identificaciones erróneas.

Después de que un usuario haya insertado la almohadilla 700 de limpieza en el soporte 720 de almohadilla, el controlador del robot determina el tipo de almohadilla que ha sido insertado en el soporte 720 de almohadilla. Como se ha descrito anteriormente, la almohadilla 700 de limpieza puede ser insertada en cualquier orientación horizontal siempre

y cuando la superficie 702 de montaje esté orientada hacia el conjunto 724 de sensor de almohadilla. Cuando la almohadilla 700 de limpieza es insertada en el soporte 720 de almohadilla, la superficie 702 de montaje puede limpiar las ventanas 733, 734 de humedad, materiales extraños, y residuos. La marca 703 de identificación proporciona información perteneciente al tipo de almohadilla insertada basándose en el color de la marca 703 de identificación.

5 La memoria del controlador es de manera típica previamente cargada con un índice de colores que corresponden a los colores de tinta que se espera utilizar como marcas de identificación en la superficie 702 de montaje de la almohadilla 700 de limpieza. Una tinta de color específica dentro del índice de colores puede tener información de respuesta espectral correspondiente en la forma de un vector  $(R, G, B)$  para cada uno de los colores de luz emitidos por el emisor 730. Por ejemplo, una tinta roja dentro del índice de colores puede tener tres vectores de respuesta de identificación. Un  
10 primer vector (un vector rojo) corresponde a la respuesta de los canales del detector 728 a la luz roja emitida por el emisor 730 y reflejada fuera de la tinta roja. Un segundo vector (un vector azul) corresponde a la respuesta de los canales del detector 728 a la luz azul emitida por el emisor 730 y reflejada fuera de la tinta roja. Un tercer vector (un vector verde) corresponde a la respuesta de los canales del detector 728 a la luz verde emitida por el emisor 730 y reflejada fuera de la tinta roja. Cada color de tinta que se espera utilizar como marcas de identificación en la superficie  
15 702 de montaje de la almohadilla 700 de limpieza tiene una firma asociada diferente y única que corresponde a tres vectores de respuesta como se ha descrito anteriormente. Los vectores de respuesta pueden ser recopilados a partir de pruebas repetidas de tintas de color específicas depositadas en materiales similares al material del reverso 706 de tarjeta. Las tintas de color previamente cargadas en el índice pueden ser seleccionadas de modo que estén distantes entre sí a lo largo del espectro de luz (por ejemplo, morado, verde, rojo, y negro) para reducir la probabilidad de identificar de forma errónea un color. Cada tinta de color previamente definida corresponde a un tipo específico de almohadilla de  
20 limpieza.

Con referencia también a la fig. 7D, el controlador inicia un algoritmo 750 de marca de identificación para detectar y procesar la información proporcionada por la marca 703 de identificación. En la operación 755, el controlador activa el emisor 730 para generar una luz roja dirigida hacia la marca 703 de identificación. La luz roja se refleja fuera de la marca  
25 703 de identificación.

En la operación 760, el controlador recibe una primera señal generada por el detector 728, que incluye un vector  $(R, G, B)$  medido por los tres canales de color del detector 728. Los tres canales del detector 728 responden a la luz reflejada fuera de la marca 703 de identificación y miden las respuestas espectrales roja, verde, y azul. El detector 728 genera entonces la primera señal que lleva los valores de estas respuestas espectrales y entrega la primera señal al control.

30 En la operación 765, el controlador activa el emisor 730 para generar una luz verde dirigida hacia la marca 703 de identificación. La luz verde se refleja fuera de la marca 703 de identificación.

En la operación 770, el controlador recibe una segunda señal generada por el detector 728, que incluye un vector  $(R, G, B)$  medido por los canales de tres colores del detector 728. Los tres canales del detector 728 responden a la luz reflejada fuera de la marca 703 de identificación y miden las respuestas espectrales roja, verde, y azul. El detector 728 genera  
35 entonces la segunda señal que lleva los valores de estas respuestas espectrales y entrega la segunda señal al control.

En la operación, el controlador 505 activa el emisor 730 para generar una luz azul dirigida hacia la marca 703 de identificación. La luz azul se refleja fuera de la marca 703 de identificación. En la operación 780, el controlador recibe una tercera señal generada por el detector 728, que incluye un vector  $(R, G, B)$  medido por los tres canales de color del detector 728. Los tres canales del detector 728 responden a la luz reflejada fuera de la marca 703 de identificación y miden las respuestas espectrales roja, verde, y azul. El detector 728 genera entonces la tercera señal que lleva los  
40 valores de estas respuestas espectrales y entrega la tercera señal al controlador.

En la operación 785, basándose en las tres señales recibidas por el controlador en las operaciones 760, 770, y 780, el controlador genera una coincidencia probabilística de la marca 703 de identificación con una tinta de color dentro del índice de colores cargados en la memoria. Los vectores  $(R, G, B)$  identifican la tinta de color que define la marca 703 de  
45 identificación, y el controlador puede calcular la probabilidad de que el conjunto de los tres vectores corresponda a una tinta de color en el índice de colores. El controlador puede calcular la probabilidad para todas las tintas de color en el índice y luego clasificar las tintas de color de mayor a menor probabilidad. En algunos ejemplos, el controlador realiza operaciones de vector para normalizar las señales recibidas por el controlador. En algunos casos, el controlador calcula un producto cruzado normalizado o un producto de punto antes de hacer coincidir los vectores con una tinta de color en el índice. El controlador puede dar cuenta de las fuentes de ruido en el entorno, por ejemplo, la luz ambiental que puede  
50 desviar las características ópticas detectadas de la marca 703 de identificación.

En algunos casos, el controlador puede estar programado de tal manera que el controlador determine y seleccione un color solo si la probabilidad de la tinta de color de probabilidad superior excede una probabilidad umbral (por ejemplo, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%). La probabilidad umbral protege contra errores al cargar la almohadilla 700 de limpieza en el soporte 720 de almohadilla detectando una alineación errónea de la marca 703 de identificación con el conjunto  
55 724 de sensor de almohadilla. Por ejemplo, como se ha descrito anteriormente, la almohadilla 700 de limpieza puede "alejarse" o deslizar fuera del soporte 720 de almohadilla durante su utilización y trasladarse parcialmente a lo largo del soporte 720 de almohadilla desde su posición cargada, impidiendo así que el conjunto 724 de sensor de almohadilla sea

capaz de detectar la marca 703 de identificación. Si el controlador calcula las probabilidades de las tintas de color en el índice de tintas de color y ninguna de las probabilidades excede la probabilidad umbral, el controlador puede indicar que se ha producido un error de identificación de almohadilla. La probabilidad umbral puede ser seleccionada basándose en la sensibilidad y precisión deseada para el algoritmo 750 de marca de identificación. En algunas implementaciones, tras

5 determinar que ninguna de las probabilidades excede la probabilidad umbral, el robot genera una alerta. En algunos casos, la alerta es una alerta visual, donde el robot puede detenerse en su sitio y/o encender las luces de forma intermitente en el robot. En otros casos, la alerta es una alerta audible, donde el robot puede reproducir una alerta verbal que empieza cuando el robot está experimentando un error. La alerta audible también puede ser una secuencia de sonido, tal como una alarma.

10 Adicional o alternativamente, el controlador puede calcular un error para cada probabilidad calculada. Si el error de la tinta de color de probabilidad superior es mayor que un error de umbral, entonces el controlador puede indicar que se ha producido un error de identificación de almohadilla. Similar a la probabilidad umbral descrita anteriormente, el error umbral protege contra la alineación errónea y los errores de carga de la almohadilla 700 de limpieza.

15 La marca 703 de identificación es suficientemente grande para ser detectada por el detector 728 pero es suficientemente pequeña de modo que el algoritmo 750 de marca de identificación indica que se ha producido un error de identificación de almohadilla cuando la almohadilla 700 de limpieza está deslizando fuera del soporte 720 de almohadilla. Por ejemplo, el algoritmo 750 de marca de identificación puede indicar un error si, por ejemplo, el 5%, 10%, 15%, 20%, 25% de la almohadilla 700 de limpieza ha deslizado fuera del soporte 720 de almohadilla. En tal caso, el tamaño de la marca 703 de identificación puede corresponder a un porcentaje de la longitud de la almohadilla 700 de limpieza (por ejemplo, la

20 marca 703 de identificación puede tener un diámetro que es del 1% al 10% de la longitud de la almohadilla 700 de limpieza). Aunque la marca 703 de identificación ha sido descrita y mostrada como de extensión limitada, en algunos casos, la marca de identificación puede ser simplemente un color del reverso de tarjeta. Los reversos de tarjeta pueden tener todos un color uniforme, y las respuestas espectrales de los reversos de tarjeta de diferentes colores pueden ser almacenadas en el índice de colores. En algunos casos, la marca 703 de identificación no tiene forma circular y es, en su

25 lugar, cuadrada, rectangular, triangular, u otra forma que pueda ser detectada ópticamente.

Aunque la tinta utilizada para crear la marca 703 de identificación ha sido descrita simplemente como tinta de color, en algunos ejemplos, la tinta de color incluye componentes adicionales que el controlador puede utilizar para identificar únicamente la tinta y por lo tanto la almohadilla de limpieza. Por ejemplo, la tinta puede contener marcadores fluorescentes que emiten fluorescencia bajo un tipo específico de radiación, y los marcadores fluorescentes pueden ser

30 utilizados además para identificar el tipo de almohadilla. La tinta también puede contener marcadores que producen un cambio de fase distinto en la radiación reflejada que el detector puede detectar. En este ejemplo, el controlador puede utilizar el algoritmo 750 de marca de identificación como en un proceso de identificación y de autenticación en el que el controlador puede identificar el tipo de almohadilla de limpieza que utiliza la marca 703 de identificación y autenticar posteriormente el tipo de almohadilla de limpieza utilizando el marcador fluorescente o de cambio de fase.

35 En otra implementación, el mismo tipo de tinta de color es utilizada para diferentes tipos de almohadillas de limpieza. La cantidad de tinta varía dependiendo del tipo de la almohadilla de limpieza, el fotodetector puede detectar una intensidad de la radiación reflejada para determinar el tipo de la almohadilla de limpieza.

#### *Otros Esquemas de Identificación*

40 Las figs. 8A-8F muestran otras almohadillas de limpieza con diferentes atributos detectables que pueden ser utilizados para permitir que el controlador del robot identifique el tipo de almohadilla de limpieza depositada en el soporte de almohadilla. Con referencia a la fig. 8A, una superficie 802A de montaje de una almohadilla 800A de limpieza incluye un chip 803A de identificación de radiofrecuencia (RFID). El chip de identificación de radiofrecuencia distingue únicamente el tipo de almohadilla 800A de limpieza que está siendo utilizada. El soporte de almohadilla del robot incluiría un lector de RFID con un intervalo de recepción corto (por ejemplo, menos de 10 cm). El lector de RFID puede estar posicionado en

45 el soporte de almohadilla de tal manera que se asiente sobre el chip 803A de RFID cuando la almohadilla 800A de limpieza es cargada de manera apropiada en el soporte de almohadilla.

Con referencia a la fig. 8B, una superficie 802B de montaje de una almohadilla 800B de limpieza incluye un código de barras 803B para distinguir el tipo de almohadilla 800A de limpieza que está siendo utilizada. El soporte de almohadilla del robot incluiría un escáner de código de barras que escanea el código de barras 803B para determinar el tipo de

50 almohadilla 800A de limpieza depositada en el soporte de almohadilla.

Con referencia a la fig. 8C, una superficie 802C de montaje de una almohadilla 800C de limpieza incluye un identificador 803C micro-impreso que distingue el tipo de almohadilla 800C de limpieza utilizada. El soporte de almohadilla del robot incluiría un sensor óptico de ratón que toma imágenes del identificador 803C micro-impreso y determina características del identificador 803C micro-impreso que distinguen únicamente la almohadilla 800C de limpieza. Por ejemplo, el

55 controlador puede utilizar la imagen para medir un ángulo 804C de orientación de una característica (por ejemplo, un logo corporativo u otra imagen repetida) del identificador 803C micro-impreso. El controlador selecciona un tipo de almohadilla basándose en la detección de la orientación de imagen.

Con referencia a la fig. 8D, una superficie 802D de montaje de una almohadilla 800D de limpieza incluye aletas mecánicas 803D para distinguir el tipo de almohadilla 800C de limpieza utilizada. Las aletas mecánicas 803D pueden estar hechas de un material plegable de tal manera que puedan ser aplanadas contra la superficie 802D de montaje. Las aletas mecánicas 803D sobresalen desde la superficie 802D de montaje en sus estados desplegados, como se ha  
 5 mostrado en la vista A-A de la fig. 8D. El soporte de almohadilla del robot puede incluir múltiples sensores de interrupción del haz. La combinación de los sensores de interrupción mecánica del haz que son activados por las aletas indica al controlador del robot que un tipo particular de almohadilla 800D de limpieza ha sido cargado en el robot. Uno de los sensores de interrupción del haz puede interconectarse con la aleta mecánica 803D mostrada en la fig. 8D. El controlador, basándose en la combinación de sensores que han sido activados, puede determinar el tipo de almohadilla.  
 10 El controlador puede determinar alternativamente a partir del patrón de sensores activados una distancia entre las aletas mecánicas 803D que es única para un tipo de almohadilla particular. Utilizando la distancia entre las aletas y otras características, en lugar de de la posición exacta de tales características, el esquema de identificación es resistente a ligeros errores de alineación errónea.

Con referencia a la fig. 8E, una superficie 802E de montaje de una almohadilla 800E de limpieza incluye los recortes 803E. El soporte de almohadilla del robot puede incluir interruptores mecánicos que permanecen sin activar en la región del recorte 803E. Como resultado, la colocación y el tamaño del recorte 803E pueden identificar únicamente el tipo de almohadilla 803E de limpieza dispuesta en el soporte de almohadilla. Por ejemplo, el controlador, basándose en la combinación de interruptores que son activados, puede calcular una distancia entre los recortes 803E, y el controlador puede utilizar la distancia para determinar el tipo de almohadilla.

Con referencia a la fig. 8F, una superficie 802F de montaje de una almohadilla 800F de limpieza incluye una región conductora 803F. El soporte de almohadilla del robot puede incluir un sensor de conductividad correspondiente que contacta la superficie 802F de montaje de la almohadilla 800F de montaje. Tras contactar con la región conductora 803F, el sensor de conductividad detecta un cambio en la conductividad debido a que la región conductora 803F tiene una conductividad superior que la superficie de montaje 802F. El controlador puede utilizar el cambio en la conductividad para  
 25 determinar el tipo de almohadilla 800F de limpieza.

#### Métodos de Utilización

El robot 100 (mostrado en la fig. 1A) puede implementar el sistema 500 de control y el sistema 534 de identificación de almohadilla (mostrado en la fig. 5) y utilizar los identificadores de almohadilla (por ejemplo, la secuencia 603 de identificación de la fig. 6A, la marca 703 de identificación de la fig. 7A, el chip 803A de RFID de la fig. 8A, el código de barras 803B de la fig. 8B, el identificador micro-impreso 803C de la fig. 8C, las aletas mecánicas 803D de la fig. 8D, los recortes 803E de la fig. 8E, y las regiones conductoras 803F de la fig. 8F) para ejecutar de manera inteligente comportamientos específicos basados en el tipo de almohadilla 120 de limpieza (mostrada en la fig. 2A y descrita  
 30 alternativamente como almohadillas 600, 700, 800A-800F de limpieza) cargada en el soporte 300 de almohadilla (mostrado en las figs. 3A-3D y descrito alternativamente como los soportes 620, 720 de almohadilla). El método y el proceso describen a continuación un ejemplo de utilización del robot 100 que tiene un sistema de identificación de almohadilla.

Con referencia a la fig. 9, un diagrama de flujo 900 describe un caso de utilización del robot 100 y sus sistema 500 de control y sistema 534 de identificación de almohadilla. El diagrama de flujo 900 incluye las operaciones 910 de usuario que corresponden a las operaciones que el usuario inicia o implementa y las operaciones 920 de robot que corresponden a las operaciones que el robot inicia o implementa.

En la operación 910a, el usuario inserta una batería en el robot. La batería proporciona alimentación, por ejemplo, al sistema de control del robot 100.

En la operación 910b, el usuario carga la almohadilla de limpieza en el soporte de limpieza. El usuario puede cargar la almohadilla de limpieza deslizando la almohadilla de limpieza en el soporte de limpieza de tal manera que la almohadilla de limpieza se aplique con las protuberancias del soporte de almohadilla. El usuario puede insertar cualquier tipo de almohadilla de limpieza, por ejemplo la almohadilla de limpieza de mopa húmeda, la almohadilla de limpieza de mopa mojada, la almohadilla de limpieza de polvo seco, o la almohadilla de limpieza lavable descritas anteriormente.

En la operación 910c, si es aplicable, el usuario llena el robot con fluido de limpieza. Si el usuario ha insertado una almohadilla de limpieza de polvo seco, el usuario no necesita llenar el robot con el fluido de limpieza. En algunos ejemplos, el robot puede identificar la almohadilla de limpieza inmediatamente después de la operación 910b. El robot puede indicar entonces al usuario si el usuario necesita llenar el depósito con fluido de limpieza.

En la operación 910d, el usuario enciende el robot 100 en una posición inicial. El usuario puede, por ejemplo, presionar el botón 140 de limpieza (mostrado en la fig. 1A) una vez o dos veces para encender el robot. El usuario también puede mover físicamente el robot a la posición inicial. En algunos casos, el usuario presiona el botón de limpieza una vez que se ha encendido el robot y presiona el botón de limpieza una segunda vez para iniciar la operación de limpieza.

En la operación 920a, el robot identifica el tipo de almohadilla de limpieza. El controlador del robot puede ejecutar uno de los esquemas de identificación de almohadilla descrito con respecto a las figs. 6A-D, 7A-D, y 8A-F, por ejemplo.

5 En la operación 920b, tras identificar el tipo de almohadilla de limpieza, el robot ejecuta una operación de limpieza basándose en el tipo de almohadilla de limpieza. El robot puede implementar comportamiento de navegación y programas de pulverización como se ha descrito anteriormente. Por ejemplo, en el ejemplo como se ha descrito con respecto a la fig. 4E, el robot ejecuta el programa de pulverización que corresponde a las TABLAS 2 y 3 y ejecuta el comportamiento de navegación como se ha descrito con respecto a esas tablas.

10 En las operaciones 920c y 920d, el robot verifica periódicamente la almohadilla de limpieza para ver si hay errores. El robot verifica la almohadilla de limpieza para ver si hay errores mientras el robot continúa la operación de limpieza ejecutada como parte de la operación 920b. Si el robot no determina que se ha producido un error, el robot puede, por ejemplo, detener la operación de limpieza, cambiar el color de un indicador visual en la parte superior del robot, generar una alerta audible, o alguna combinación de indicaciones de que se ha producido un error. El robot puede detectar un error verificando continuamente el tipo de almohadilla de limpieza cuando el robot ejecuta la operación de limpieza. En algunos casos, el robot puede detectar un error comparando su identificación actual el tipo de almohadilla de limpieza con el tipo identificado de almohadilla de limpieza inicial como parte de la operación 920b descrita anteriormente. Si la identificación actual difiere de la identificación inicial, el robot puede determinar que se ha producido un error. Como se  
15 ha descrito anteriormente, la almohadilla de limpieza puede deslizarse fuera del soporte de almohadilla, lo que puede dar como resultado la detección de un error.

En la operación 920e, tras completar la operación de limpieza, el robot vuelve a la posición inicial desde la operación 910d y se apaga. El controlador del robot puede cortar la alimentación del sistema de control del robot tras detectar que el robot ha vuelto a la posición inicial.

20 En la operación 910e, el usuario expulsa la almohadilla de limpieza del soporte de almohadilla. El usuario puede activar el mecanismo 322 de liberación de almohadilla como se ha descrito anteriormente con respecto a las figs. 3A-3C. El usuario puede expulsar directamente la almohadilla de limpieza a la basura sin tocar la almohadilla de limpieza.

En la operación 910f, si es aplicable, el usuario vacía el fluido de limpieza restante del robot.

25 En la operación 910g, el usuario retira la batería del robot. El usuario puede cargar entonces la batería utilizando una fuente de alimentación externa. El usuario puede almacenar el robot para una utilización futura.

30 Las operaciones descritas anteriormente con respecto al diagrama de flujo 900 no limita el alcance de los métodos de utilización del robot. En un ejemplo, el robot puede proporcionar instrucciones visuales y audibles al usuario basándose en el tipo de almohadilla de limpieza que el robot haya detectado. Si el robot detecta una almohadilla de limpieza para un tipo particular de superficie, el robot puede recordar cuidadosamente al usuario el tipo de superficies recomendadas para el tipo de superficie. El robot también puede alertar al usuario de la necesidad de llenar el depósito con fluido de limpieza. En algunos casos, el robot puede notificar al usuario el tipo de fluido de limpieza que debería ser colocado en el depósito (por ejemplo, agua, detergente, etc.).

35 En otras implementaciones, tras identificar el tipo de almohadilla de limpieza, el robot puede utilizar otros sensores del robot para determinar si el robot ha sido colocado en las condiciones de funcionamiento correctas para utilizar la almohadilla de limpieza identificada. Por ejemplo, si el robot detecta que el robot ha sido colocado en una alfombra, el robot puede no iniciar una operación de limpieza para impedir que la alfombra resulte dañada.

Aunque se ha descrito un número de ejemplos con propósitos de ilustración, la descripción anterior no pretende limitar el alcance de la invención, que está definido por el alcance de las reivindicaciones adjuntas. Hay y habrá otros ejemplos y modificaciones dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

40



**REIVINDICACIONES**

1. Un robot (100) autónomo de limpieza de suelos, que comprende:  
un cuerpo (102) de robot que define una dirección de accionamiento hacia delante;  
un controlador (505) soportado por el cuerpo de robot;
- 5 un accionamiento (510) que soporta el cuerpo de robot y configurado para maniobrar el robot a través de una superficie en respuesta a comando del controlador;  
un soporte (300; 620; 720) de almohadilla dispuesto en una parte inferior del cuerpo de robot y configurado para retener una almohadilla de limpieza extraíble (120; 600; 700; 800A-800F) durante el funcionamiento del robot de limpieza; y  
caracterizado por que el robot autónomo de limpieza de suelos comprende además:
- 10 un sensor de almohadilla dispuesto para detectar una característica de una almohadilla de limpieza sostenida por el soporte de almohadilla y generar una señal correspondiente;  
en el que el controlador es sensible a la señal generada por el sensor de almohadilla para identificar un tipo de almohadilla de entre un conjunto de múltiples tipos de almohadilla, y está configurado para controlar el robot de acuerdo con un modo de limpieza seleccionado de un conjunto de múltiples modos de limpieza del robot en función de la señal generada por el sensor de almohadilla de acuerdo con el tipo de almohadilla identificada.
- 15 2. El robot de la reivindicación 1, en el que el sensor de almohadilla comprende al menos uno de un emisor (630a-630c; 634a-634c; 730) de radiación y un detector (632a-632c, 728), en el que el detector de radiación exhibe una respuesta espectral máxima en un intervalo de luz visible.
- 20 3. El robot de la reivindicación 1, en el que la característica es una tinta de color dispuesta sobre una superficie de la almohadilla de limpieza, el sensor de almohadilla detecta una respuesta espectral de la característica, y la señal corresponde a la respuesta espectral detectada.
4. El robot de la reivindicación 3, en el que la señal comprende la respuesta espectral detectada, y el controlador compara la respuesta espectral detectada con una respuesta espectral almacenada en un índice de tintas de color almacenadas en un elemento de almacenamiento de memoria operable con el controlador.
- 25 5. El robot de la reivindicación 1, en el que la característica comprende una pluralidad de elementos (608a-608c) de identificación, teniendo cada elementos de identificación una primera región y una segunda región, y en el que el sensor de almohadilla está dispuesto para detectar de manera independiente una primera reflectancia de la primera región y una segunda reflectancia de la segunda región, en el que el sensor de almohadilla comprende un primer emisor de radiación dispuesto para iluminar la primera región, un segundo emisor de radiación dispuesto para iluminar la segunda región, y un fotodetector dispuesto para recibir la radiación reflejada tanto desde la primera región como desde la segunda región,
- 30 en el que la primera reflectancia es sustancialmente mayor que la segunda reflectancia.
6. El robot de la reivindicación 5, en el que el sensor de almohadilla comprende un primer emisor de radiación dispuesto para iluminar la primera región, un segundo emisor de radiación dispuesto para iluminar la segunda región, y un fotodetector dispuesto para recibir la radiación reflejada tanto desde la primera región como desde la segunda región.
- 35 7. El robot de la reivindicación 6, en el que la primera reflectancia es sustancialmente mayor que la segunda reflectancia.
8. El robot de la reivindicación 1, en el que:  
el soporte de almohadilla sostiene una placa de montaje de la almohadilla de limpieza, y la característica está definida por un corte en la placa de montaje.
9. El robot de la reivindicación 1, en el que los múltiples modos de limpieza del robot definen cada uno un programa de pulverización y un comportamiento de navegación.
- 40 10. Un conjunto de almohadillas de limpieza de robot autónomo de diferentes tipos, comprendiendo cada una de las almohadillas de limpieza:  
un cuerpo de almohadilla que tiene superficies amplias opuestas, que incluyen una superficie de limpieza y una superficie de montaje; y
- 45 una placa de montaje asegurada a través de la superficie de montaje del cuerpo de almohadilla y que define características de localizador de montaje de almohadilla;  
caracterizado por que la placa de montaje de cada almohadilla de limpieza define una característica de identificación del tipo de almohadilla única para el tipo de almohadilla de limpieza y que está posicionada para ser detectada por un robot

en el que está montada la almohadilla.

11. El conjunto de la reivindicación 10, en el que la característica es una primera característica, y la placa de montaje tiene una segunda característica rotacionalmente simétrica a la primera característica.

5 12. El conjunto de la reivindicación 10, en el que la característica tiene un atributo de respuesta espectral único para el tipo de almohadilla de limpieza.

13. El conjunto de la reivindicación 10, en el que la característica tiene una reflectancia única para el tipo de almohadilla de limpieza.

14. El conjunto de la reivindicación 10, en el que la característica está definida por un recorte en la placa de montaje.

15. Un método para limpiar un suelo, comprendiendo el método:

10 unir una almohadilla (120; 600; 700; 800A-800F) a una superficie inferior de un robot (100) autónomo de limpieza de suelos;

colocar el robot en un suelo que ha de ser limpiado;

caracterizado por

15 iniciar una operación de limpieza de suelos en la que el robot detecta la almohadilla de limpieza unidad e identifica un tipo de almohadilla de entre un conjunto de múltiples tipos de almohadilla, y luego limpia de manera autónoma el suelo en un modo de limpieza seleccionado de acuerdo con el tipo de almohadilla identificada.

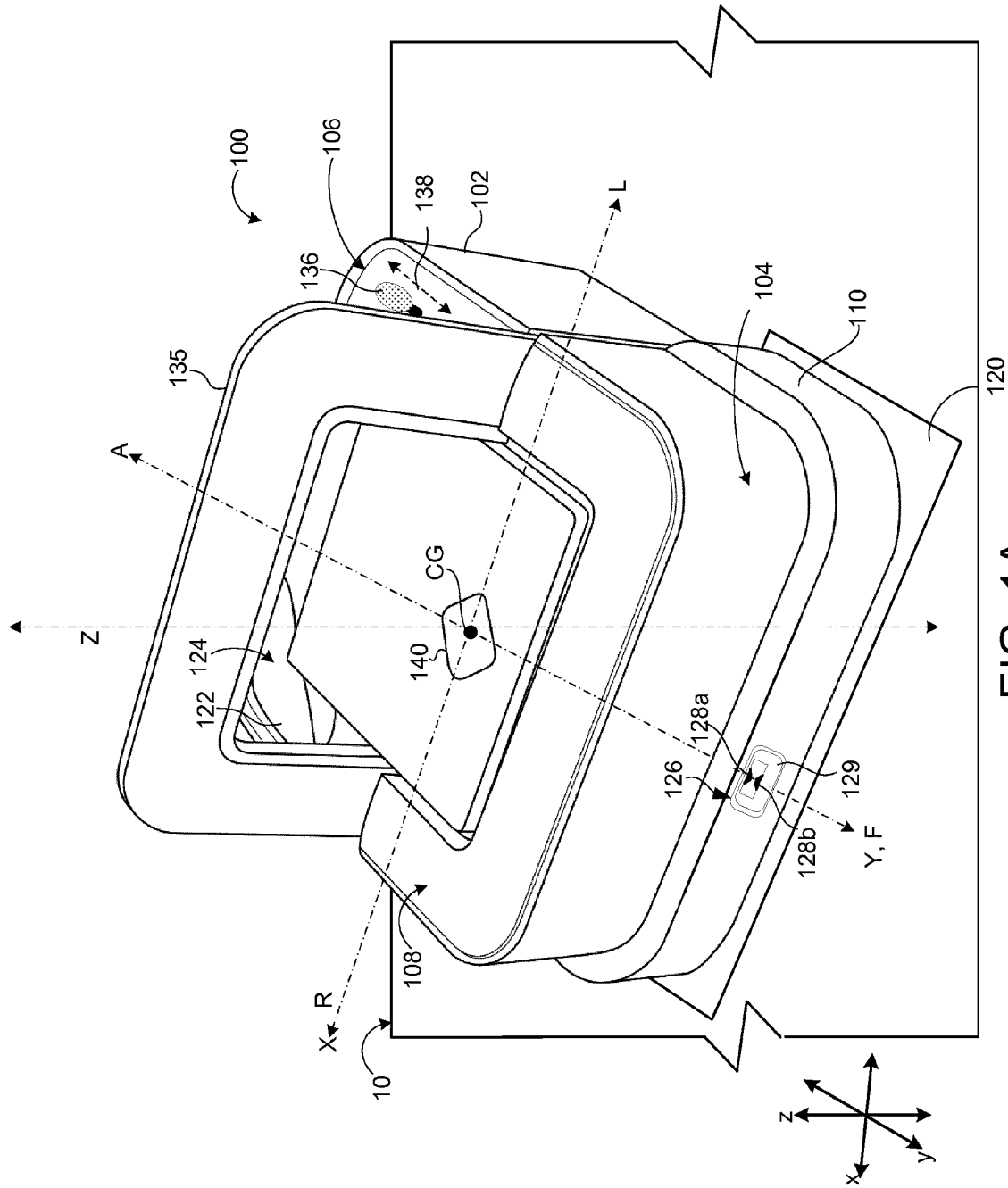


FIG. 1A

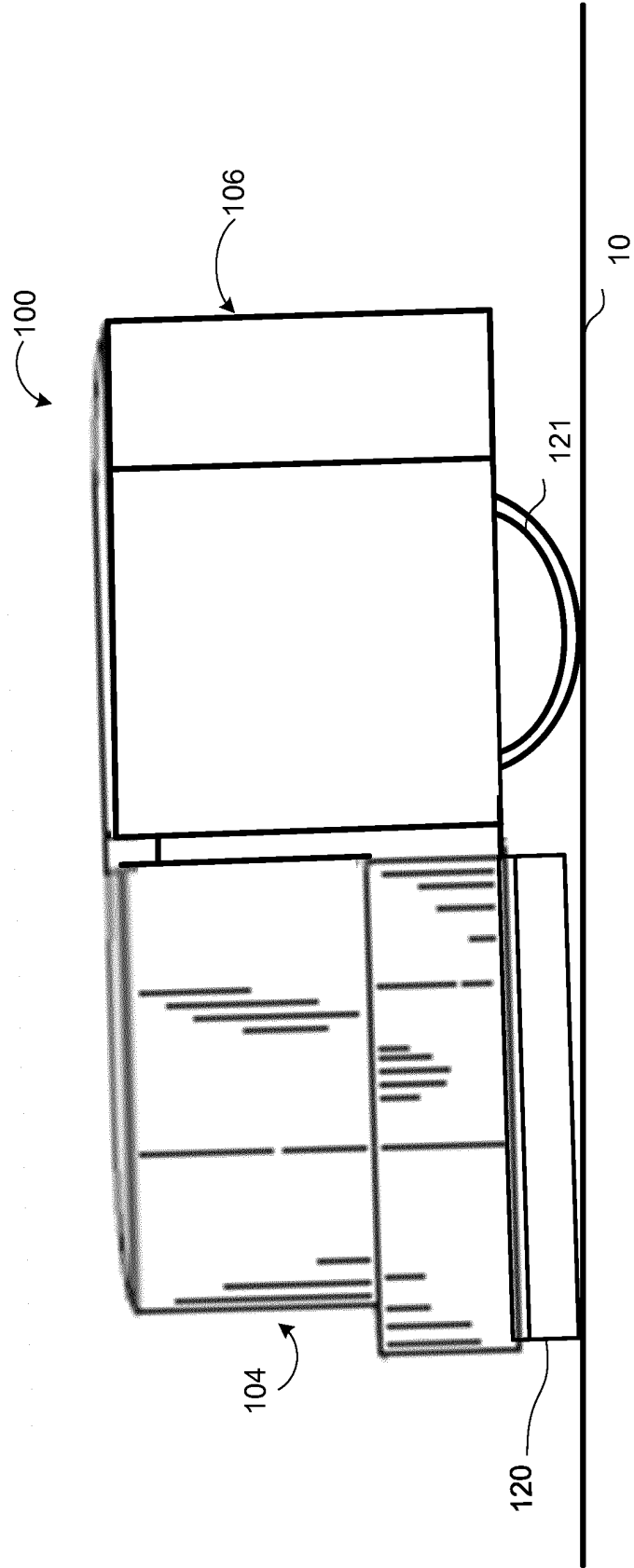


FIG. 1B

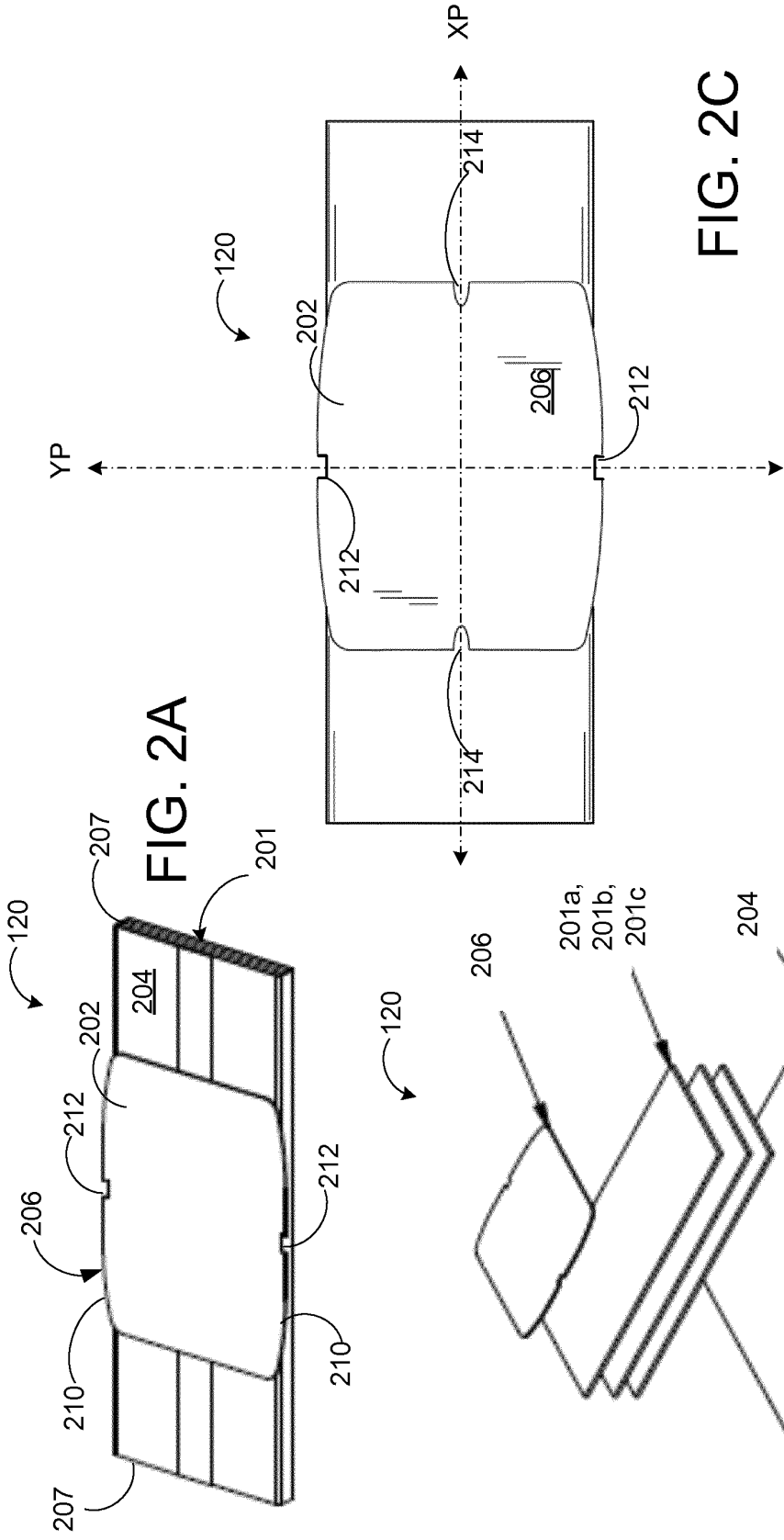


FIG. 2A

FIG. 2C

FIG. 2B

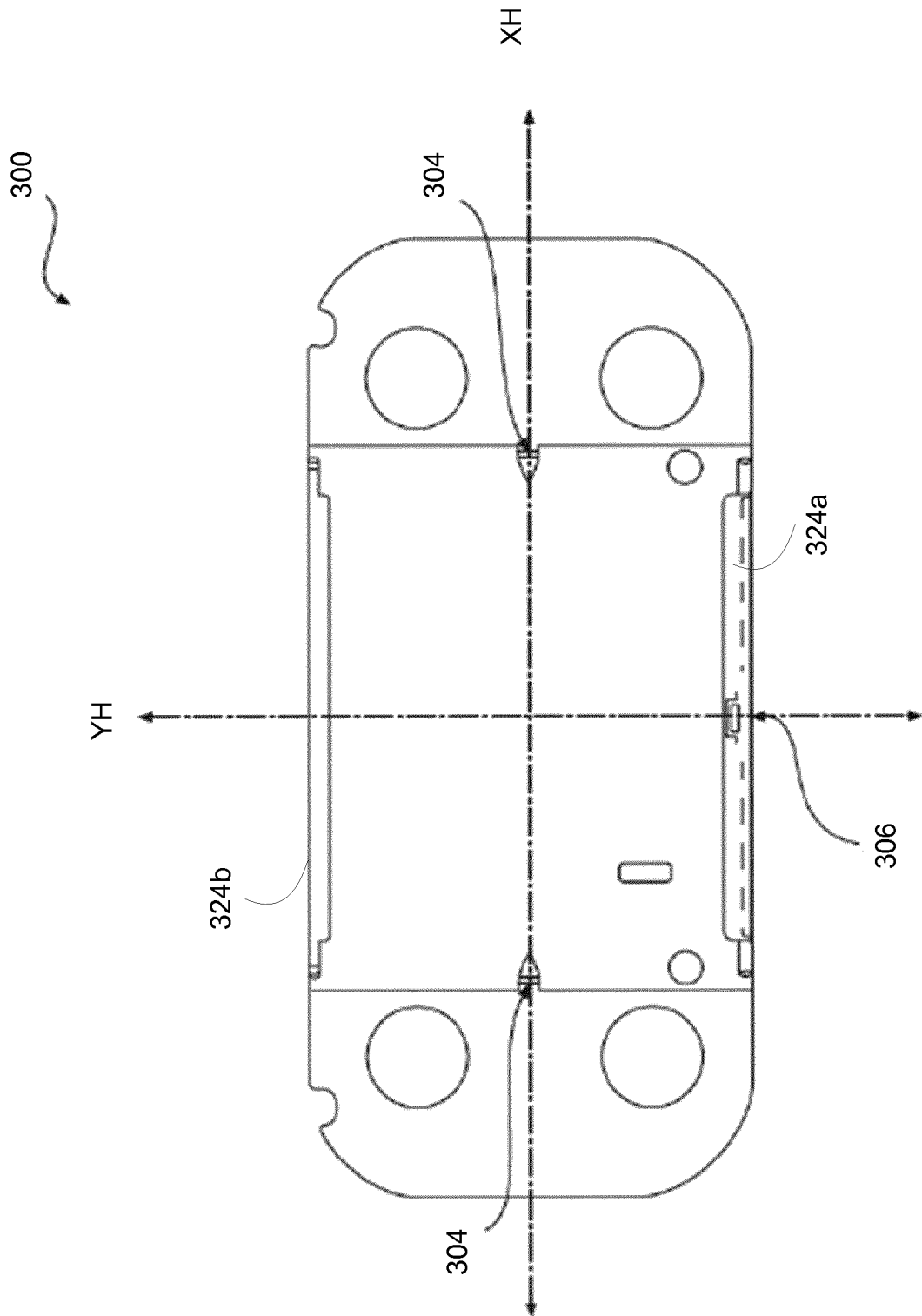


FIG. 3A

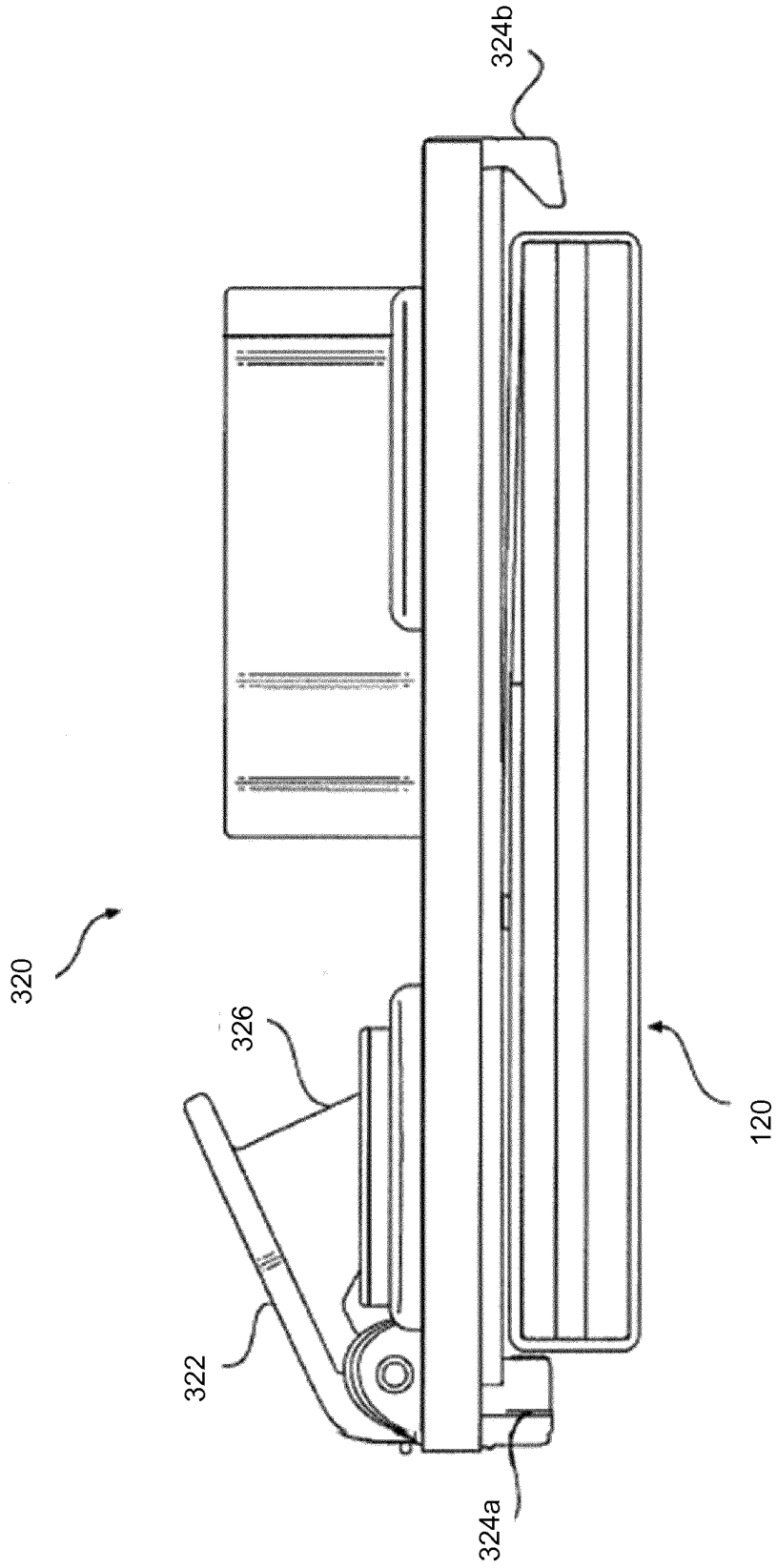


FIG. 3B

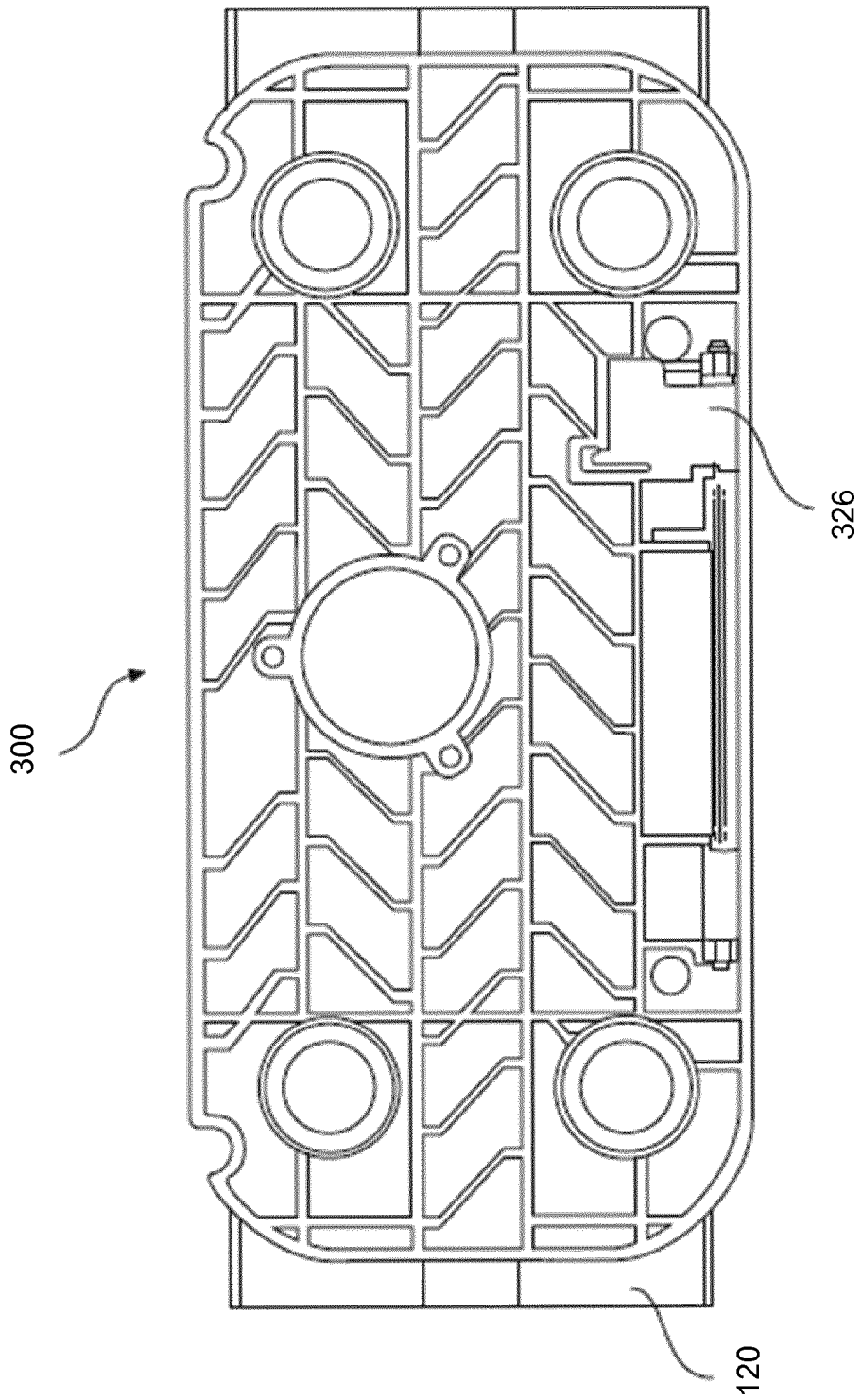


FIG. 3C



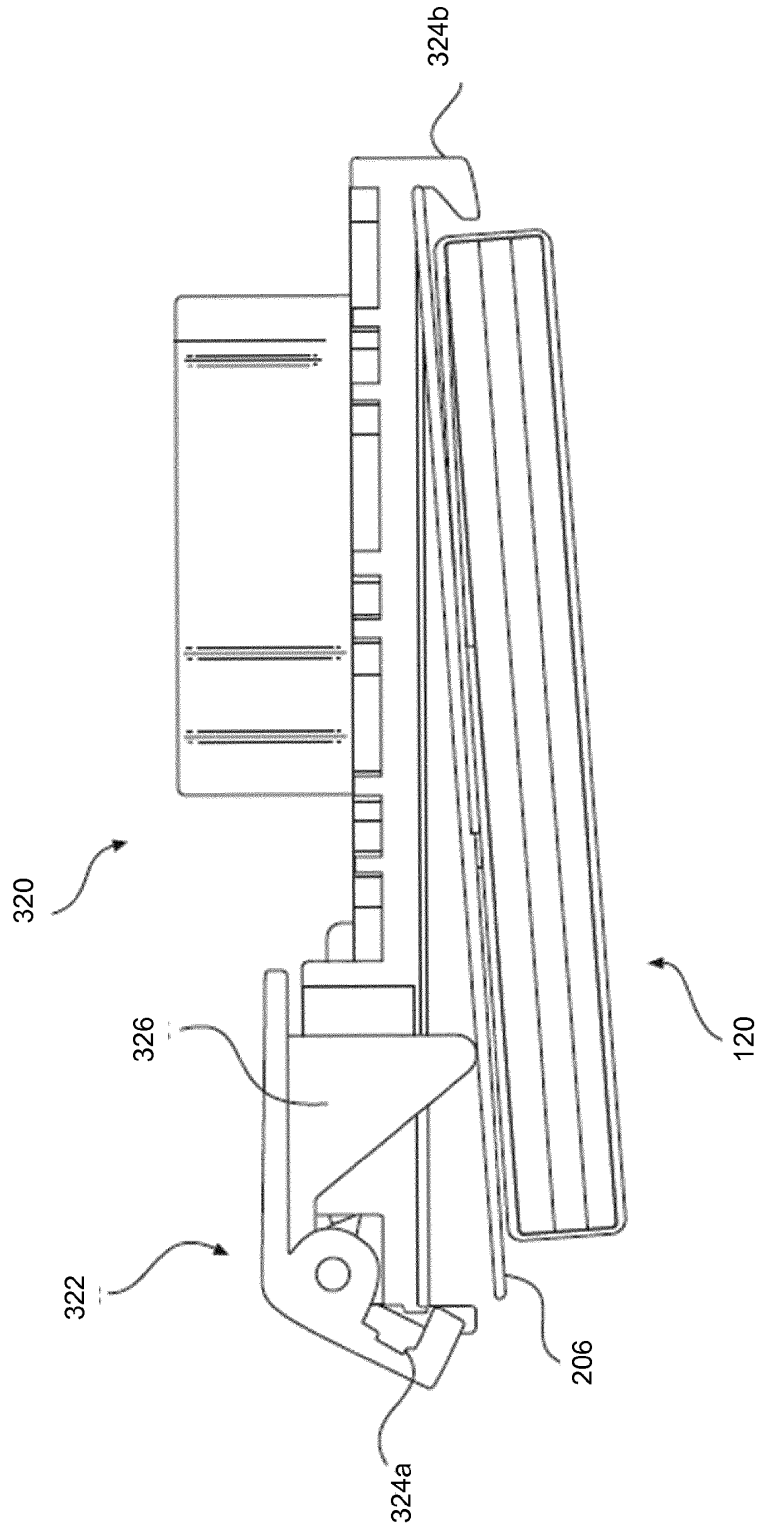


FIG. 3D

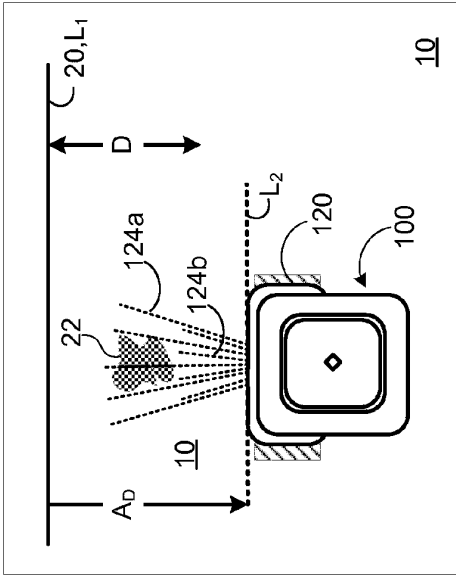


FIG. 4B

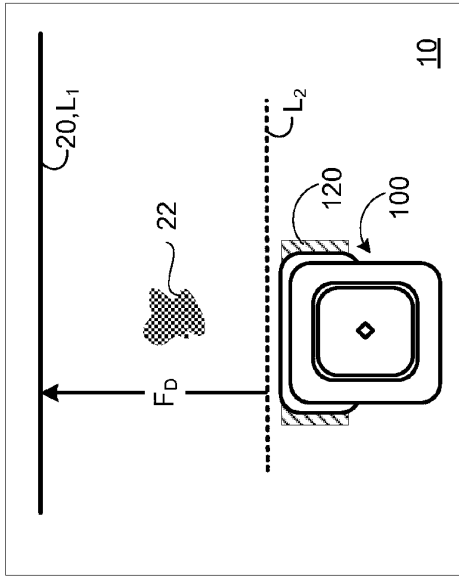


FIG. 4A

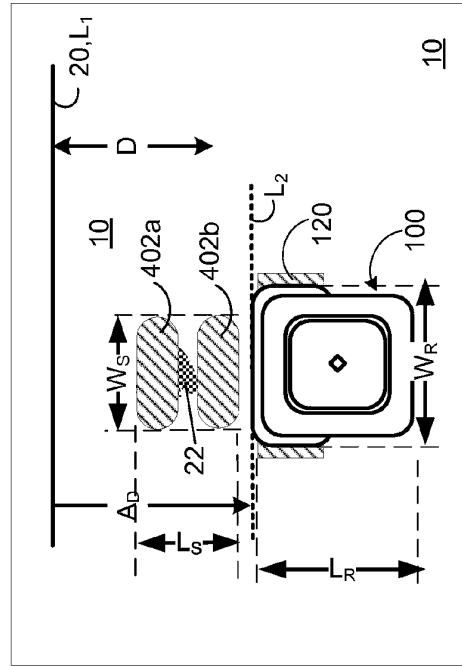


FIG. 4C

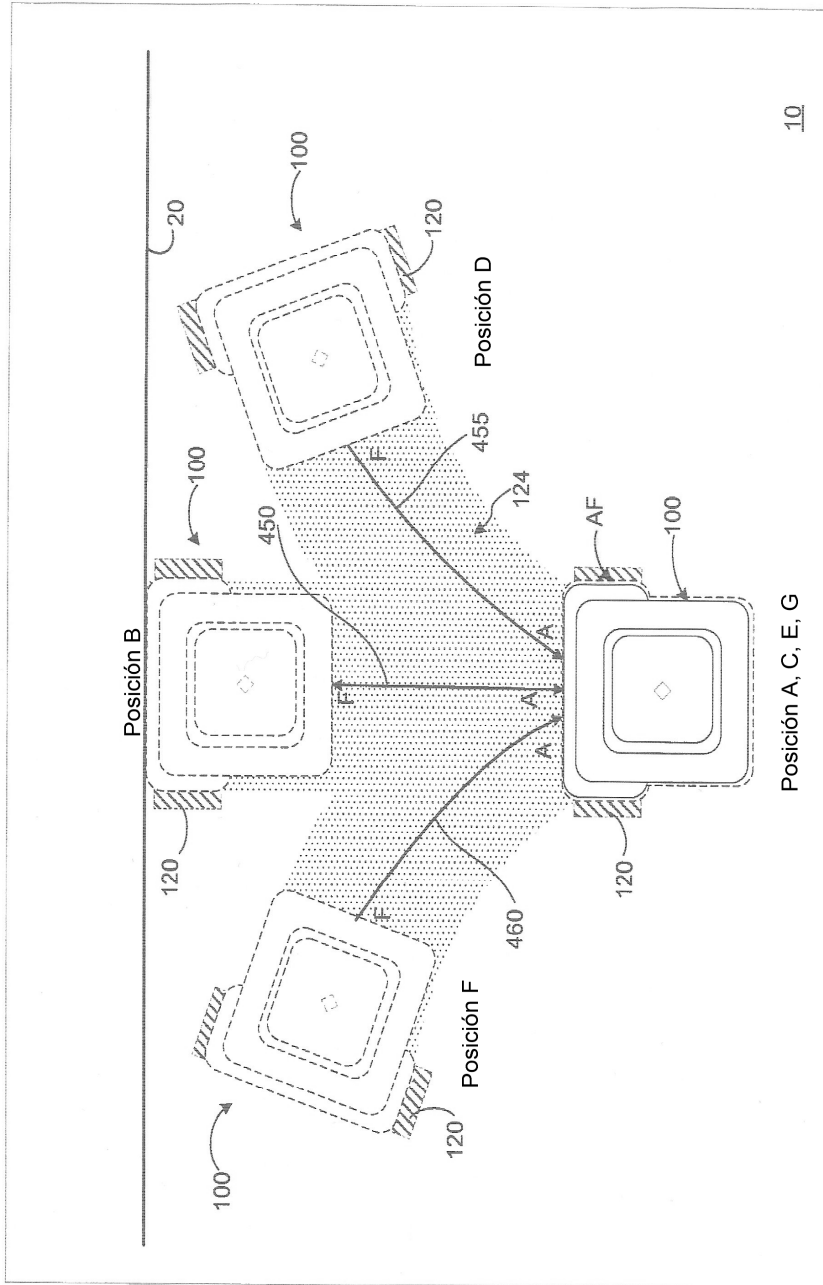


FIG. 4D

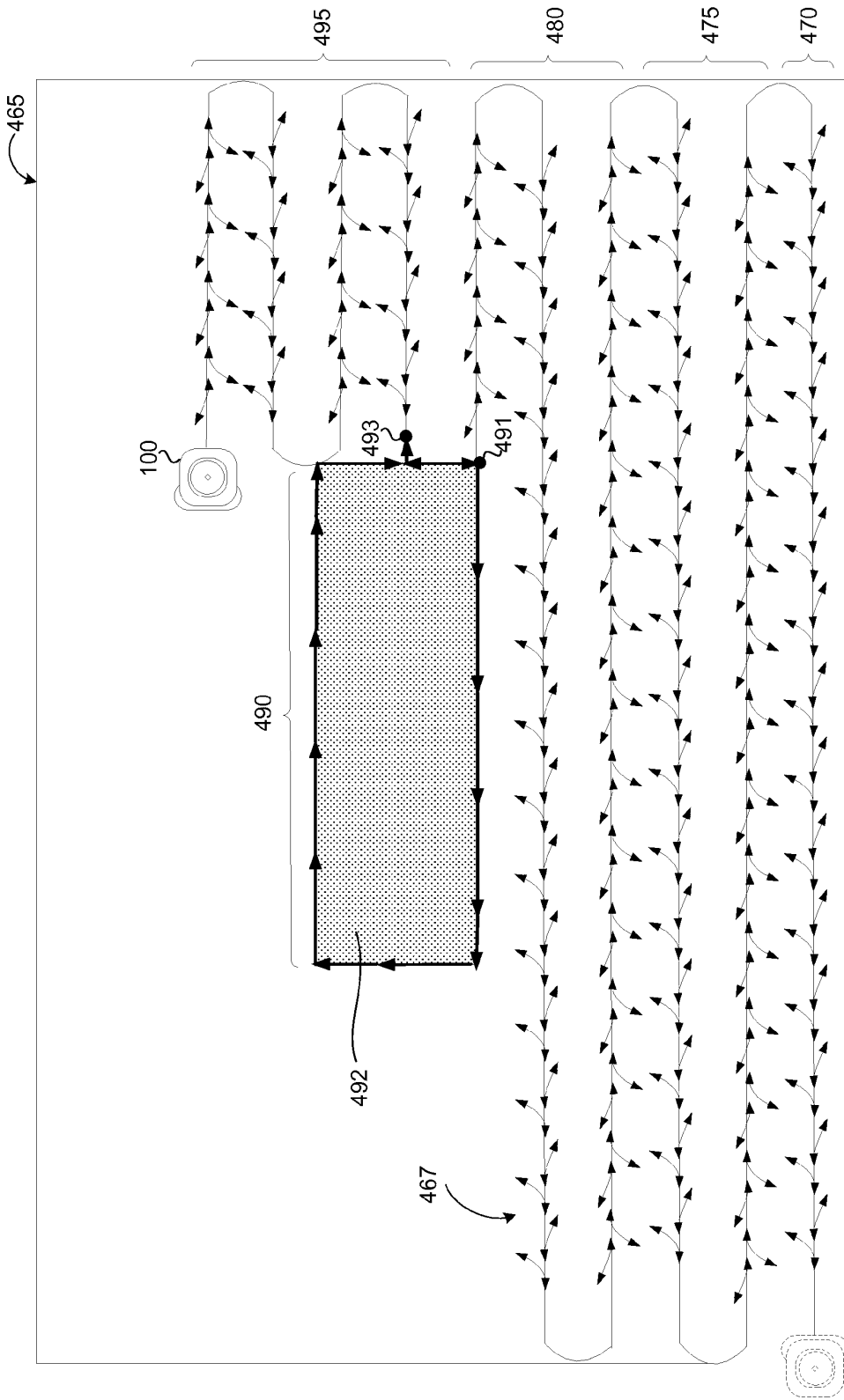


FIG. 4E

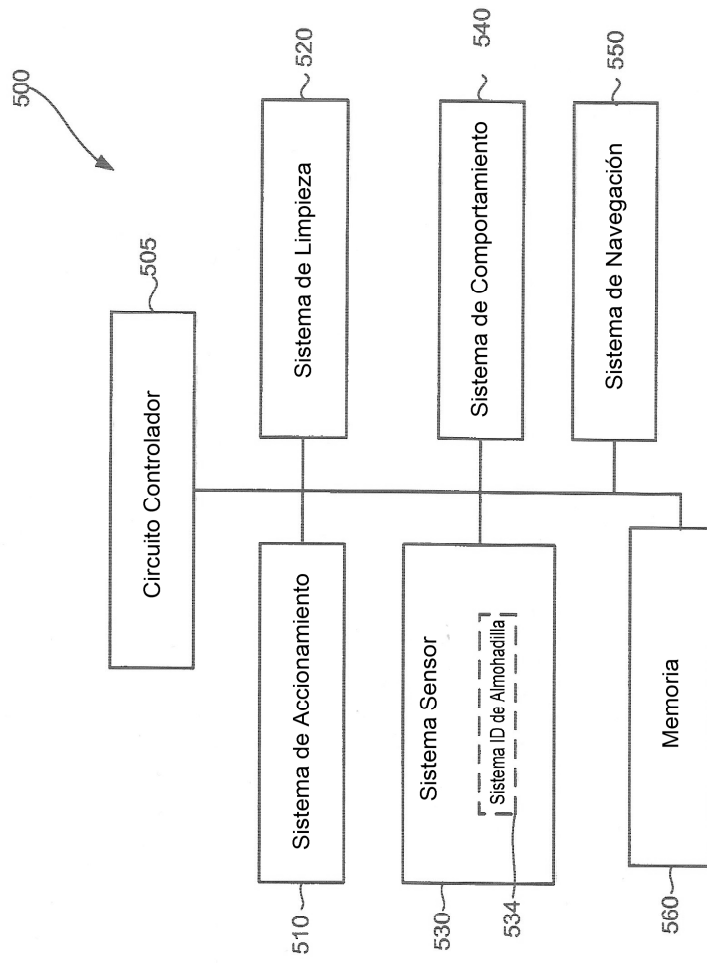


FIG. 5

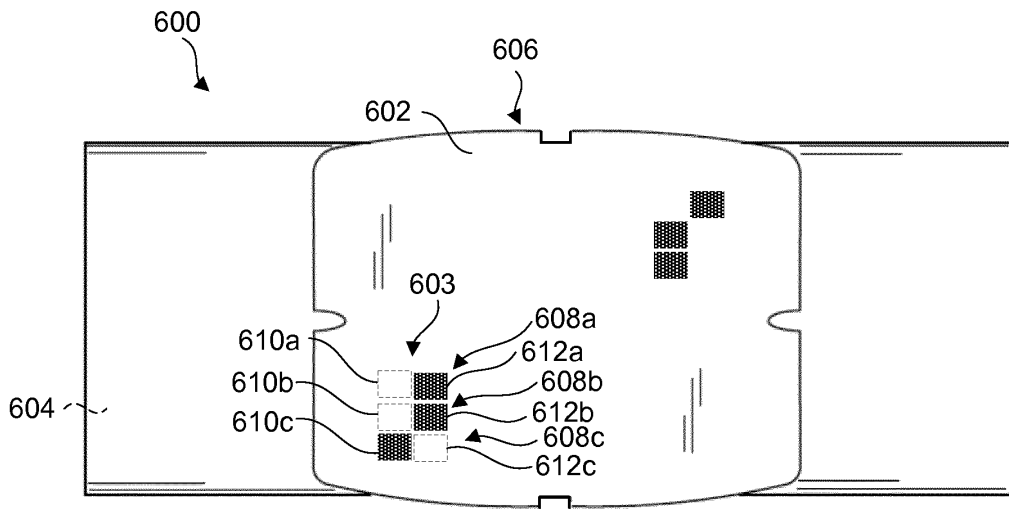


FIG. 6A

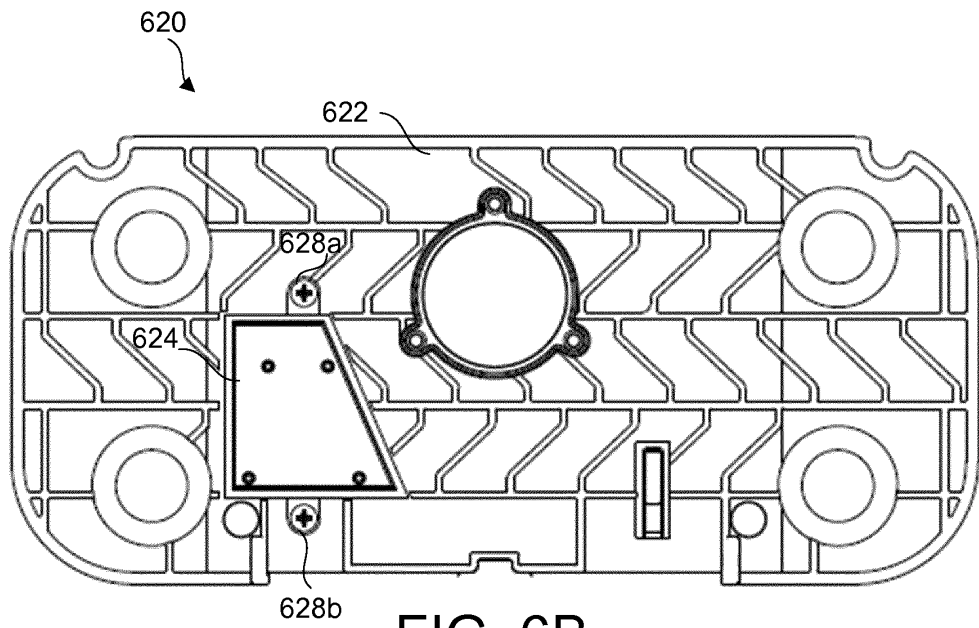


FIG. 6B

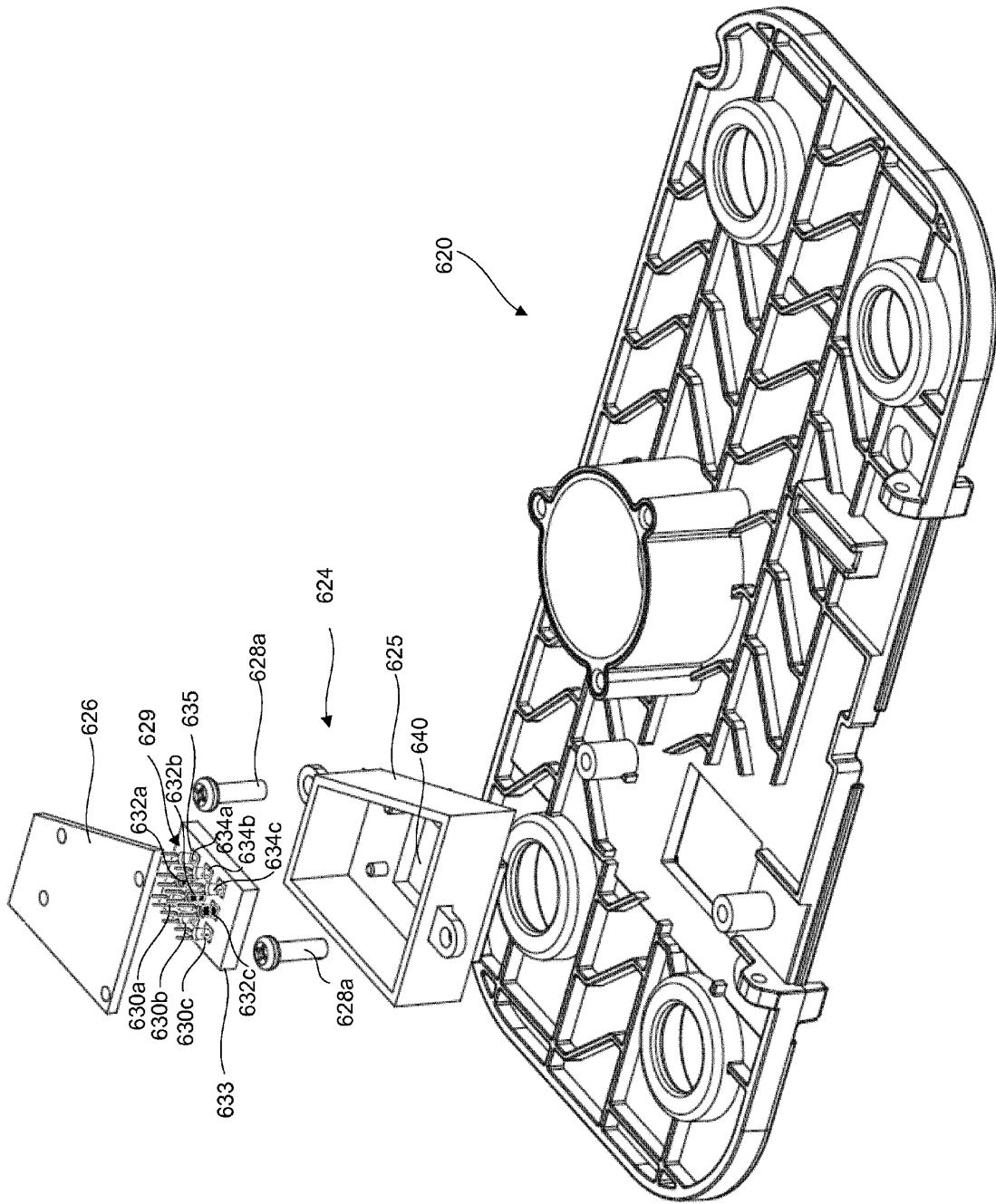


FIG. 6C

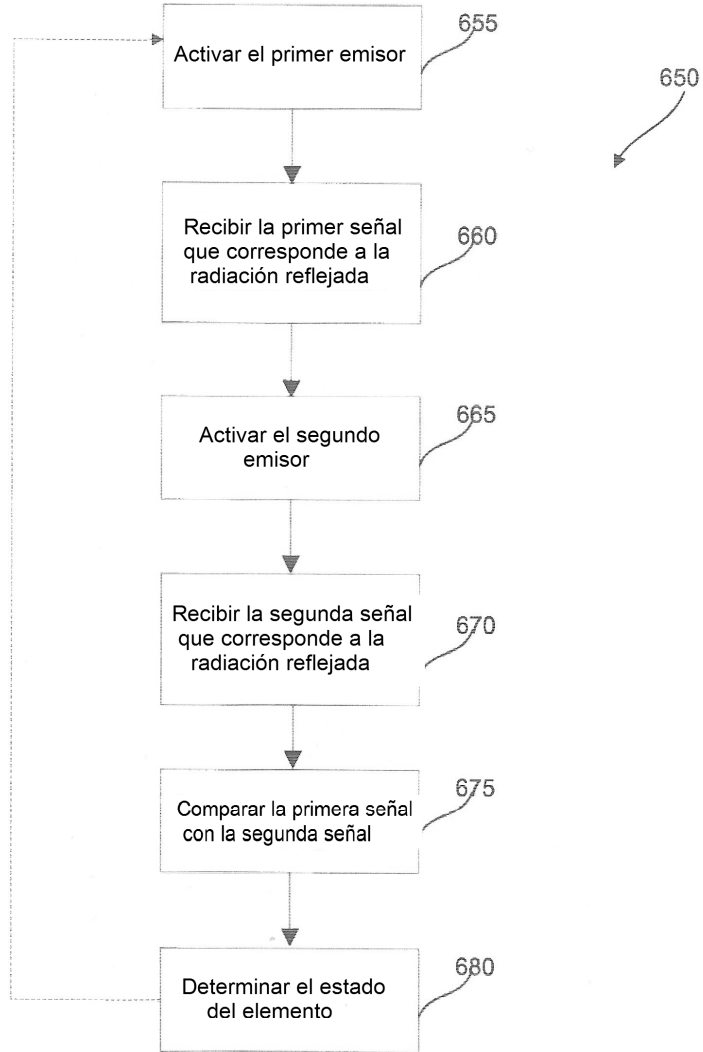


FIG. 6D



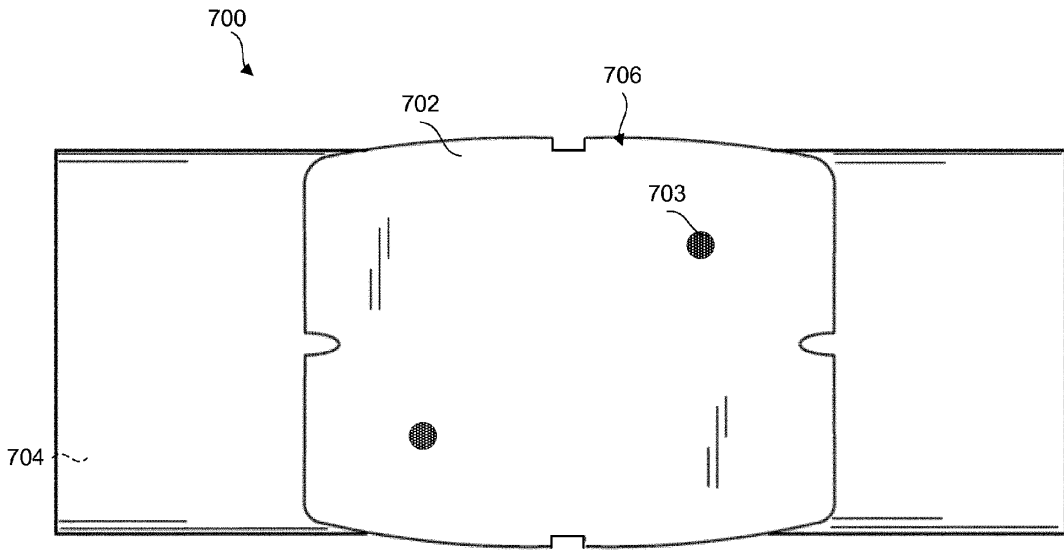


FIG. 7A

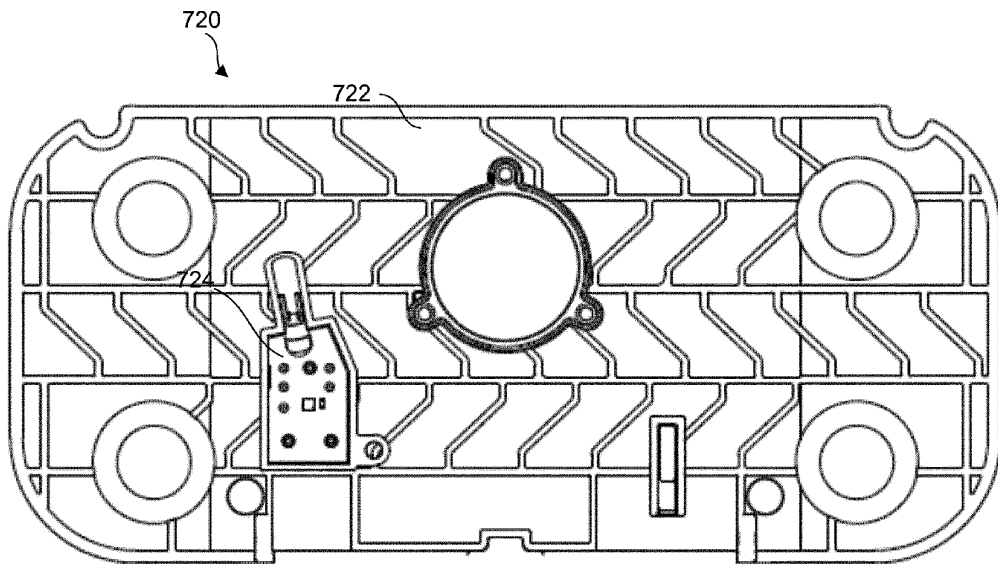


FIG. 7B

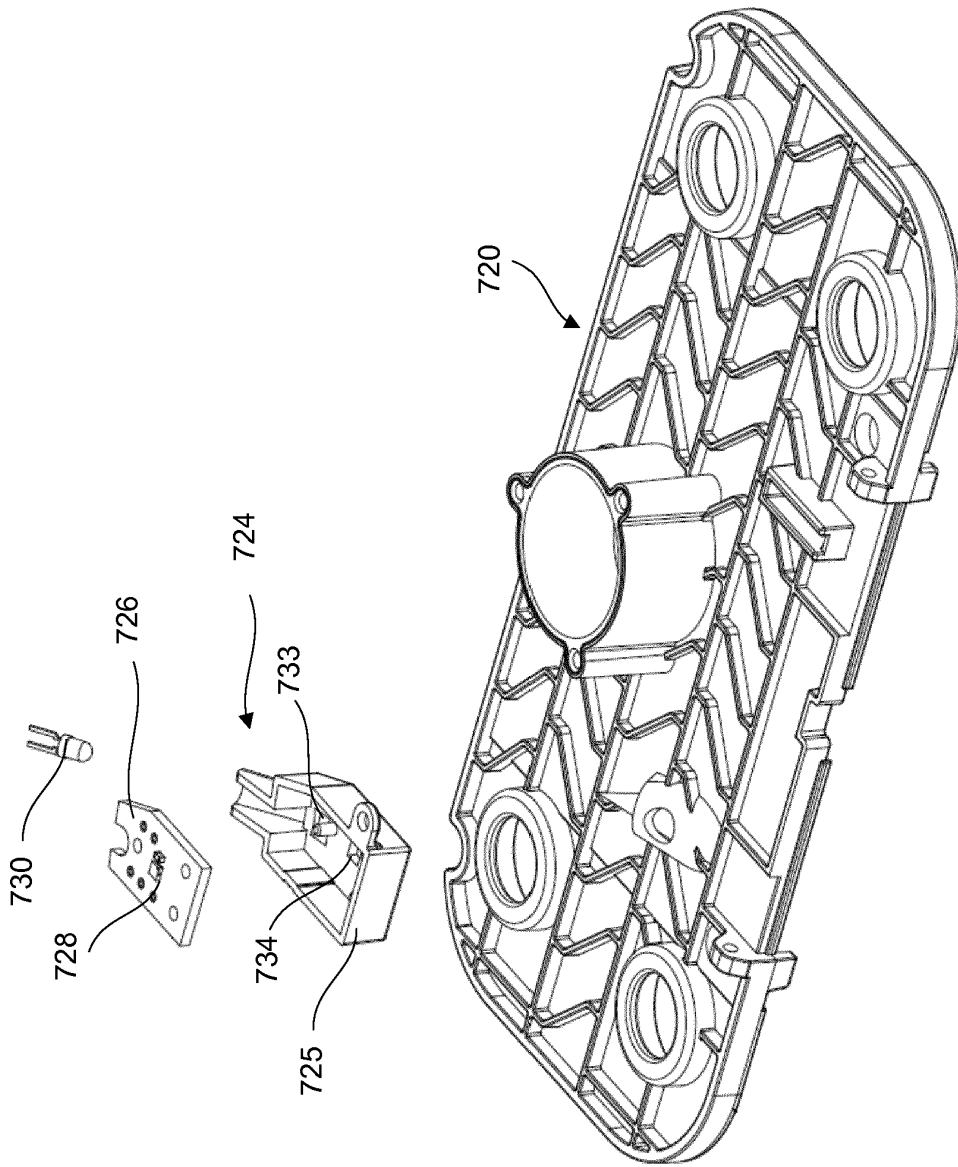


FIG. 7C

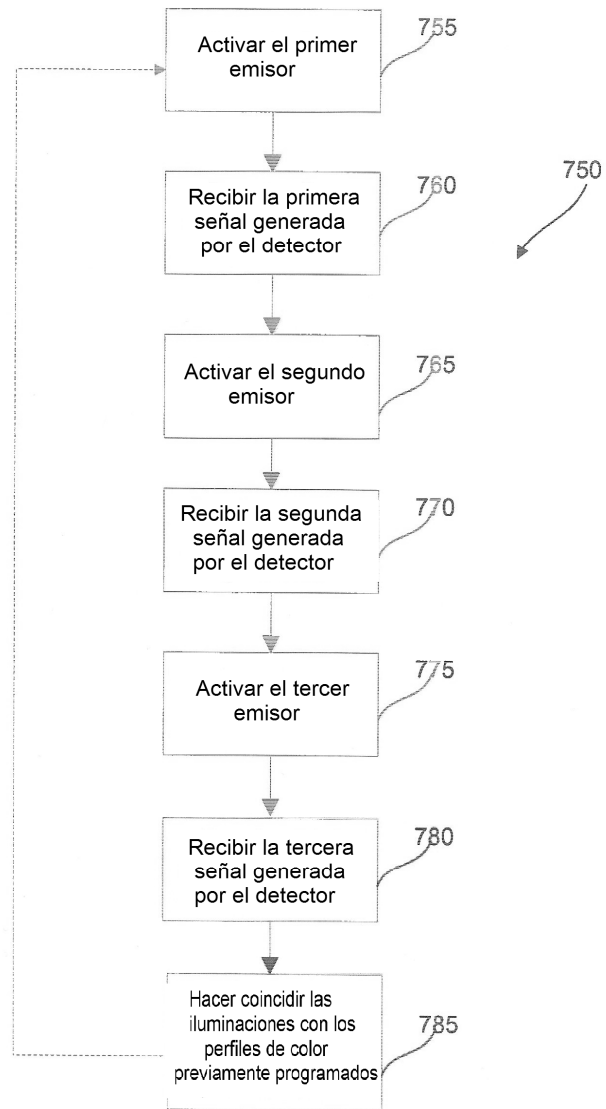


FIG. 7D

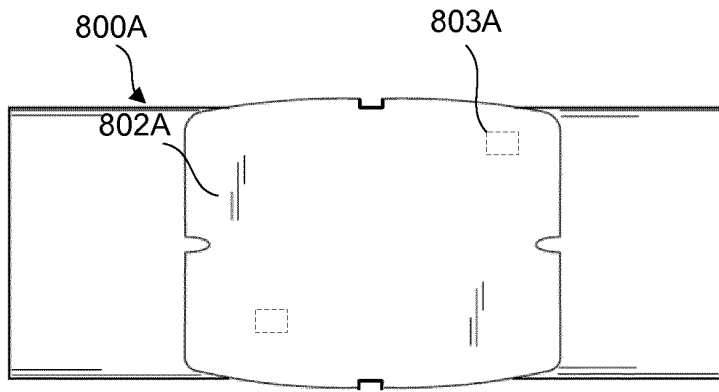


FIG. 8A

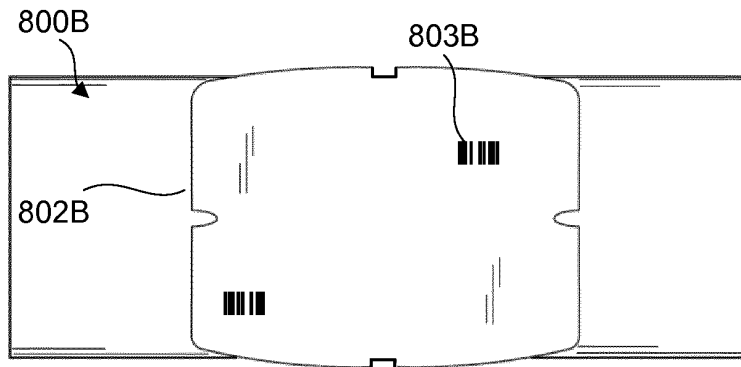


FIG. 8B

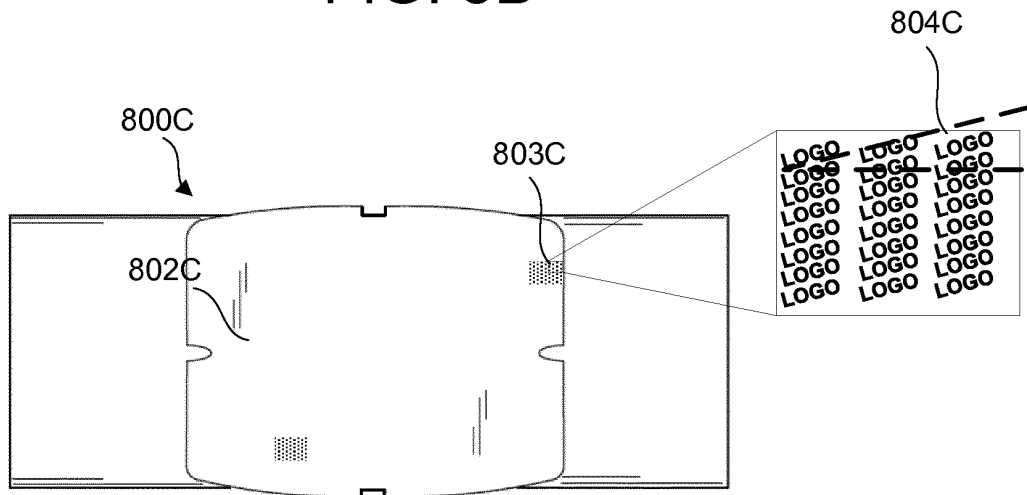


FIG. 8C

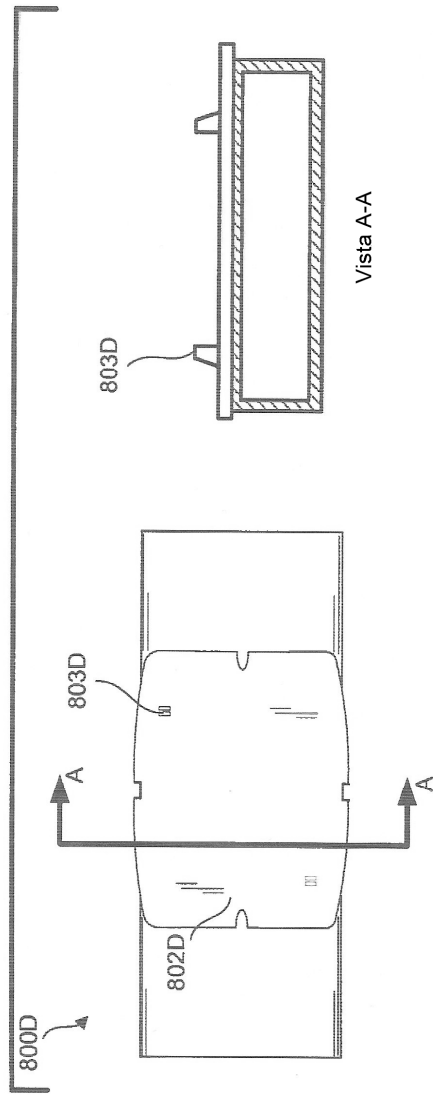


FIG. 8D

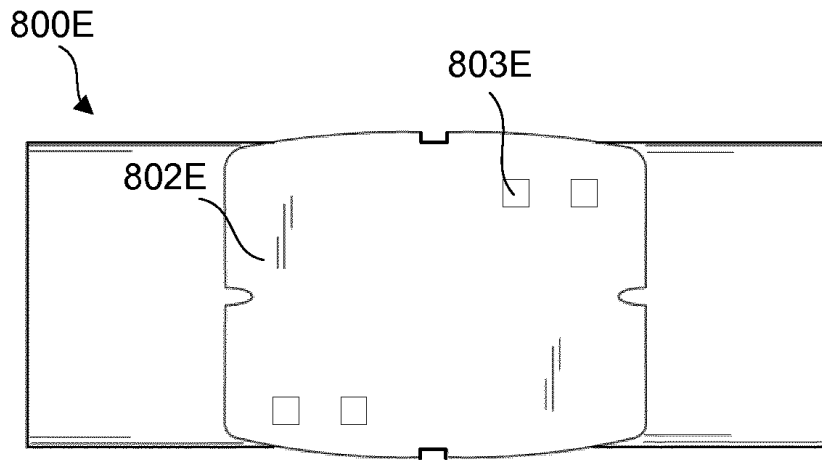


FIG. 8E

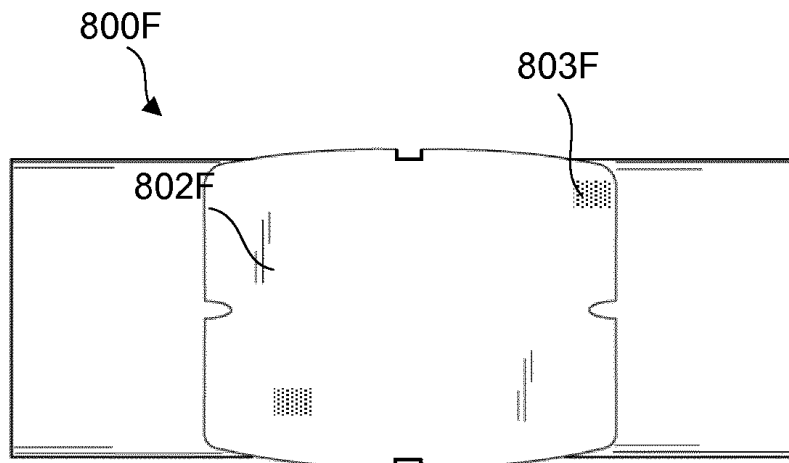


FIG. 8F

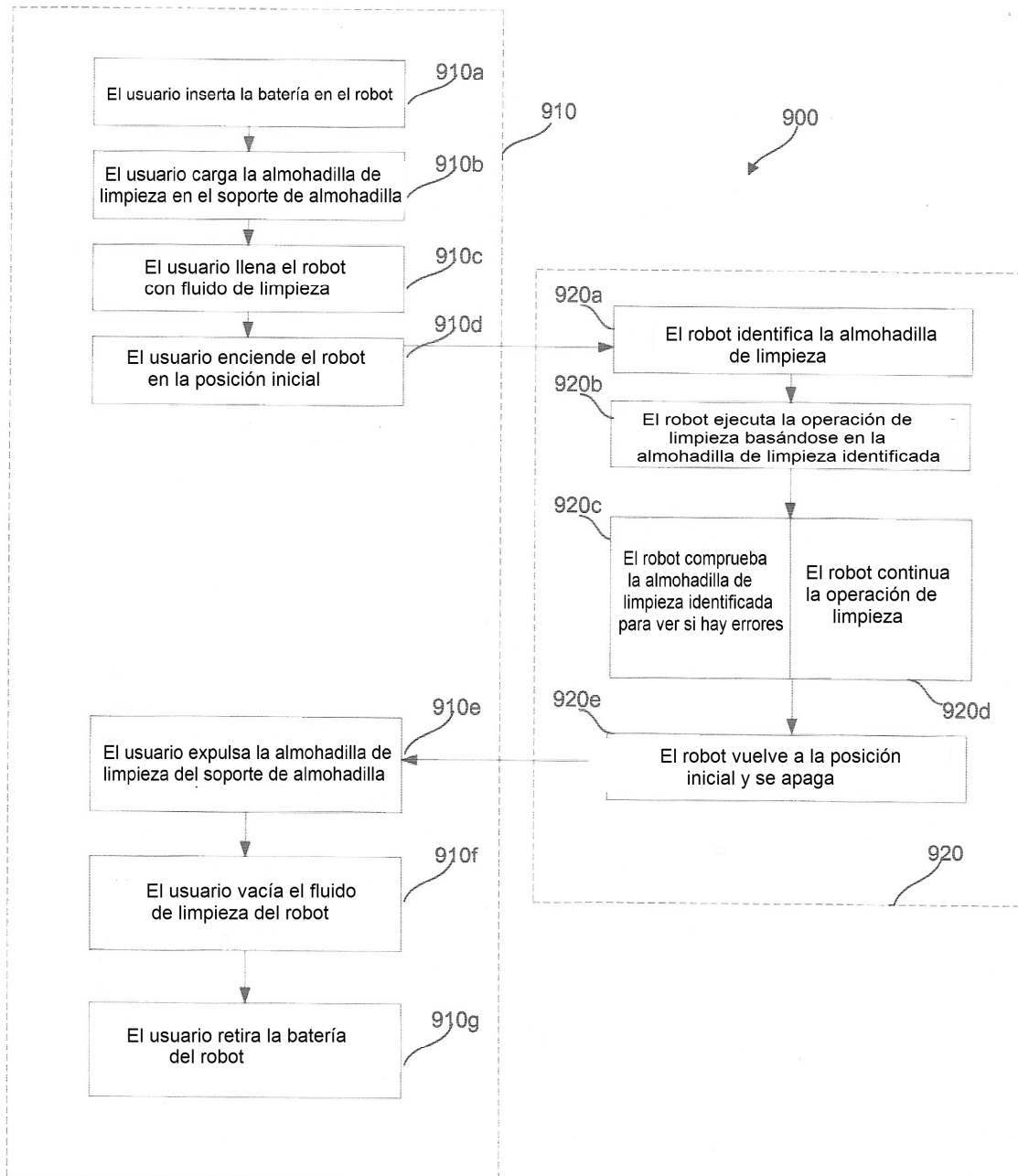


FIG. 9