

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 654 398**

51 Int. Cl.:

A47L 9/00 (2006.01)

A47L 9/28 (2006.01)

B25J 13/08 (2006.01)

G05D 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.08.2013 E 16203680 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.11.2017 EP 3167784**

54 Título: **Robot de cobertura autónoma**

30 Prioridad:

28.12.2012 US 201213729894

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

13.02.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**JOHNSON, JOSEPH;
MORSE, CHRISTOPHER y
WILLIAMS, MARCUS**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 654 398 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

Robot de cobertura autónoma.

Campo técnico

Esta divulgación se refiere a robots de cobertura autónoma.

5 Antecedentes

La limpieza en húmedo de superficies domésticas se ha hecho durante mucho tiempo manualmente utilizando una mopa o esponja húmeda. La mopa o esponja se sumerge en un recipiente lleno de un fluido limpiador para permitir que la mopa o la esponja absorban una cantidad del fluido limpiador. Se mueve después la mopa o la esponja sobre la superficie para aplicar un fluido limpiador a la superficie. El fluido limpiador interactúa con contaminantes de la superficie y puede disolver o emulsificar de otra manera contaminantes dentro del fluido limpiador. Por tanto, el fluido limpiador se transforma en un líquido residual que incluye el fluido limpiador y los contaminantes contenidos en suspensión dentro del fluido limpiador. Seguidamente, se utiliza la esponja o la mopa para absorber el líquido residual de la superficie. Aunque el agua limpia es en cierto modo efectiva para utilizarla como fluido limpiador aplicado a superficies domésticas, la limpieza se hace típicamente con un fluido limpiador que es una mezcla de agua limpia y jabón o detergente que reacciona con contaminantes para emulsificar estos contaminantes dentro del agua.

La esponja o la mopa pueden utilizarse como elemento frotador para frotar la superficie del suelo y ello especialmente en áreas en las que los contaminantes son particularmente difíciles de retirar de la superficie doméstica. La acción de frotamiento sirve para agitar el fluido mezclador a fin de mezclarlo con contaminantes, así como para aplicar una fuerza de fricción para desprender contaminantes de la superficie del suelo. La agitación refuerza la acción de disolución y emulsificación del fluido limpiador y la fuerza de fricción ayuda a romper los enlaces entre la superficie y los contaminantes.

Después de limpiar un área de la superficie del suelo, se escurre el líquido residual de la mopa o la esponja. Esto se hace típicamente sumergiendo de nuevo la mopa o la esponja en el recipiente lleno de fluido limpiador. El paso de escurrido contamina el fluido limpiador con líquido residual y el fluido limpiador se contamina en mayor medida cada vez que se escurre la mopa o la esponja. Como resultado, se deteriora la efectividad del fluido limpiador a medida que se va limpiando una mayor extensión del área de la superficie del suelo.

Algunos dispositivos limpiadores de suelos de tipo manual tienen un mango con un recipiente de suministro de fluido limpiador soportado en el mango y una esponja frotadora en un extremo del mango. El dispositivo incluye una boquilla de dispensación de fluido limpiador soportada en el mango para pulverizar fluido limpiador sobre el suelo. Estos dispositivos incluyen también un dispositivo mecánico para escurrir líquido residual de la esponja frotadora y verterlo en un recipiente de residuos.

Los métodos manuales de limpieza de suelos pueden requerir mucha mano de obra y consumir mucho tiempo. Así, en muchos edificios grandes, tales como hospitales, grandes almacenes, cafeterías y similares, los suelos se limpian en húmedo sobre una base diaria o nocturna. Se han desarrollado "robots" de limpieza de suelos industriales capaces de limpiar suelos en húmedo. Para implementar las técnicas de limpieza en húmedo requeridas en grandes áreas industriales, estos robots son típicamente grandes, costosos y complejos. Estos robots tienen un conjunto de impulsión que proporciona una fuerza motriz para mover autónomamente el dispositivo limpiador en húmedo a lo largo de una trayectoria de limpieza. Sin embargo, debido a que estos dispositivos limpiadores en húmedo de tamaño industrial pesan centenares de kilogramos, estos dispositivos son atendidos usualmente por un operario. Por ejemplo, un operario puede desconectar el dispositivo y evitar así daños significativos que pudieran originarse en el caso de un fallo de sensores o una variable de control no anticipada. Como otro ejemplo, un operario puede ayudar a mover el dispositivo limpiador en húmedo para escapar o navegar físicamente entre áreas confinadas o obstáculos.

La solicitud de patente norteamericana publicada US 2012/0173070 A1 revela un robot móvil que incluye un chasis, un conjunto de impulsión acoplado al chasis para mover el robot a través de una superficie de limpieza, un cabezal limpiador dispuesto para retirar desechos del suelo sobre el cual es impulsado el robot, un primer sensor de proximidad y un controlador en comunicación con el conjunto de impulsión para controlar el movimiento del robot a través de la superficie de limpieza. La electrónica del robot puede incluir el controlador que se comunica con un microcontrolador de parachoques. El controlador y el microcontrolador de parachoques pueden controlar conjuntamente un receptor omnidireccional, un receptor direccional, sensores de proximidad de pared e interruptores de parachoques cinéticos del robot.

Sumario

La presente invención se dirige a un robot móvil según se expone en la reivindicación 1. Otras realizaciones se

describen en las reivindicaciones 1 a 14 subordinadas.

5 La implementación de la divulgación puede incluir una o más de las características siguientes. En algunas implementaciones al menos un sensor de proximidad incluye un par de elementos emisores-sensores de infrarrojos convergentes, un sensor de sonar, un sensor ultrasónico, un dispositivo de formación de imagen tridimensional de nube de puntos volumétricos o un sensor de contacto. En algunos casos cada sensor de proximidad incluye un emisor de infrarrojos dotado de un campo de emisión y un detector de infrarrojos dotado de un campo de detección. El emisor de infrarrojos y el detector de infrarrojos están dispuestos de modo que el campo de emisión se solape con el campo de detección.

10 En algunas implementaciones la batería de sensores de proximidad incluye una batería de sensores de proximidad de pared dispuestos uniformemente a lo largo de un perímetro delantero del bastidor de parachoques. Cada sensor de proximidad de pared se dirige hacia fuera en dirección sustancialmente paralela a la superficie del suelo.

15 El sistema sensor de obstáculos puede incluir una batería de sensores de proximidad de desnivel distribuidos a lo largo del bastidor de parachoques y dispuestos por delante de las ruedas del sistema de impulsión. Cada sensor de proximidad de desnivel se dirige hacia abajo en la superficie del suelo para detectar un borde descendente de la superficie del suelo. Además, cada sensor de proximidad de desnivel puede tener al menos dos hilos conductores recogidos en al menos un colector de hilos conductores que está conectado a la placa de circuito auxiliar.

20 En algunas implementaciones el sistema sensor de obstáculos incluye al menos un sensor de confinamiento óptico dispuesto en el bastidor de parachoques y dotado de un campo de visión horizontal de entre 45 grados y 270 grados. El sensor de confinamiento óptico tiene al menos dos hilos conductores recogidos en al menos un colector de hilos conductores que está conectado a la placa de circuito auxiliar.

25 La batería de sensores de proximidad puede incluir una batería de al menos cuatro sensores de proximidad discretos. En algunos ejemplos la batería de sensores de proximidad incluye una primera batería de sensores dotada de tres o más sensores de proximidad de un primer tipo de sensor y una segunda batería de sensores dotada de tres o más sensores de un segundo tipo de sensor distinto del primer tipo de sensor. En algunos ejemplos, a pesar de que la batería de sensores se describe como una batería de sensores de proximidad, el primer tipo de sensor y el segundo tipo de sensor distinto del primer sensor pueden ser de cualquier variedad de sensores descritos en esta memoria diferentes de los sensores de proximidad. La primera batería de sensores puede disponerse verticalmente por encima de la segunda batería de sensores en el bastidor de parachoques con respecto a la superficie del suelo. Una de las baterías de sensores puede incluir una batería de sensores de proximidad de pared dispuestos uniformemente a lo largo de un perímetro delantero del bastidor de parachoques. Cada sensor de proximidad de pared se dirige hacia fuera en dirección sustancialmente paralela a la superficie del suelo. La otra batería de sensores puede incluir una batería de sensores de proximidad de desnivel distribuidos a lo largo del bastidor de parachoques y dispuestos por delante de las ruedas del sistema de impulsión. Cada sensor de proximidad de desnivel se dirige hacia abajo en la superficie del suelo para detectar un borde descendente de la superficie del suelo. Además, cada sensor de proximidad de desnivel puede tener al menos dos hilos conductores recogidos en un colector de hilos conductores que está conectado a la placa de circuito auxiliar.

35 La placa de circuito auxiliar está configurada para recibir señales de sensor procedentes de la batería de sensores de proximidad, ejecutar un procesamiento de datos de sensor en las señales de sensor recibidas y empaquetar las señales de sensor procesadas en forma de un paquete de datos reconocible por la placa de circuito principal. El procesamiento de datos de sensor puede incluir al menos una conversión de analógico a digital, un filtrado de señales o un acondicionamiento de señales.

45 En algunos ejemplos el cuerpo del parachoques aloja y sella al bastidor de parachoques y al sistema sensor de obstáculos contra la infiltración de fluido. El cuerpo del parachoques puede definir un orificio dimensionado para recibir la línea de comunicación serie y el orificio puede definir un área de menos un centímetro cuadrado. En algunos ejemplos el orificio define un área de menos de una centésima del área superficial del cuerpo del parachoques. La línea de comunicación serie tiene un ajuste sellado con el orificio.

Los detalles de una o más implementaciones de la divulgación se exponen en los dibujos adjuntos y en la descripción siguiente. Otros aspectos, características y ventajas resultarán evidentes por la descripción y los dibujos y por las reivindicaciones.

50 **Descripción de los dibujos**

La figura 1 es una vista en perspectiva de un ejemplo de robot de limpieza de superficies.

La figura 2 es una vista en planta desde abajo del robot mostrado en la figura 1.

La figura 3 es una vista despiezada parcial del robot mostrado en la figura 1.

La figura 4 es una vista en corte del robot mostrada en la figura 1.

La figura 5 es una vista despiezada parcial de un ejemplo de parachoques para un robot de cobertura.

La figura 6 es una vista en perspectiva de un ejemplo de sistema sensor de obstáculos.

La figura 7 es una vista en perspectiva trasera de un ejemplo de parachoques para un robot de cobertura.

- 5 La figura 8A es una vista en planta desde arriba de un ejemplo de colector de hilos conductores conectado a múltiples sensores de proximidad.

Las figuras 8B y 8C son vistas esquemáticas de ejemplos de campos de emisión y detección de dos baterías apiladas y escalonadas de sensores de proximidad dispuestos en un parachoques.

- 10 Las figuras 8D-8F son vistas esquemáticas de ejemplos de campos de emisión y detección de un sensor de proximidad.

Las figuras 9A y 9B son vistas esquemáticas en sección y en planta desde arriba de campos de visión de sensores para un robot de limpieza de superficies.

La figura 10A es una vista en perspectiva frontal de un ejemplo de parachoques que soporta múltiples baterías de sensores.

- 15 La figura 10B es una vista en planta parcial desde arriba de un parachoques dotado de una línea de comunicación que conecta una placa de circuito auxiliar a un controlador de robot.

La figura 10C es una vista en perspectiva trasera parcial de un ejemplo de bastidor de parachoques.

La figura 11A es una vista en perspectiva frontal de un ejemplo de parachoques que soporta una placa de circuito auxiliar dotada de una línea de comunicación destinada a conectarse a un controlador de robot.

- 20 La figura 11B es una vista en perspectiva parcial desde arriba de un ejemplo de parachoques que soporta una batería de sensores.

La figura 12 es una vista esquemática de un sistema de parachoques para un robot de cobertura.

La figura 13 es una vista esquemática de un ejemplo de sistema robótico.

La figura 14 es una vista esquemática de un ejemplo de sistema de control de robot.

- 25 La figura 15 proporciona un ejemplo de disposición de operaciones para un método de funcionamiento de un robot móvil.

Los símbolos de referencia iguales en los diversos dibujos indican elementos iguales.

Descripción detallada

- 30 Un robot autónomo móvil puede limpiar mientras se desplaza a través de una superficie. El robot puede retirar desechos húmedos de la superficie agitando los desechos y/o limpiar en húmedo la superficie aplicando un líquido limpiador a la superficie, extendiendo (por ejemplo, diseminando, frotando) el líquido limpiador sobre la superficie y recogiendo el residuo de la superficie (por ejemplo, sustancialmente todo el líquido limpiador y los desechos mezclados con éste).

- 35 Haciendo referencia a las figuras 1-4, en algunas implementaciones un robot 100 incluye un cuerpo 110 soportado por un sistema de impulsión 120. El cuerpo 110 del robot tiene una porción delantera 112 y una porción trasera 114. El sistema de impulsión 120 incluye módulos de rueda accionados derecho e izquierdo 120a, 120b. Los módulos de rueda 120a, 120b están sustancialmente opuestos a lo largo de un eje transversal X definido por el cuerpo 110 e incluyen unos respectivos motores de impulsión 122a, 122b que accionan unas respectivas ruedas 124a, 124b. Los motores de impulsión 122a, 122b pueden conectarse de manera soltable al cuerpo 110 (por ejemplo, a través de sujetadores o de conexiones sin herramienta) con los motores de impulsión 122a, 122b opcionalmente posicionados sobre sustancialmente las respectivas ruedas 124a, 124b. Los módulos de rueda 120a, 120b pueden ser fijados de manera soltable al cuerpo 110 y acoplados a la fuerza con una superficie de limpieza 10 mediante unos respectivos muelles. El robot 100 puede incluir una rueda autoorientable 126 dispuesta para soportar una porción delantera 112 del cuerpo 110 del robot.

- 45 El robot 100 puede moverse a través de la superficie de limpieza 10 mediante diversas combinaciones de movimientos con relación a tres ejes mutuamente perpendiculares definidos por el cuerpo 110: un eje transversal X, un eje longitudinal Y y un eje vertical central Z. Una dirección de impulsión de avance a lo largo del eje longitudinal Y

se designa con F (a veces denominada también “hacia delante” en lo que sigue) y una dirección de impulsión de retroceso a lo largo del eje longitudinal Y se designa con A (a veces denominada “hacia atrás” en lo que sigue). El eje transversal X se extiende entre un lado derecho R y un lado izquierdo L del robot 100 sustancialmente a lo largo de un eje definido por puntos centrales de los módulos de rueda 120a, 120b.

5 El robot 100 puede incluir un sistema de limpieza en húmedo 160 dotado de un aplicador de fluido 170 que se extiende a lo largo del eje transversal X y dispensa líquido limpiador sobre la superficie 10 durante una puesta bajo vacío en húmedo por detrás de una escobilla de vacío en húmedo 180b para permitir que el fluido dispensado se ubique sobre la superficie de limpieza 10. Cuando el robot 100 maniobra alrededor de la superficie de limpieza 10, la escobilla de vacío en húmedo 180b succiona líquido previamente dispensado y los desechos suspendidos en el mismo.

El robot 100 puede incluir un sistema de limpieza en seco 190 dotado de un cepillo de rodillo 192 (por ejemplo, con cerdas y/o aletas batidoras) que se extienda paralelamente al eje transversal X y esté soportado rotativamente por el cuerpo 110 del robot a fin de hacer contacto con la superficie 10 del suelo por detrás de una escobilla de vacío en seco 180a y por delante de la escobilla de vacío en húmedo 180b.

15 Haciendo referencia a las figuras 1-7, en algunas implementaciones una porción delantera 112 del cuerpo 110 lleva un parachoques 130 que detecta (por ejemplo, a través de uno o más sensores) uno o más eventos en una trayectoria de impulsión del robot 100, por ejemplo cuando los módulos de rueda 120a, 120b impulsan el robot 100 a través de la superficie de limpieza 10 durante una rutina de limpieza. El robot 100 puede responder a eventos (por ejemplo, obstáculos, desniveles, paredes) detectados por el parachoques 130 controlando los módulos de rueda 20 120a, 120b para maniobrar el robot 100 en respuesta al evento (por ejemplo, alejándolo de un obstáculo). Aunque se describen aquí algunos sensores como dispuestos en el parachoques 130, estos sensores pueden disponerse adicional o alternativamente en cualquiera de diversas posiciones diferentes sobre el robot 100.

En algunas implementaciones el parachoques 130 incluye un bastidor de parachoques 131 soportado por el cuerpo 25 110 del robot y que define una forma complementaria de una periferia frontal del cuerpo 110 del robot. Un sistema sensor de obstáculos 400 dispuesto en el bastidor 131 del parachoques incluye un controlador de parachoques 450, por ejemplo una placa de circuito auxiliar de multiplexado y serialización que incluye un procesador de computación 452 (por ejemplo, un microcontrolador) y una memoria 454, tal como una memoria no transitoria. El procesador de computación 452 es capaz de ejecutar instrucciones almacenadas en la memoria 454. La placa de circuito auxiliar 450 recibe señales de sensores de parachoques 410 dispuestos en el parachoques 130 (por ejemplo, en el bastidor 30 131 del parachoques o en el alojamiento 133 del parachoques) y se comunica (por ejemplo, a través de una comunicación serie) con un controlador de robot 150 (por ejemplo, una placa de circuito principal) portado por el cuerpo 110. Por ejemplo, la placa de circuito auxiliar 450 recibe señales de los sensores 410 del parachoques, procesa datos de sensor y comunica un paquete de datos 455 (figura 10) al controlador 150 del robot (es decir, a la placa de circuito principal) con estados de sensor. Un alojamiento 133 del sensor dotado de unas porciones primera y segunda 133a, 133b (que, por ejemplo, pueden conectarse una a otra) puede alojar el bastidor 131 y el sistema 35 sensor de obstáculos 400. El alojamiento 133 del parachoques puede sellar (por ejemplo, herméticamente) el sistema sensor de obstáculos 400 dispuesto en el mismo para evitar cortocircuitos eléctricos y daños que puedan resultar de una infiltración de fluido.

40 Como se muestra en las figuras 5 y 7, en algunas implementaciones el alojamiento 133 del parachoques es un compartimiento unificado que incluye dos o más receptáculos cóncavos conjugados, por ejemplo las porciones primera y segunda 133a, 133b. Los dos o más receptáculos cóncavos conjugados 133a, 133b casan una con otra a lo largo de un reborde cerrado 1133 que incluye una junta de sellado, tal como una empaquetadura (no mostrada), a lo largo de ese reborde 1133 para confinar el bastidor 131 y todos los elementos dispuestos sobre el mismo. El reborde 1133 es la juntura entre una primera porción de reborde 1133a del primer receptáculo cóncavo conjugado 45 133a y una segunda porción de reborde 1133b del segundo receptáculo cóncavo conjugado 133b. En algunos ejemplos el alojamiento 133 del parachoques es un recinto monocasco para el bastidor 131 y todos los elementos dispuestos en éste, tal como una batería de sensores 410 y un controlador de parachoques 450 (denominado también placa de circuito remota o auxiliar). El alojamiento 133 del parachoques sella dentro del mismo los sensores 410 del parachoques, tal como una batería de sensores de proximidad 410, y la placa de circuito auxiliar 450. El alojamiento 133 del parachoques incluye una sola abertura sellada 485 a través de la cual sale una línea de 50 comunicación 480 de la placa de circuito auxiliar 450 para acoplarse con una placa de circuito principal del robot 100. En algunos ejemplos el alojamiento 133 del parachoques está hecho de un plástico transparente a los infrarrojos (IR) y bloqueante de la luz visible.

55 En algunas implementaciones la única abertura sellada 485 define un área inferior a una centésima del área superficial del alojamiento 133 del parachoques definido por los receptáculos cóncavos conjugados 133a, 133b. La única abertura sellada 485 puede ser un orificio que defina un área de menos de un centímetro cuadrado.

El alojamiento 133 del parachoques tiene una clasificación de resistencia al agua de 3 o más según las Normas Industriales Japonesas (JIS). La escala de clasificación JIS de resistencia al agua de un producto es una escala de clasificaciones que utiliza “0” a “8” para definir el nivel de protección contra el ingreso de agua incorporada en el

producto. Las diversas clases JIS se expresan de acuerdo con las definiciones siguientes:

JIS “0” – Sin protección especial

JIS “1” – El agua verticalmente goteante no deberá tener ningún efecto nocivo (resistencia al goteo 1)

5 **JIS “2”** – El agua goteante bajo un ángulo de hasta 15 grados con respecto a la vertical no deberá tener ningún efecto nocivo (resistente al goteo 2)

JIS “3” – La caída de lluvia bajo un ángulo de hasta 60 grados con respecto a la vertical no deberá tener ningún efecto nocivo (resistente a la lluvia)

JIS “4” – Las salpicaduras de agua desde cualquier dirección no deberán tener ningún efecto nocivo (resistente a las salpicaduras)

10 **JIS “5”** – La proyección directa de chorros de agua desde cualquier dirección no deberá tener ningún efecto nocivo (resistente a los chorros)

JIS “6” – La proyección directa de chorros de agua desde cualquier dirección no deberá entrar en el recinto (estanco al agua)

15 **JIS “7”** – No deberá entrar agua en el recinto cuando se sumerja éste en agua en condiciones definidas (resistente a la inmersión)

JIS “8” – El equipo puede utilizarse para inmersión continua en agua a una presión especificada (sumergible)

Haciendo referencia también a las figuras 8A-8D, el sistema sensor de obstáculos 400 puede incluir uno o más sensores de proximidad 410 dispuestos en el parachoques 130 para detectar obstáculos próximos (por ejemplo, una batería de sensores de proximidad 410 distribuidos a lo largo del bastidor 131 del parachoques). En algunas implementaciones la batería de sensores de proximidad 410 incluye al menos cuatro sensores de proximidad. Los sensores de proximidad 410 pueden ser elementos emisores-sensores de infrarrojos (IR) convergentes, sensores de sonar, sensores ultrasónicos y sensores de formación de imagen (por ejemplo, sensores de imagen 3D de nube de puntos volumétricos) que proporcionen una señal a la placa de circuito auxiliar 450 cuando un objeto o un obstáculo esté dentro de un alcance dado del robot 100. En algunas implementaciones cada sensor de proximidad 410 incluye un alojamiento 412 que contiene un emisor óptico 414 y un detector de fotones 416 que miran ambos hacia fuera del robot 100 y están angulados uno hacia otro para que tengan campos de emisión 415 y detección 417 convergentes, respectivamente. En algunos ejemplos el emisor 414 y el detector 416 están dispuestos formando un ángulo β de entre 40 y 60 grados (por ejemplo, 50 grados) entre ellos, de tal manera que converjan o se solapen sus campos de emisión y detección correspondientes 415, 417. En el ejemplo mostrado en la figura 8C el alojamiento 412 está configurado para formar los campos de emisión y detección 415, 417 de tal manera que ambos campos tengan un centro de dispersión de 10 grados en un lado (por ejemplo, en una porción exterior) y un centro de dispersión de 25-30 grados en el otro lado (por ejemplo, en una porción interior). Además, cada sensor de proximidad 410 puede tener al menos dos hilos conductores 413 recogidos en al menos un colector de hilos 401 que se conecta a la placa de circuito auxiliar 450. En algunas implementaciones el colector de hilos conductores 401 es un arnés de hilos conductores, una placa de circuito flexible o un cable de cinta. En el ejemplo mostrado en la figura 8A el colector de hilos conductores 401 es un arnés de hilos conductores que se conecta a la placa de circuito auxiliar 450 en un conector 402. El sistema sensor de obstáculos 400 incluye también una línea de comunicación serie 480 que conecta la placa de circuito auxiliar 450 a la placa de circuito principal 150. La línea de comunicación 480 incluye un número de hilos conductores inferior a la mitad de la cantidad o título numérico de hilos conductores 413 que conectan los sensores de proximidad 410 de la batería a la placa de circuito auxiliar 450.

Haciendo referencia nuevamente a las figuras 1-7, en los ejemplos mostrados el sistema sensor de obstáculos 400 incluye una batería de sensores de proximidad de pared 410a (por ejemplo, 10 sensores de proximidad de pared 410a) dispuestos uniformemente en el bastidor 131 del parachoques a lo largo de un perímetro delantero del parachoques 130 y dirigidos hacia fuera en dirección sustancialmente paralela a la superficie 10 del suelo para detectar paredes próximas. El sistema sensor de obstáculos 400 puede incluir también un sensor o una batería de sensores de proximidad de desnivel 410b (por ejemplo, cuatro sensores de proximidad de desnivel 410b) dispuestos para detectar cuándo el robot 100 encuentra un borde descendente del suelo 10, tal como cuando encuentra un tramo de escalera. El sensor o sensores de proximidad de desnivel 410b pueden apuntar hacia abajo y estar situados en una porción inferior 132 del parachoques 130 cerca de un borde delantero 136 del parachoques 130 y/o delante de una de las ruedas motrices 124a, 124b. El emisor óptico 414 genera una señal óptica hacia la superficie 10 del suelo. La señal óptica se refleja desde la superficie 10 del suelo hacia el detector de fotones 416 y es detectada por éste. El bastidor 131 del parachoques o el alojamiento 133 del parachoques pueden recibir y contener el alojamiento 412 del sensor de proximidad en una orientación particular (por ejemplo, para dirigir el sensor de proximidad hacia abajo en dirección al suelo o hacia fuera para detectar una pared). En algunas implementaciones

el alojamiento 133 del parachoques define el alojamiento 412 del sensor de proximidad como un miembro integral.

En algunos casos, la detección de desnivel y/o de pared se implementa utilizando una detección de proximidad o de distancia real por infrarrojos (IR), que emplea un emisor de infrarrojos 414 y un detector de infrarrojos 416 angulados uno hacia otro de manera que tengan unos campos de emisión y detección solapados, y con ello una zona de detección, en una localización en la que deberá esperarse un suelo. La detección de proximidad IR puede tener un campo de visión relativamente estrecho, puede depender del albedo de la superficie en materia de fiabilidad y puede tener una precisión de alcance variable de una superficie a otra. Como resultado, se pueden colocar múltiples sensores de proximidad de desnivel discretos 410b alrededor del perímetro del robot 100 para detectar adecuadamente desniveles desde múltiples puntos del robot 100.

Cada sensor de proximidad 410, 410a-b puede modular el emisor óptico 414 a una frecuencia de varios kilohertzios y detecta cualquier señal sintonizada a esa frecuencia utilizando el detector de fotones 416. Cuando el detector de fotones 416 deja de suministrar una señal de detección, la superficie diana esperada no está presente y no se detecta ningún solapamiento. En respuesta, la placa de circuito auxiliar 450 puede enviar un paquete de datos 455 indicando la detección de una pared o un desnivel al controlador 150 del robot, el cual puede ejecutar un algoritmo de evasión haciendo que el robot 100 evite la pared o desnivel detectados. El procesamiento continúa cuando se detecte una señal óptica reflejada.

En algunas implementaciones los sensores de proximidad de desnivel 410b detectan la estasis del robot 100. Por ejemplo, el controlador 150 del robot puede ejecutar una orden que haga que el robot 100 se mueva de un lado a otro con un movimiento de contoneo a lo largo de la superficie 10 del suelo. Sin interferencias sustancial de otros componentes del robot 100, cada sensor de proximidad de desnivel 410b puede detectar pequeñas variaciones en la señal óptica reflejada que correspondan a variaciones de la superficie 10 del suelo cuando el robot 100 se mueve sobre ella (por ejemplo, en un movimiento en línea recta, en un movimiento de giro, en un movimiento de contoneo). La placa de circuito auxiliar 450 y/o el controlador 150 del robot pueden determinar una estasis o condición atascada cuando se detecta una ausencia de variaciones en la señal óptica reflejada desde la superficie 10 del suelo.

Unos sensores de proximidad de desnivel derecho e izquierdo 410br, 410bl colocados en el parachoques 130 y dispuestos sustancialmente por delante de las ruedas motrices derecha e izquierda 124a, 124b, respectivamente, y alineados sustancialmente con éstas, pueden permitir que el robot 100 se traslade a regímenes de velocidad de avance relativamente altos (por ejemplo, aproximadamente 200 mm/s a aproximadamente 400 mm/s), al tiempo que se permite que el robot 100 tenga tiempo suficiente para detectar un evento de desnivel y responder satisfactoriamente al evento de desnivel detectado (por ejemplo, venciendo las fuerzas de la cantidad de movimiento de avance para detenerse antes de que una o más ruedas 124a, 124b caigan por el desnivel).

Los sensores de proximidad 410 pueden funcionar solos o, como alternativa, pueden funcionar en combinación con uno o más sensores de contacto 420 (por ejemplo, interruptores de choque) a fines de redundancia. Por ejemplo, uno o más sensores de contacto o de choque 420 en el cuerpo 110 del robot pueden detectar si el robot 100 encuentra físicamente un obstáculo. Tales sensores de contacto 420 pueden utilizar una propiedad física, tal como la capacitancia o el desplazamiento físico dentro del robot 100, para determinar cuándo éste ha encontrado un obstáculo. En el ejemplo mostrado, los sensores de contacto 420 detectan movimiento del parachoques 130 con respecto al cuerpo 110 del robot. En algunos ejemplos los sensores de contacto 420 están montados rotativamente en el parachoques 130 e incluyen un sensor de Efecto de Hall para detectar el movimiento resultado de que el parachoques 130 haga contacto con un objeto.

Haciendo referencia a la figura 7, el parachoques 130 puede incluir unos sensores de contacto derecho e izquierdo 420r, 420l dispuestos en las respectivas porciones derecha e izquierda 130r, 130l del parachoques 130 para detectar choques/contactos con obstáculos y para determinar un ángulo de incidencia con respecto a la dirección de impulsión F y/o una orientación del robot 100 con respecto al obstáculo. Por ejemplo, si el sensor de contacto derecho 420r detecta un choque, mientras que el sensor de contacto izquierdo 420l no lo hace, el controlador 150 del robot puede determinar entonces que el robot 100 tropezó con un obstáculo en su lado derecho, y viceversa. Si ambos sensores de contacto 420r, 420l suministran una señal de choque al controlador 150 del robot o a la placa de circuito principal, la placa de circuito auxiliar 450 puede determinar entonces que el robot 100 chocó con un obstáculo a lo largo de la dirección de impulsión de avance F. Aunque se muestran dos sensores de contacto 420r, 420l, se puede utilizar cualquier número de sensores de choque 420.

En algunas implementaciones los sensores de contacto 420r, 420l se comunican con la placa de circuito auxiliar 450, la cual a su vez se comunica con el controlador 150 del robot a través de una línea 480 y un conector 486 de comunicación del parachoques. El conector de comunicación 486 puede estar dispuesto en el alojamiento 133 del parachoques o en el controlador 150 del robot y puede estar herméticamente sellado con éstos. La placa de circuito auxiliar 450 puede ejecutar un algoritmo de choque que determine una localización, una dirección con respecto a la dirección de impulsión de avance y/u otros parámetros de choque en respuesta a la recepción de señales de sensor procedentes de cualquiera de los sensores de contacto 420r, 420l.

Haciendo referencia a las figuras 4-7, 9A y 9B, el sistema sensor de obstáculos 400 puede incluir uno o más

sensores de confinamiento 430 dispuestos en el parachoques 130. El sensor de confinamiento 430 puede ser un sensor óptico (por ejemplo, de infrarrojos) dotado de un campo de visión horizontal 432 (por ejemplo, entre 45° y 270°) dirigido por una óptica. El controlador 150 puede recibir señales de múltiples sensores de confinamiento 430 para simular un sensor. Además, el controlador 150 puede determinar una direccionalidad de un haz de infrarrojos detectado utilizando múltiples sensores de confinamiento 430.

En el ejemplo mostrado en la figura 9A el parachoques 130 incluye un solo sensor de confinamiento 430 dispuesto en una porción superior 134 del parachoques 130. El sensor de confinamiento 430 puede tener un campo de visión 432 de entre 30 y 360 grados, basado en el emplazamiento del sensor de confinamiento 430 (por ejemplo, el campo de visión 432 es bloqueado por una porción del cuerpo 110 del robot) o bien debido a los parámetros de funcionamiento del sensor. Para un campo de visión 432a de menos de 360 grados, el sensor de confinamiento 430 puede estar dispuesto de modo que tenga un área de punto ciego 434 directamente detrás del robot 100.

En el ejemplo mostrado en la figura 9B el parachoques 130 incluye unos sensores de confinamiento primero, segundo y tercero 430a-c dispuestos en una porción superior 134 del parachoques 130. El primer sensor de confinamiento 430a apunta hacia delante a lo largo de la dirección de impulsión de avance F, el segundo sensor de confinamiento 430b apunta a lo largo de la dirección derecha R y el tercer sensor de confinamiento 430c apunta a lo largo de la dirección izquierda L. Como resultado, los campos de visión 432a-c de los sensores de confinamiento, primero, segundo y tercero 430a-c pueden solaparse proporcionando una detección redundante. En el ejemplo mostrado los campos de visión 432a-c de los sensores de confinamiento primero, segundo y tercero 430a-c se solapan a lo largo de la dirección de impulsión avance F para proporcionar una detección redundante a lo largo de esa dirección a fin de reducir la probabilidad de colisionar accidentalmente con un objeto/obstáculo o caer por el borde de un desnivel. En algunos ejemplos el primer campo de visión 432a del primer sensor de confinamiento 430a puede estar centrado sobre la dirección de impulsión de avance F, con los campos de visión segundo y tercero 432b-c de los sensores de confinamiento segundo y tercero 430b-c solapándose según un ángulo θ de entre 10° y 60° (por ejemplo, de alrededor de 30°) con el primer campo de visión 432a a lo largo de la dirección de impulsión de avance F. Los campos de visión segundo y tercero 432b-c de los sensores de confinamiento segundo y tercero 430b-c pueden estar dispuestos de modo que vean detrás del robot 100 (es decir, mirando en sentido contrario a la dirección de impulsión de avance F), al tiempo que, opcionalmente, no cubren un área de punto ciego 434 directamente detrás del robot 100. La disposición de al menos un campo de visión 432a-c mirando hacia atrás permite que se maniobre el robot 100 sin cruzar al propio tiempo bajo un estrecho ángulo un haz emitido significando una pared virtual o un haz de aproximación emitido por una estación de estiba.

El emplazamiento del sensor o sensores de confinamiento 430, 430a-c en el parachoques 130 (por ejemplo, a lo largo de una periferia 115 del cuerpo 110 del robot) en lugar de hacerlo en una porción central 113 del cuerpo 110 del robot permite que el robot 110 detecte haces infrarrojos de una pared virtual (emitidos por una baliza) próximos a la periferia 115 del cuerpo 110 del robot mientras éste gira. El emplazamiento de un sensor de confinamiento 430 en la porción central 113 del cuerpo 110 del robot puede requerir la elevación de ese sensor 430 con respecto a la periferia 115 del cuerpo del robot, de modo que el sensor de confinamiento 430 pueda detectar un haz infrarrojo próximo a la periferia 115 del cuerpo del robot. Por tanto, el emplazamiento del sensor o sensores de confinamiento 430, 430a-c en el parachoques 130 (por ejemplo, a lo largo de una periferia 115 del cuerpo 110 del robot) admite una altura total relativamente menor del robot 100 y reduce el riesgo de que se enganche obstáculos en ciertos salientes del cuerpo 110 del robot.

La placa de circuito auxiliar 450 puede seleccionar los sensores 410, 410a, 410b, 420 para que reciban respectivas señales de sensor y ejecuten un procesamiento de datos de sensor, tal como conversión de analógico a digital, filtrado y empaquetado de las señales de sensor convertidas y/o acondicionadas en un paquete de datos reconocible por el controlador 150 del robot. En lugar de disponer de muchos hilos conductores extendiéndose entre los sensores 410, 410a, 410b, 420 del parachoques y el controlador 150 del robot, la placa de circuito auxiliar 450 proporciona una sola línea de comunicación 480 (por ejemplo, una línea serie) para el sistema sensor de obstáculos 400 hasta el controlador 150 del robot. La línea de comunicación 480 puede tener una primera junta de sellado 482 que selle una conexión con la placa de circuito auxiliar 450 (por ejemplo, una placa de circuito impreso) y/o una segunda junta de sellado 484 que selle su salida del alojamiento 133 del parachoques a través de un solo orificio 485 para impedir la intrusión de agua. En algunas implementaciones el parachoques 130 incluye un conector 486 inserto a través del orificio 485 y sellado herméticamente con el bastidor 131 del parachoques o el alojamiento 133 del parachoques para impedir una intrusión de agua.

Haciendo referencia a las figuras 4 y 6, la línea de comunicación 480 acoplada con el conector de comunicación 486 reduce la densidad de hilos conductores en el robot 100 al reducir el número de hilos conductores que se extienden entre el parachoques 130 y el robot 100. Esta configuración elimina el movimiento de muchos hilos conductores entre el parachoques 130 y el robot 100 y, por tanto, reduce la probabilidad de fatiga de esos hilos conductores. Esta configuración viene reforzada adicionalmente por la placa de circuito auxiliar dedicada 450. La placa de circuito auxiliar 450 procesa cantidades relativamente grandes de datos de señal de sensor y devuelve un paquete de datos 455 al controlador 150 del robot con los estados de sensor. Esta capacidad de procesamiento adicional reduce así el número de conexiones entre los sensores 410 y los hilos conductores correspondientes en el parachoques 130 y el

controlador 150 del robot y, además, libera la capacidad de procesamiento del controlador 150 del robot para otras tareas. Debido a esta capacidad de procesamiento adicional por la placa de circuito auxiliar 450 montada dentro del parachoques 130 la placa de circuito auxiliar dedicada 450 habilita adicionalmente una capacidad de mejora del parachoques 130 para incorporar sensores adicionales 410 sin tener que reconfigurar el robot 100 ni exigir demasiado a la capacidad de procesamiento del controlador 150 del robot. El sistema sensor de obstáculos 400 puede actuar como un sistema sensor modular autónomo que se comunica con el controlador 150 del robot como un componente del tipo de enchufar y usar.

Haciendo referencia a las figuras 8A-8F y 10A-10C, en algunas implementaciones el parachoques 130 incluye un bastidor 131 que define una configuración complementaria de una periferia frontal del cuerpo 110 del robot, y una batería de sensores de proximidad 410 distribuidos a lo largo del bastidor 131 del parachoques. Cada sensor de proximidad 410 tiene un emisor de infrarrojos 414 y un detector de infrarrojos 416 espaciados uno de otro y dispuestos de manera que tengan campos de emisión y detección convergentes correspondientes 415, 417. Además, cada sensor de proximidad 410 tiene una longitud S definida entre el emisor de infrarrojos 414 y el detector de infrarrojos 416. El total acumulativo de las longitudes individuales S de los sensores en la batería es mayor que una longitud AL (mostrada en línea de trazos en la figura 8D) de la batería de sensores de proximidad 410 tomada a lo largo de la periferia frontal del bastidor 131 del parachoques del robot móvil. Cada sensor de proximidad 410 de la batería corresponde a una posición de sensor de proximidad predeterminada a lo largo de la periferia frontal del robot móvil 100. Por tanto, los sensores de proximidad 410 están dispuestos en una configuración apilada o verticalmente solapada en el bastidor 131 del parachoques de tal manera que los sensores de proximidad 410 están escalonados a la manera de ladrillos tendidos entre las capas de la pila. En algunos ejemplos la longitud de sensor S está comprendida entre 20-50 mm (por ejemplo, es de 36 mm). En algunas implementaciones al menos algunos de los sensores de proximidad 410 de la batería se solapan uno a otro a lo largo de la periferia frontal del robot móvil 100.

En algunas implementaciones uno de entre el emisor de infrarrojos 414 y el detector de infrarrojos 416 de cada sensor de proximidad 410 está posicionado verticalmente, con respecto a una superficie de suelo 10 que soporta al robot 100, entre el emisor de infrarrojos 414 y el detector de infrarrojos 416 de otro sensor de proximidad 410. En algunos ejemplos el bastidor 131 del parachoques define un arco que tiene un punto central C, y los sensores de proximidad 410 están dispuestos de manera que tengan un espaciamiento α de entre 5 y 20 grados entre los puntos medios de las longitudes S de los sensores de proximidad adyacentes 410. Los sensores de proximidad 410 pueden estar dispuestos de modo que tengan un espaciamiento de 12 grados entre los puntos medios M de las longitudes S de los sensores de proximidad adyacentes 410. Además, los sensores de proximidad 410 pueden estar espaciados equidistante o uniformemente a lo largo del bastidor 131 del parachoques entre los puntos medios M de las longitudes S de los sensores de proximidad adyacentes 410.

La batería de sensores de proximidad 410 puede incluir una primera batería 4102 de sensores de proximidad 410 y una segunda batería 4104 de sensores de proximidad dispuesta verticalmente por debajo la primera batería de sensores 4102 en el bastidor 131 del parachoques con respecto a una superficie de suelo 10 que soporta al robot 100. Uno de entre el emisor de infrarrojos 414 y el detector de infrarrojos 416 de un sensor de proximidad 410 en la primera batería de sensores 4102 puede estar verticalmente alineado, con respecto a la superficie de suelo, con uno de entre el emisor de infrarrojos 414 y el detector de infrarrojos 416 de un sensor de proximidad 410 en la segunda batería de sensores 4104. En el ejemplo mostrado las baterías de sensores primera y segunda 4102 y 4104 están dispuestas en una configuración apilada uniformemente decalada en sentido horizontal; sin embargo, son posibles también otras disposiciones, tales como distribuciones desiguales con acumulaciones locales en diversas localizaciones a lo largo del bastidor 131 del parachoques. Los sensores de proximidad 410 de las baterías de sensores primera y segunda 4102, 4104 pueden ser sensores de proximidad de pared 410a dispuestos uniformemente a lo largo de un perímetro delantero del bastidor 131 del parachoques. Cada sensor de proximidad de pared 410a se dirige hacia fuera en dirección sustancialmente paralela a la superficie del suelo 10. La placa de circuito auxiliar 450 puede disparar los emisores 414 a intervalos de tiempo temporizados de tal manera que los emisores 414 de la primera batería de sensores 4102 emitan luz infrarroja a intervalos de tiempo diferentes de los intervalos de los emisores 414 de la segunda batería de sensores 4104. Además, la placa de circuito auxiliar 450 puede disparar los detectores 416 para que detecten emisiones de luz de manera concertada con los emisores de sus respectivos baterías de sensores 4102, 4104. Esto impide que las emisiones de luz de una batería de sensores 4102, 4104 interfieran con la detección de emisiones de luz de otra batería de sensores 4102, 4104. En algunos ejemplos, los sensores de proximidad 410 de la primera batería de sensores 4102 se modulan (por ejemplo, en fase, longitud de onda o frecuencia) de manera diferente a la de los sensores de proximidad 410 en la segunda batería 4104.

En algunas implementaciones la primera batería de sensores 4102 incluye tres o más sensores de proximidad 410 de un primer tipo de sensor y la segunda batería de sensores 4104 incluye tres o más sensores de un segundo tipo de sensor distinto del primer tipo de sensor. La primera batería de sensores 4102 puede estar dispuesta verticalmente por encima de la segunda batería de sensores 4104 en el bastidor 131 del parachoques. Los tipos de sensor primero y segundo pueden ser, por ejemplo, pero sin limitación, sensores de contacto, sensores de

proximidad, sensores de desnivel, láseres, sonar y cámaras.

El sistema sensor de obstáculos puede incluir una tercera batería 4106 de sensores de proximidad 410 dispuesta verticalmente por encima de las baterías de sensores primera y segunda 4102, 4104. Los sensores de proximidad 410 de la tercera batería de sensores 4106 pueden ser sensores de proximidad de desnivel 410b distribuidos a lo largo del bastidor 131 del parachoques y dispuestos delante de las ruedas 124a, 124b del sistema de impulsión 120. Cada sensor de proximidad de desnivel 410b se dirige hacia abajo en la superficie del suelo 10 para detectar un borde descendente de la superficie del suelo 10. Además, cada sensor de proximidad de desnivel 410b tiene al menos dos hilos conductores 413 recogidos en un colector de hilos conductores 401 que está conectado a la placa de circuito auxiliar 450 en un conector 402.

Cada sensor de proximidad 410 de cada batería de sensores 4102, 4104, 4106 puede tener al menos dos hilos conductores 413 que se conectan a la placa de circuito auxiliar 450, por ejemplo a través de uno o más colectores de hilos conductores 401. La placa de circuito auxiliar 450 puede proporcionar una función de multiplexado recibiendo señales de sensor de todos o de la mayoría de los sensores 410 del parachoques 130 y puede procesar luego las señales recibidas para entregar una o más señales de salida (por ejemplo, una señal serializada) al controlador 150 del robot (placa de circuito principal) a través de una sola línea de comunicación 480. La línea de comunicación 480 puede incluir un número de hilos conductores inferior a la mitad del número de hilos conductores 413 que conectan los sensores de proximidad 410 de la batería a la placa de circuito auxiliar 450, reduciendo así significativamente el número de hilos conductores 413 que se necesitarían en caso contrario para la conexión al controlador 150 del robot sin la placa de circuito auxiliar 450. La línea de comunicación 480 puede proporcionar una sola vía de comunicación entre la placa de circuito auxiliar 450 en el parachoques 130 y el controlador 150 del robot, como se muestra en la figura 10B. Esto simplifica el montaje del robot 100 y reduce el número de hilos conductores 413 que pueden experimentar fatiga debido a su movimiento entre el parachoques 130 y el cuerpo 110 del robot.

Las figuras 11A y 11B ilustran una configuración de un parachoques 130 dotado de una disposición no apilada de sensores de proximidad 410 a lo largo del bastidor 131 del parachoques. El sistema sensor de obstáculos 400 puede comprender una batería de sensores de proximidad de pared 410a dispuestos uniformemente a lo largo de un perímetro delantero del bastidor 131 del parachoques y dirigidos hacia fuera en dirección sustancialmente paralela a la superficie del suelo 10. Cada sensor de proximidad 410 tiene al menos dos hilos conductores 413 recogidos en al menos un colector 401 de hilos conductores que es un arnés de hilos conductores conectado a la placa de circuito auxiliar 450 en un conector 402. En algunos ejemplos el colector 401 de hilos conductores es un arnés de hilos conductores, una placa de circuito flexible o un cable de cinta. El bastidor 131 de bajo perfil del parachoques admite un parachoques relativamente más pequeño 130. El bastidor 131 del parachoques soporta la placa de circuito auxiliar 450 que recibe señales de los sensores 410 dispuestos en el bastidor 131 del parachoques y opcionalmente en el alojamiento 133 del parachoques (no mostrado). El bastidor 131 del parachoques está configurado para sujetar o asegurar los hilos conductores 413 de los sensores 410 dispuestos en el mismo y canalizar los hilos conductores 413 hasta la placa de circuito auxiliar 450 que procesa señales recibidas de los sensores conectados 410. Una sola línea de comunicación 480 conecta la placa de circuito auxiliar 450 al controlador 150 del robot.

Las figuras 8D-8F ilustran los campos de emisión 415 de los emisores 414 de los sensores de proximidad 410 en el parachoques 130 alrededor de patas de silla redondas y patas de silla cuadradas, respectivamente. Las disposiciones de sensores primera y segunda escalonadas 4102, 4104 (por ejemplo, solapándose verticalmente) proporciona una cobertura relativamente más densa que la de baterías de sensores únicas no escalonadas, como se muestra en las figuras 11A y 11B. Una sola batería de sensores 4102 puede incluir solamente 5 o 6 sensores de proximidad 410 distribuidos lado a lado a lo largo del bastidor 131 del parachoques. La disposición no solapada de sensores puede conducir a que se pase por alto una pata de una silla, haciendo que el robot 100 no detecte la pata de la silla y colisione con ella. Los campos de emisión más densos 415 de las baterías de sensores de proximidad escalonadas 4102, 4104 (por ejemplo, como se muestran en las figuras 10A-10C) resuelve este problema al llenar los huecos entre los picos y valles de los campos de detección de los sensores. Las baterías de sensores primera y segunda 4102, 4104 pueden disponerse de modo que tengan un espaciamiento α entre sensores de proximidad de aproximadamente 12 grados.

Haciendo referencia a las figuras 1 y 4, una interfaz de usuario 140 dispuesta en una porción superior del cuerpo 110 recibe una o más órdenes de usuario y/o visualiza un estado del robot 100. La interfaz de usuario 140 está en comunicación con el controlador 150 portado por el robot 100 de tal manera que una o más órdenes recibidas por la interfaz de usuario 140 puedan iniciar la ejecución de una rutina de limpieza por el robot 100.

El controlador 150 del robot (que ejecuta un sistema de control) puede ejecutar comportamientos que hagan que el robot 100 realice una acción, tal como maniobrar en un modo de seguimiento de una pared o un modo de frotamiento de un suelo, o cambiar su dirección de desplazamiento cuando se detecta un obstáculo (por ejemplo, por el sistema sensor de obstáculos 400). El controlador 150 del robot puede maniobrar el robot 100 en cualquier dirección a través de la superficie de limpieza 10 controlando independientemente la velocidad rotacional y la dirección de cada módulo de rueda 120a, 120b. Por ejemplo, el controlador 150 del robot puede maniobrar el robot 100 en las direcciones de avance F, de retroceso (hacia atrás) A, a la derecha R y a la izquierda L. Cuando el robot

100 se mueve sustancialmente a lo largo del eje longitudinal Y, el robot 100 puede realizar repetidos giros alternos a la derecha y a la izquierda de tal manera que el robot 100 gire en un sentido y en otro alrededor del eje vertical central Z (denominado seguidamente movimiento de contoneo). El movimiento de contoneo puede permitir que el robot 100 opere como una persona limpiadora durante una operación de limpieza. Además, el movimiento de contoneo puede utilizarse por el controlador 150 del robot para detectar una estasis de éste. Adicional o alternativamente, el controlador 150 del robot puede maniobrar el robot 100 para que gire sustancialmente en su sitio de tal manera que el robot 100 pueda maniobrar hacia fuera de una esquina o alejándose de un obstáculo, por ejemplo. El controlador 150 del robot puede dirigir el robot 100 sobre una trayectoria sustancialmente aleatoria (por ejemplo, pseudoaleatoria) mientras se desplaza sobre la superficie de limpieza 10. El controlador 150 del robot puede responder a uno o más sensores (por ejemplo, sensores de choque, proximidad, pared, estasis y desnivel) dispuestos alrededor del robot 100. El controlador 150 del robot puede redirigir los módulos de rueda 120a, 120b en respuesta a señales recibidas de los sensores, haciendo que el robot 100 evite obstáculos y cosas desordenadas mientras trata la superficie de limpieza 10. Si el robot 100 se atasca o se enreda durante su uso, el controlador 150 del robot puede dirigir los módulos de rueda 120a, 120b a través de una serie de comportamientos de escape de modo que el robot 100 pueda escapar y reanudar las operaciones de limpieza normales.

Haciendo referencia a las figuras 4, 12 y 13, para conseguir un movimiento autónomo fiable y robusto, el robot 100 puede incluir un sistema sensor 500 dotado de varios tipos diferentes de sensores que pueden utilizarse conjuntamente uno con otro para crear una percepción del ambiente del robot suficiente para permitir que el robot 100 adopte decisiones inteligentes acerca de las acciones a emprender en ese ambiente. El sistema sensor 500 puede incluir uno o más tipos de sensores soportados por el cuerpo 110 del robot que pueden incluir sensores de detección de obstáculos y evitación de obstáculos (ODOA), sensores de comunicación, sensores de navegación, etc. Por ejemplo, estos sensores pueden incluir, pero sin limitación, sensores de proximidad, sensores de contacto, una cámara (por ejemplo, sensores de formación de imagen de nube de puntos volumétricos, sensores de formación de imagen tridimensional (3D) o de mapeo de profundidad, una cámara de luz visible y/o una cámara de infrarrojos), sonar, radar, LIDAR (Light Detection and Ranging, que puede entrañar una detección auxiliar óptica que mida propiedades de luz dispersa para encontrar información de distancia y/o de otro tipo de un objetivo distante), LADAR (Laser Detection and Ranging), etc. En algunas implementaciones el sistema sensor 500 incluye sensores de sonar telemétricos, detectores de proximidad de desnivel, sensores de contacto, un escáner de láser y/o un sonar de formación de imagen.

Hay varios retos implicados en la colocación de sensores en una plataforma robótica. En primer lugar, los sensores necesitan colocarse de tal manera que tengan una máxima cobertura de áreas de interés alrededor del robot 100. En segundo lugar, los sensores pueden necesitar colocarse de tal manera que el propio robot 100 provoque un mínimo absoluto de oclusión para los sensores; en esencia, los sensores no pueden colocarse de tal manera que sean "cegados" por el propio robot. En tercer lugar, el emplazamiento y montaje de los sensores no deberán ser intrusivos para el resto del diseño industrial de la plataforma. En términos de estética, se puede suponer que un robot con sensores montado de manera inconspicua es más "atractivo" que en caso contrario. En términos de utilidad, los sensores deberán montarse de tal manera que no interfieran con el funcionamiento normal del robot (enganche en obstáculos, etc.).

En algunas implementaciones el sistema sensor 500 incluye un sistema sensor de obstáculos 400 que puede tener uno o más sensores de proximidad 410 y un sensor de choque o de contacto 420 en comunicación con el controlador 150 del robot y dispuesto en una o más zonas o porciones del robot 100 (por ejemplo, dispuesto alrededor de un perímetro del cuerpo 110 del robot) para detectar cualquier clase de obstáculos próximos o intrusivos. Los sensores de proximidad pueden ser elementos emisores-sensores de infrarrojos (IR) convergentes, sensores de sonar, sensores ultrasónicos y sensores de formación de imagen (por ejemplo, sensores de imagen 3D para mapeo de profundidad) que proporcionen una señal al controlador 150 cuando un objeto esté dentro de un alcance dado del robot 100. Además, uno o más de los sensores de proximidad 410 pueden estar dispuestos para detectar el momento en que el robot 100 ha encontrado un borde descendente del suelo, tal como cuando encuentra un tramo de escalera. Por ejemplo, un sensor de proximidad de desnivel 410b puede estar localizado en o cerca del borde delantero y el borde trasero del cuerpo 110 del robot. El controlador 150 del robot (que ejecuta un programa de control) puede ejecutar comportamientos que hagan que el robot 100 realice una acción, tal como un cambio de su dirección de desplazamiento, cuando se detecte un borde.

El sistema sensor 500 puede incluir un escáner de láser 460 (figura 12) montado en una porción delantera del cuerpo 110 del robot (por ejemplo, teniendo un campo de visión a lo largo de la dirección de impulsión de avance F) y en comunicación con el controlador 150 del robot. En el ejemplo mostrado en las figuras 4 y 6, el escáner de láser 460 está montado en el parachoques 130 como parte del sistema sensor de obstáculos 400. La disposición del escáner de láser 460 en el parachoques 130 por detrás de una cubierta permite un campo de visión hacia delante y al mismo tiempo reduce el enganche en obstáculos en comparación con un montaje externo encima del robot 100. El escáner de láser 460 puede escanear un área alrededor del robot 100, y el controlador 150 del robot, utilizando señales recibidas del escáner de láser 460, puede crear un mapa del entorno o un mapa de objetos del área escaneada. El controlador 150 del robot puede utilizar el mapa de objetos para navegación, detección de obstáculos y evitación de obstáculos. Además, el controlador 150 del robot puede utilizar entradas de sensor procedentes de

otros sensores del sistema sensor 500 para crear un mapa de objetos y/o para navegación.

En algunos ejemplos el escáner de láser 460 es un LIDAR de escaneo que puede utilizar un láser que escanee rápidamente un área en una dimensión, tal como una línea de escaneo "principal", y un elemento de formación de imagen de tiempo de vuelo que utilice una diferencia de fase o una técnica similar para asignar una profundidad a cada píxel generado en la línea (retornando una línea de profundidad bidimensional en el plano de escaneo). Para generar un mapa tridimensional, el LIDAR puede realizar un escaneo "auxiliar" en una segunda dirección (por ejemplo, "balanceando" el escáner). Esta técnica de escaneo mecánico puede complementarse, si no suplementarse, con tecnologías tales como los sensores de elementos de formación de imagen de plano focal del tipo "Flash" LIDAR/LADAR y "Swiss Ranger", técnicas que utilizan pilas de semiconductores para permitir tiempo de cálculo de vuelo para una matriz 2-D completa de píxeles a fin de proporcionar una profundidad en cada píxel, o incluso una serie de profundidades en cada píxel (con un iluminador o láser de iluminación codificado).

El sistema sensor 500 puede incluir uno o más sensores de imagen tridimensional (3-D) 470 (por ejemplo, un dispositivo de formación de imagen de nube de puntos volumétricos) montados en el cuerpo 110 del robot o en el parachoques 130 de éste y en comunicación con el controlador 150 del robot. En el ejemplo mostrado en las figuras 6 y 9 el sensor de imagen 3-D está montado en el parachoques 130 con un campo de visión hacia delante. Si el sensor de imagen 3-D 470 tiene un campo de visión limitado, el controlador 150 del robot o el sistema sensor 500 pueden actuar en ciertas implementaciones sobre el sensor de imagen 3-D en un modo de escaneo lado a lado para crear un campo de visión relativamente más ancho a fin de realizar una ODOA robusta.

En algunas implementaciones el sistema sensor 500 puede incluir una unidad de medición inercial (IMU) 510 (figura 4) en comunicación con el controlador 150 del robot para medir y monitorizar un momento de inercia del robot 100. El controlador 150 del robot puede monitorizar cualquier desviación en la realimentación desde la IMU 510 con respecto a una señal de umbral correspondiente a una operación normal realizada sin estorbos. Por ejemplo, si el robot 100 comienza a caer por un desnivel, es levantado del suelo 10 o es obstaculizado de otra manera, el controlador 150 del robot puede determinar que es necesario realizar una acción urgente (incluyendo, pero sin limitación, maniobras evasivas, recalibración y/o emisión de un aviso de audio/visual) para garantizar el funcionamiento seguro del robot 100.

Haciendo referencia a las figuras 13 y 14, en algunas implementaciones el robot 100 incluye un sistema de navegación 600 configurado para permitir que el robot 100 deposite líquido de limpieza sobre una superficie y seguidamente retorne para recoger el líquido de limpieza de la superficie mediante múltiples pasadas. En comparación con una configuración de una sola pasada, la configuración de múltiples pasadas permite dejar líquido de limpieza sobre la superficie durante un periodo de tiempo más largo mientras el robot 100 se desplaza a un régimen de velocidad más alto. El sistema de navegación permite que el robot 100 retorne a posiciones en las que se ha depositado el líquido de limpieza sobre la superficie, pero aún no se ha recogido este líquido. El sistema de navegación puede maniobrar el robot 100 según un patrón pseudoaleatorio a través de la superficie del suelo 10 de tal manera que sea probable que el robot 100 retorne a la porción de la superficie del suelo 10 sobre la que ha permanecido fluido limpiador.

El sistema de navegación 600 puede ser un sistema basado en comportamiento almacenado y/o ejecutado en el controlador 150 del robot. El sistema de navegación 600 puede comunicarse con el sistema sensor 500 para determinar y emitir órdenes de impulsión al sistema de impulsión 120.

Haciendo referencia a la figura 14, en algunas implementaciones el controlador 150 (por ejemplo, un dispositivo dotado de uno o más procesadores de computación en comunicación con una memoria capaz de almacenar instrucciones ejecutables en el procesador o procesadores de computación) ejecuta un sistema de control 210 que incluye un sistema de comportamiento 210a y un sistema de arbitraje de control 210b en comunicación uno con otro. El sistema de arbitraje de control 210b permite que se añadan dinámicamente aplicaciones de robot 220 al sistema de control 210 y que se retiren éstas dinámicamente del mismo, y facilita la asignación de aplicaciones 220 para que cada una de éstas controle el robot 100 sin necesidad de conocer nada acerca de todas las demás aplicaciones 220. En otras palabras, el sistema de arbitraje de control 210b proporciona un sencillo mecanismo de control priorizado entre las aplicaciones 220 y los recursos 240 del robot 100.

Las aplicaciones 220 pueden almacenarse en una memoria del robot 100 o comunicarse a éste para que se ejecuten concurrentemente (por ejemplo, en un procesador) y controlen simultáneamente el robot 100. Las aplicaciones 220 pueden acceder a comportamientos 300 del sistema de comportamiento 210a. Las aplicaciones independientemente desplegadas 220 se combinan dinámicamente en el momento de su ejecución y comparten recursos 240 del robot (por ejemplo, sistemas de impulsión 120 y/o sistemas de limpieza 160, 190). Se implementa un plan de actuación de bajo nivel para compartir dinámicamente los recursos 240 del robot entre las aplicaciones 220 durante el tiempo de su ejecución. El plan de actuación determina qué aplicación 220 tiene control de los recursos 240 del robot según lo requerido por esa aplicación 220 (por ejemplo, una jerarquía de prioridad entre las aplicaciones 220). Las aplicaciones 220 pueden ponerse en marcha y detenerse dinámicamente y pueden ejecutarse de manera completamente independiente una de otra. El sistema de control 210 admite también

comportamientos complejos 300 que pueden combinarse uno con otro para ayudarse mutuamente.

El sistema de arbitraje de control 210b incluye una o más aplicaciones 220 en comunicación con un árbitro de control 260. El sistema de arbitraje de control 210b puede incluir componentes que proporcionen una interfaz con el sistema de arbitraje de control 210b para las aplicaciones 220. Tales componentes pueden abstraer y encapsular las complejidades de autenticación, árbitros de control de recursos distribuidos, almacenamiento transitorio de órdenes, coordinación de la priorización de las aplicaciones 220 y similares. El árbitro de control 260 recibe órdenes de cada aplicación 220, genera una sola orden basada en las prioridades de la aplicación y la publica para sus recursos asociados 240. El árbitro de control 260 recibe una realimentación de estado de sus recursos asociados 240 y puede enviarla de vuelta a las aplicaciones 220. Los recursos 240 del robot pueden ser una red de módulos funcionales (por ejemplo, actuadores, sistemas de impulsión y grupos de ellos) con uno o más controladores de hardware. Las órdenes del árbitro de control 260 son específicas del recurso 240 para realizar acciones específicas. Un modelo dinámico 230 ejecutable en el controlador 150 está configurado para computar el centro de gravedad (CG), momentos de inercia y productos cruzados de valores inerciales de diversas porciones del robot 100 para evaluar un estado actual del robot.

En algunas implementaciones un comportamiento 300 es un componente enchufable que proporciona una función de evaluación jerárquica de estado completo que acopla una realimentación sensorial de múltiples fuentes, tal como el sistema sensor 500, con límites e información a priori, para obtener una realimentación de evaluación sobre las acciones admisibles del robot 100. Dado que los comportamientos 300 son enchufables en la aplicación 220 (por ejemplo, residiendo dentro o fuera de la aplicación 220), dichos comportamientos pueden ser retirados y añadidos sin tener que modificar la aplicación 220 ni ninguna otra parte del sistema de control 210. Cada comportamiento 300 es un plan de actuación autónomo. Para hacer que los comportamientos 300 sean más potentes, es posible fijar la salida de múltiples comportamientos 300 juntos en la entrada de otros comportamientos de modo que se puedan tener unas funciones de combinación complejas. Los comportamientos 300 están destinados a implementar porciones manejables del conocimiento total del robot 100.

En el ejemplo mostrado el sistema de comportamiento 210a incluye un comportamiento 300a de detección de obstáculos/evitación de obstáculos (ODOA) para determinar acciones de respuesta del robot basadas en obstáculos percibidos por el sensor (por ejemplo, un giro de alejamiento, un giro alrededor; una parada ante el obstáculo, etc.). Otro comportamiento 300 puede incluir un comportamiento de seguimiento de pared 300b para avanzar junto a una pared detectada (por ejemplo, en un patrón de contorneo de conducción hacia la pared y alejándose de ésta). Otro comportamiento 300 puede incluir un comportamiento 300c de travesía de vano de puerta para detectar un vano de puerta entre habitaciones adyacentes y para migrar entre las dos habitaciones. Un comportamiento 300d de limpieza de manchas puede hacer que el robot 100 circule según un patrón de espiralización alrededor de un lugar detectado como teniendo un nivel umbral de suciedad, fluido o desechos.

La figura 15 proporciona un ejemplo de disposición de operaciones para un método 1500 de funcionamiento de un robot móvil 100 dotado de un parachoques 130. El método incluye recibir 1502 unas señales de sensor en un controlador de parachoques 450 o una placa de circuito auxiliar desde uno o más sensores 410, 420, 430 dispuestos en el parachoques 130, procesar 1504 las señales de sensor recibida en la placa de circuito auxiliar 450 y comunicar 1506 un evento de sensor basado en las señales de sensor procesadas enviadas de la placa de circuito auxiliar 450 al controlador 150 del robot.

En algunas implementaciones el método incluye recibir señales de al menos uno de entre un sensor de contacto 420 dispuesto en el parachoques 130, un sensor de proximidad 410 dispuesto en el parachoques 130 o una cámara 470 dispuesta en el parachoques 130. El procesamiento de las señales de sensor recibidas puede incluir al menos una conversión de analógico a digital, un filtrado de señales o un acondicionamiento de señales. El método puede incluir comunicar el evento de sensor de la placa de circuito auxiliar 450 al controlador 150 del robot por una sola vía de comunicación 480, 486 que puede estar sellada contra infiltración de fluido. En algunos ejemplos la vía de comunicación 480 es una sola línea multicanal 480 y/o un conector 486 del parachoques 130.

El método puede incluir ejecutar una canalización de mapeo en el controlador 150 del robot en respuesta al evento de sensor recibido de la placa de circuito auxiliar 450 para determinar una percepción sensorial local de un entorno alrededor del robot 100. La rutina de mapeo puede clasificar el espacio perceptual local en tres categorías: obstáculos, desconocido y conocido libre. Los obstáculos pueden ser puntos observados (es decir, detectados) por encima del suelo que están por debajo de una altura del robot 100 y puntos observados por debajo del suelo (por ejemplo, agujeros, escalones descendentes, etc.). Lo conocido libre corresponde a áreas en las que el sistema sensor 500 puede identificar el suelo. Los datos de todos los sensores del sistema sensor 500 pueden combinarse en una rejilla voxel 3-D discretizada. La rejilla 3-D puede ser después analizada y convertida en una rejilla 2-D con las tres clasificaciones de espacio perceptual local. La información en la rejilla voxel 3-D puede tener persistencia, pero decae con el tiempo si no se la refuerza. Cuando se está moviendo el robot 100, éste tiene más área libre conocida para navegar debido a la persistencia. El método puede incluir emitir una orden de impulsión del controlador 150 del robot al sistema de impulsión 120 basada en un resultado de la rutina de mapeo ejecutada.

5 En algunos ejemplos el método incluye ejecutar un sistema de control 210 en el controlador 150 del robot. El sistema de control 210 incluye un sistema de arbitraje de control 210b y un sistema de comportamiento 210a en comunicación uno con otro. El sistema de comportamiento 210a ejecuta al menos un comportamiento 300 que influye sobre la ejecución de órdenes por el sistema de arbitraje de control 210b basándose en eventos de sensor recibidos de la placa de circuito auxiliar 450. Además, el al menos un comportamiento 300 puede influir sobre la ejecución de órdenes por el sistema de arbitraje de control 210b basándose en señales de sensor recibidas del sistema sensor 500 del robot.

10 Se ha descrito una serie de implementaciones. No obstante, se entenderá que pueden hacerse diversas modificaciones sin apartarse del espíritu y alcance de la divulgación. Por consiguiente, otras implementaciones están dentro del alcance de las reivindicaciones siguientes.

REIVINDICACIONES

1. Un robot móvil (100) que comprende:
 - un cuerpo de robot (110) dotado de una dirección de impulsión de avance;
 - 5 un sistema de impulsión (120) que soporta el cuerpo (110) del robot por encima de una superficie de suelo (10) para maniobrar el robot (100) a través de la superficie de suelo (10);
 - una placa de circuito principal (150) en comunicación con el sistema de impulsión (120);
 - un bastidor de parachoques (131) que define una forma complementaria de una periferia frontal (115) del cuerpo (110) del robot, estando el bastidor (131) del parachoques soportado por el cuerpo (110) del robot; y
 - 10 un sistema sensor de obstáculos (400) dispuesto en el bastidor (131) del parachoques, comprendiendo el sistema sensor de obstáculos (400):
 - una placa de circuito auxiliar de multiplexado (450) soportada por el bastidor (131) del parachoques, incluyendo la placa de circuito auxiliar (450) un procesador de computación (452) y una memoria no transitoria (454), siendo el procesador de computación (452) capaz de ejecutar instrucciones almacenadas en la memoria (454);
 - una batería de sensores de proximidad (410, 420) distribuidos a lo largo del bastidor (131) del parachoques; y
 - 15 una línea de comunicación (480) que conecta la placa de circuito auxiliar (450) a la placa de circuito principal (150), en el que la placa de circuito auxiliar (450) está configurado para:
 - recibir señales de sensor de la batería de sensores de proximidad (410);
 - ejecutar un procesamiento de datos de sensor en las señales de sensor recibidas; y
 - 20 empaquetar las señales de sensor procesadas en un paquete de datos (455) reconocible por la placa de circuito principal (150).
 - 2. El robot móvil (100) de la reivindicación 1, en el que la placa de circuito auxiliar (450) está configurada para enviar un paquete de datos (455) indicando la detección de una pared o un desnivel a la placa de circuito principal (150) en base a una salida de los sensores de proximidad (410, 420).
 - 3. El robot móvil (100) de las reivindicaciones 1 y 2, en el que la placa de circuito auxiliar (450) está configurada para 25 determinar una estasis o condición atascada cuando se detecta una ausencia de variaciones en una señal óptica reflejada desde la superficie (10) del suelo.
 - 4. El robot móvil (100) de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la placa de circuito auxiliar (450) está configurada para ejecutar un algoritmo de choque que determina una localización, una dirección con respecto a 30 la dirección de impulsión de avance y/u otros parámetros de choque en respuesta a la recepción de señales de sensor de cualquiera de las sensores de proximidad (410, 420).
 - 5. El robot (100) de la reivindicación 1, en el que al menos un sensor de proximidad (410) comprende un par de elementos emisores-sensores de infrarrojos convergentes (414, 416), un sensor de sonar, un sensor ultrasónico, un dispositivo de formación de imagen tridimensional de nube de puntos volumétricos o un sensor de contacto (420).
 - 6. El robot (100) de la reivindicación 1, en el que cada sensor de proximidad (410) comprende:
 - 35 un emisor de infrarrojos (414) dotado de un campo de emisión (415); y
 - un detector de infrarrojos (416) dotado de un campo de detección (417); en el que el emisor de infrarrojos (414) y el detector de infrarrojos (416) están dispuestos de modo que el campo de emisión (415) se solape con el campo de detección (417).
 - 7. El robot (100) de la reivindicación 1, en el que la batería de sensores de proximidad (410) comprende una batería 40 de sensores de proximidad de pared (410a) dispuestos uniformemente a lo largo de un perímetro delantero del bastidor (131) del parachoques, estando cada sensor de proximidad de pared (410a) dirigido hacia fuera en dirección paralela a la superficie (10) del suelo.
 - 8. El robot (100) de la reivindicación 1, en el que el sistema sensor de obstáculos (400) comprende, además, una 45 batería de sensores de proximidad de desnivel (410b) distribuidos a lo largo del bastidor (131) del parachoques y dispuestos delante de las ruedas (124a, 124b) del sistema de impulsión (120), estando cada sensor de proximidad de desnivel (410b) dirigido hacia abajo en la superficie (10) del suelo para detectar un borde descendente (136) de la

superficie (10) del suelo.

9. El robot (100) de la reivindicación 1, en el que la batería de sensores de proximidad (410) comprende una batería de al menos cuatro sensores de proximidad discretos (410).

10. El robot (100) de la reivindicación 1, en el que la batería de sensores de proximidad (410) comprende:

5 una primera batería de sensores (4102, 4104) dotada de tres o más sensores de proximidad (410a) de un primer tipo de sensor; y

una segunda batería de sensores (4106) dotada de tres o más sensores (410b) de un segundo tipo de sensor distinto del primer tipo de sensor.

10 11. El robot (100) de la reivindicación 10, en el que la primera batería de sensores (4102, 4104) está dispuesto verticalmente por encima de la segunda batería de sensores (4106) en el bastidor (131) del parachoques con respecto a la superficie (10) del suelo.

15 12. El robot (100) de la reivindicación 10, en el que una de las baterías de sensores (4102, 4104) comprende una batería de sensores de proximidad de pared (410a) dispuestos uniformemente a lo largo de un perímetro delantero del bastidor (131) del parachoques, estando cada sensor de proximidad de pared (410a) dirigido hacia fuera en dirección paralela a la superficie (10) del suelo.

13. El robot (100) de la reivindicación 1, en el que el procesamiento de datos de sensor comprende al menos una operación de entre conversión de analógico a digital, filtrado de señales o acondicionamiento de señales.

20 14. El robot (100) de la reivindicación 1, que comprende, además, un alojamiento (133) del cuerpo de parachoques y un sellado del bastidor (131) del parachoques y el sistema sensor de obstáculos (400) contra la infiltración de fluido, en el que el alojamiento (133) del cuerpo del parachoques define un orificio (485) dimensionado para recibir la línea de comunicación (480), teniendo la línea de comunicación (480) un ajuste sellado con el orificio (485).

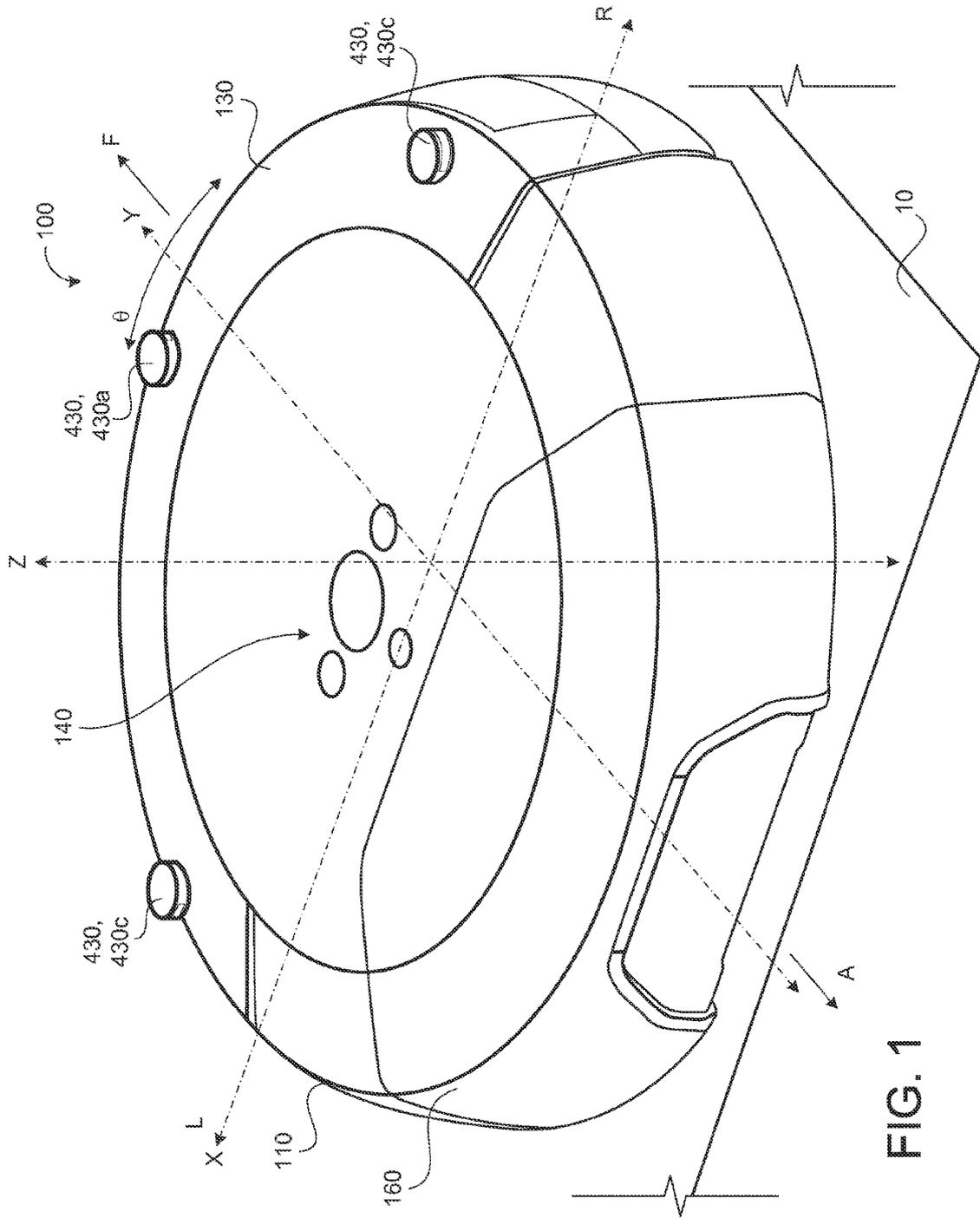


FIG. 1

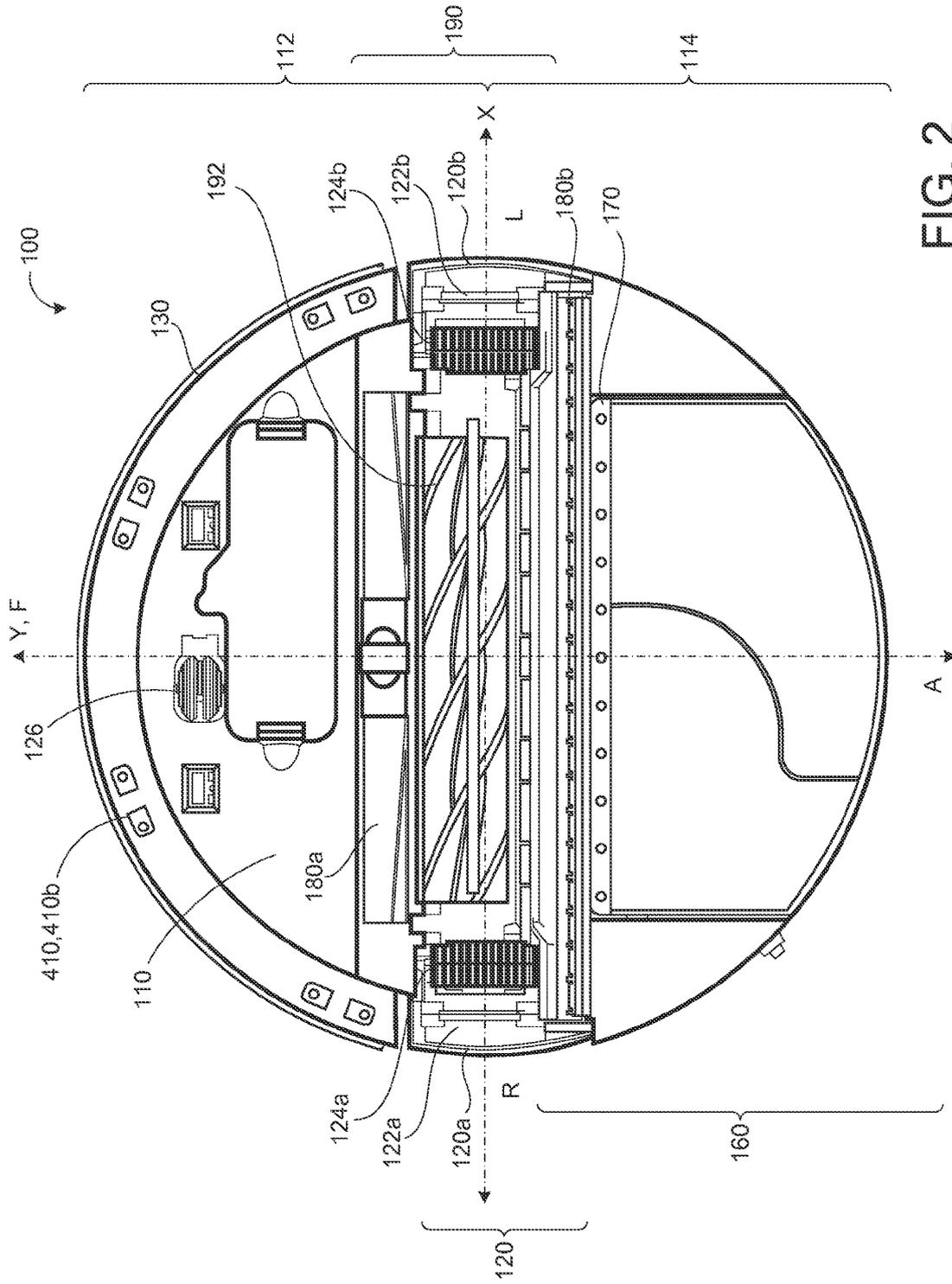


FIG. 2

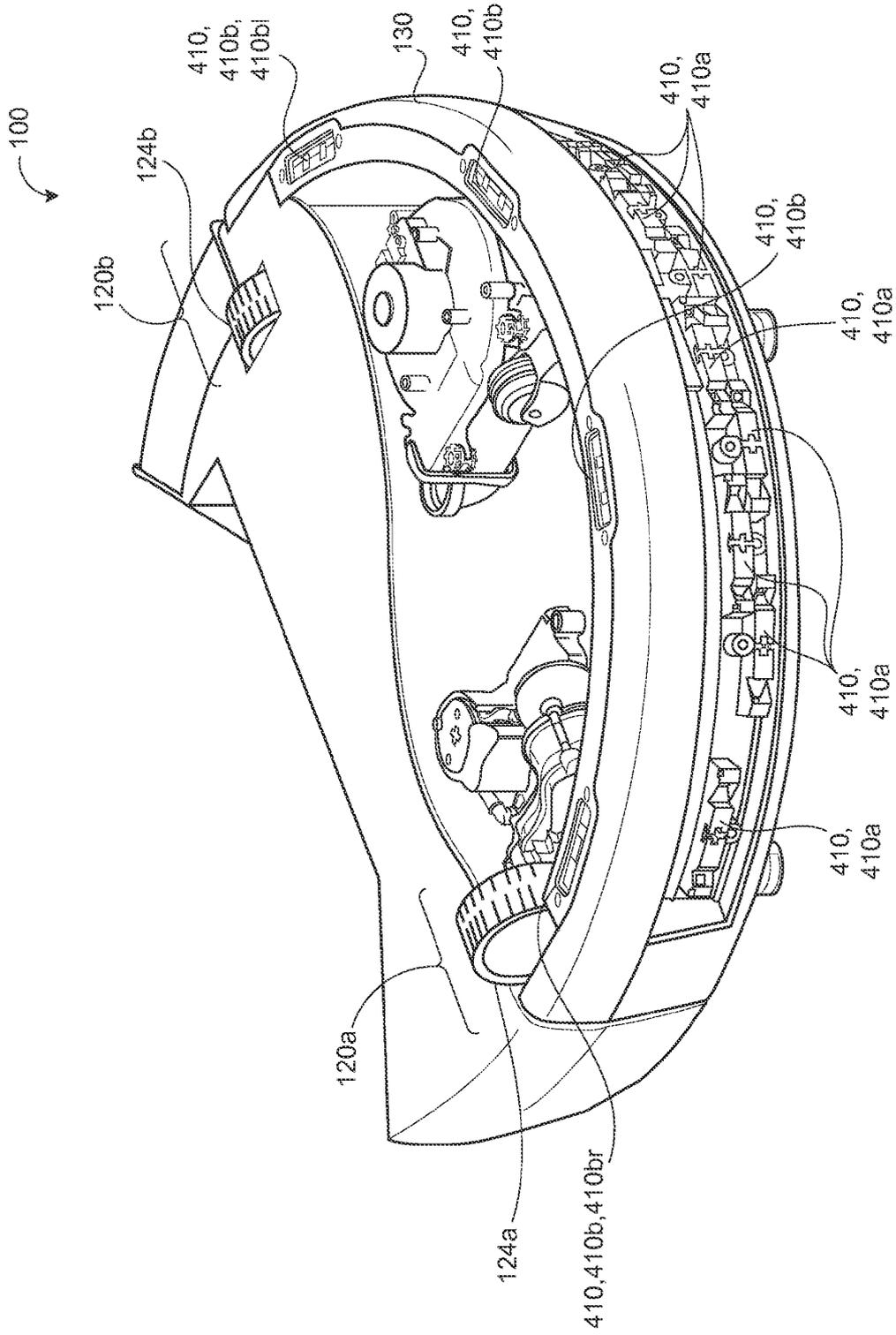


FIG. 3

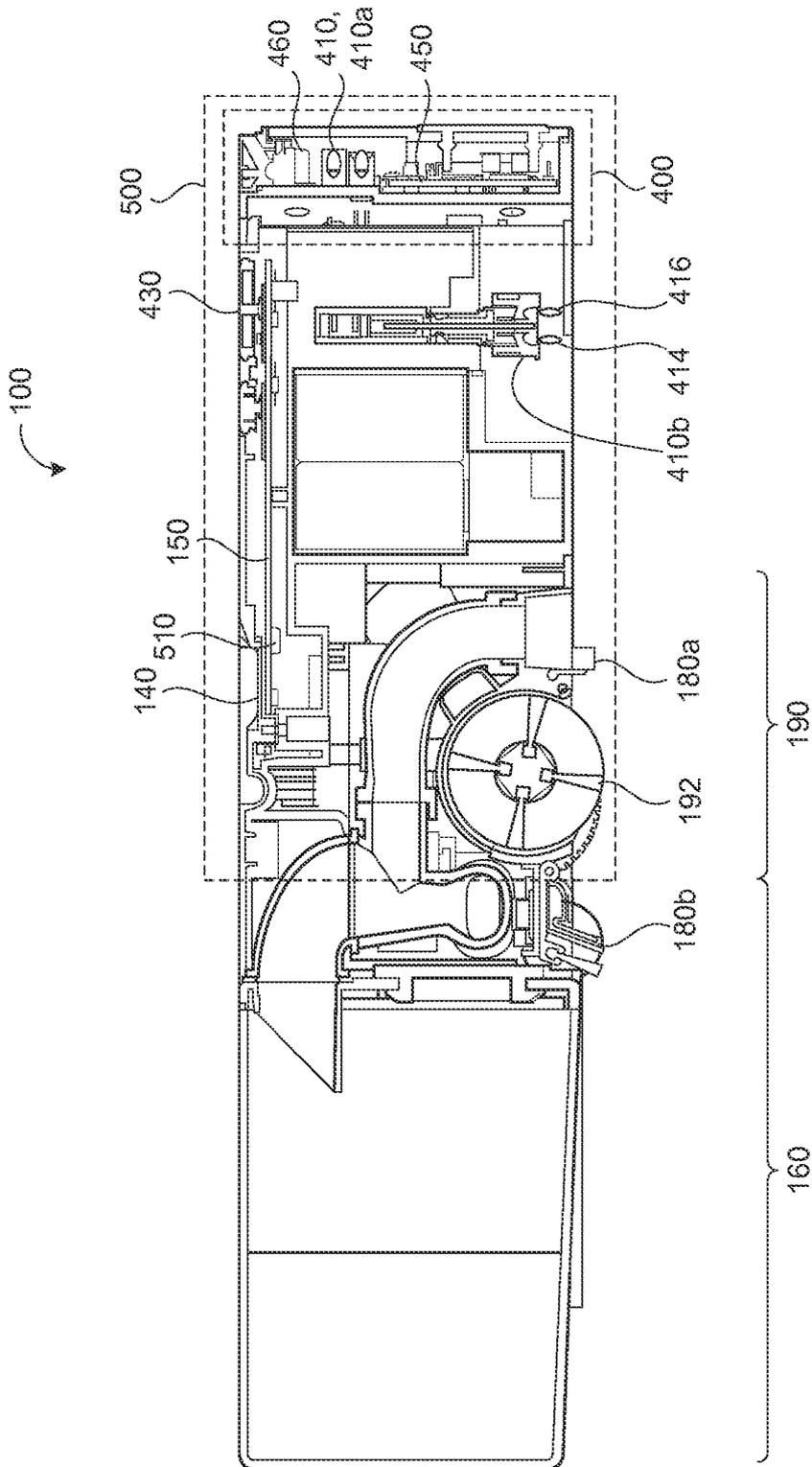


FIG. 4

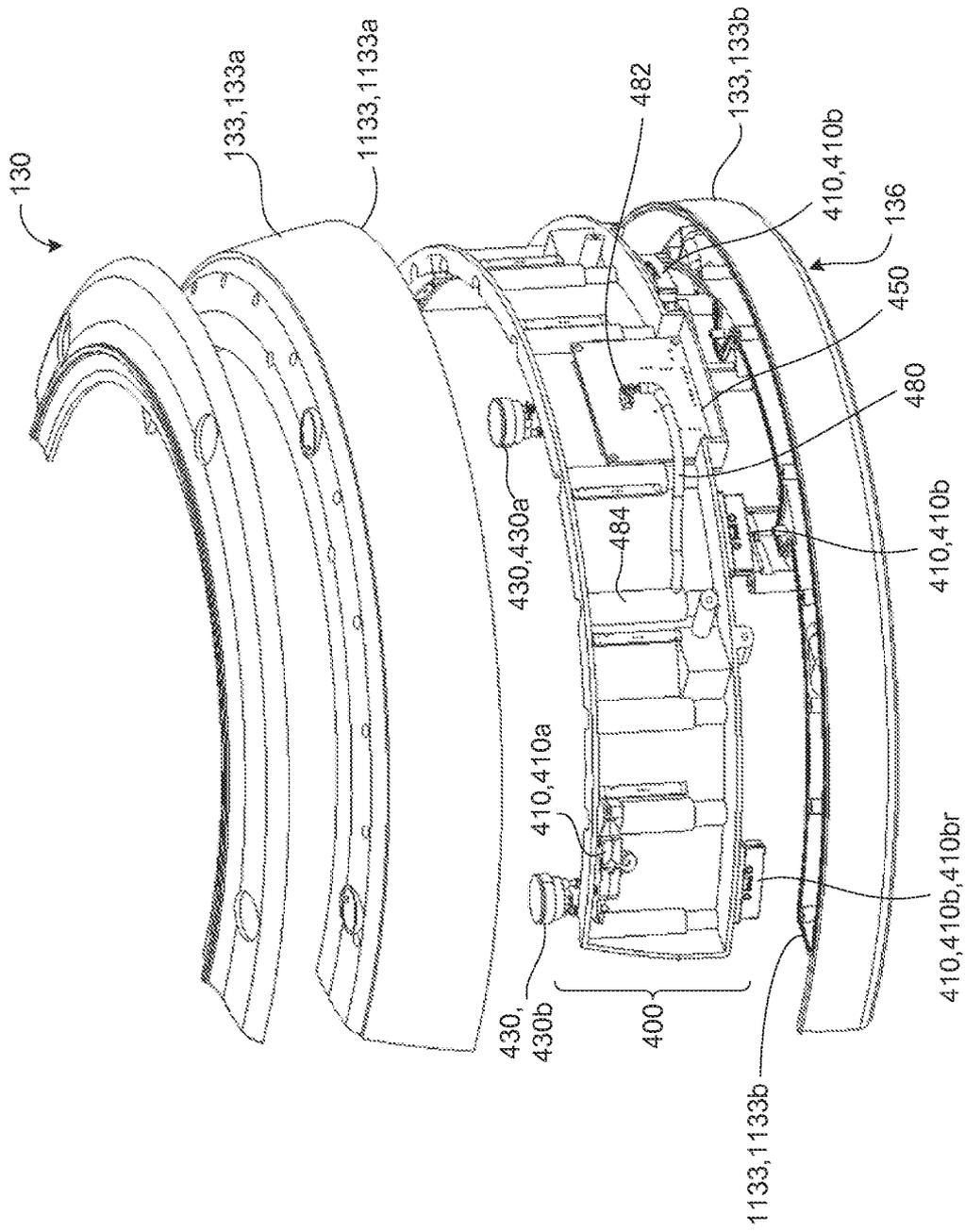


FIG. 5

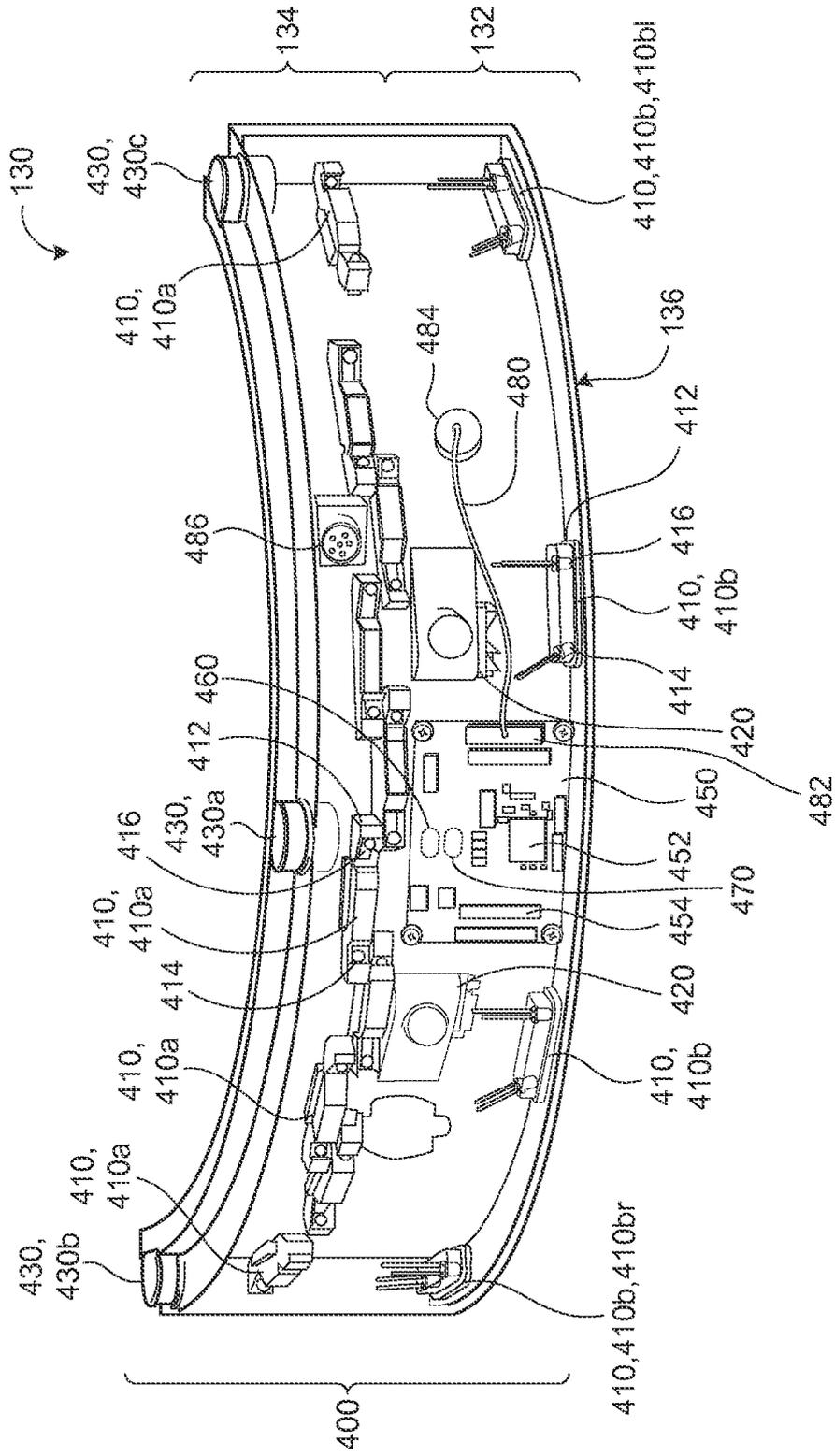


FIG. 6

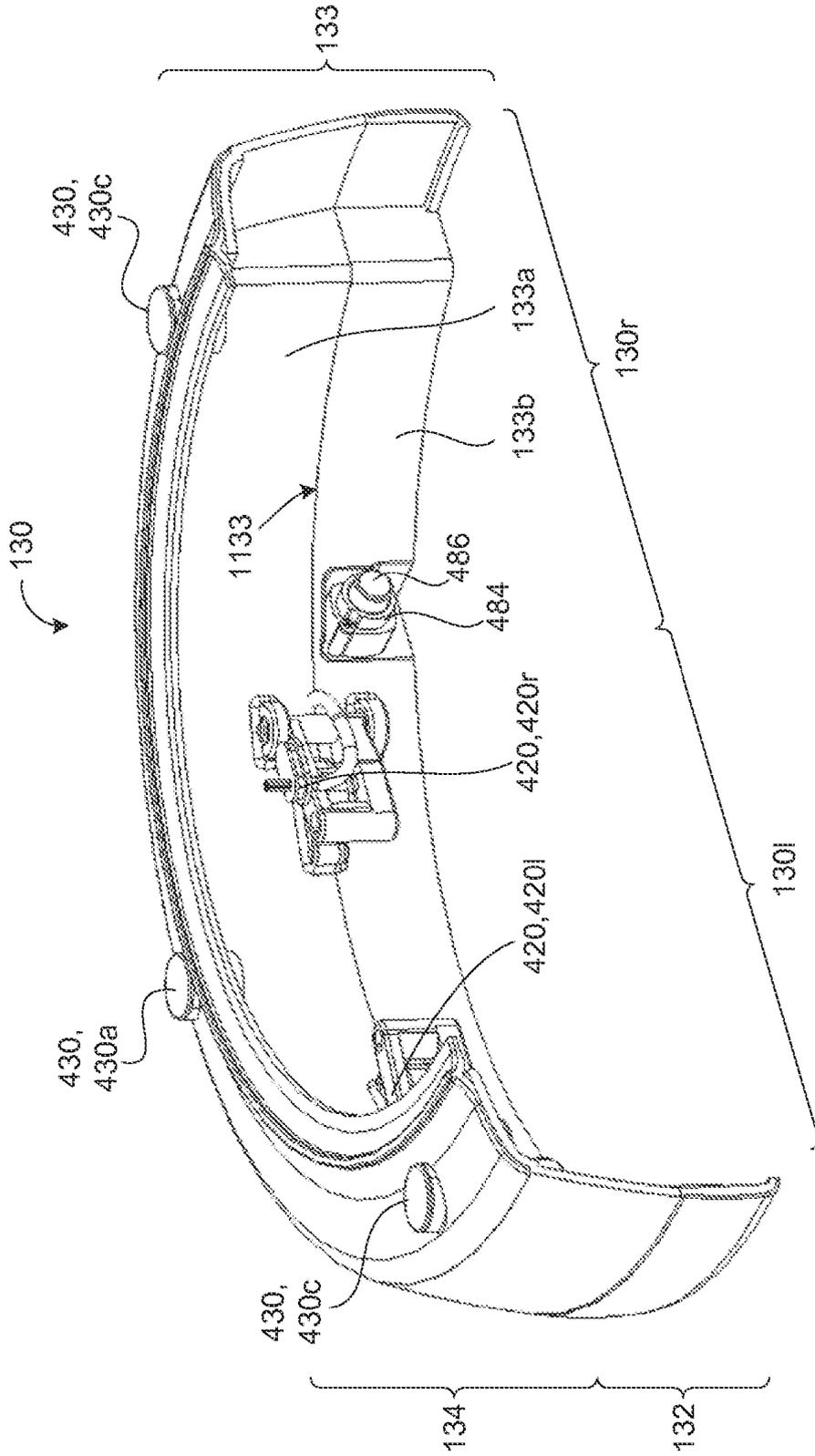


FIG. 7

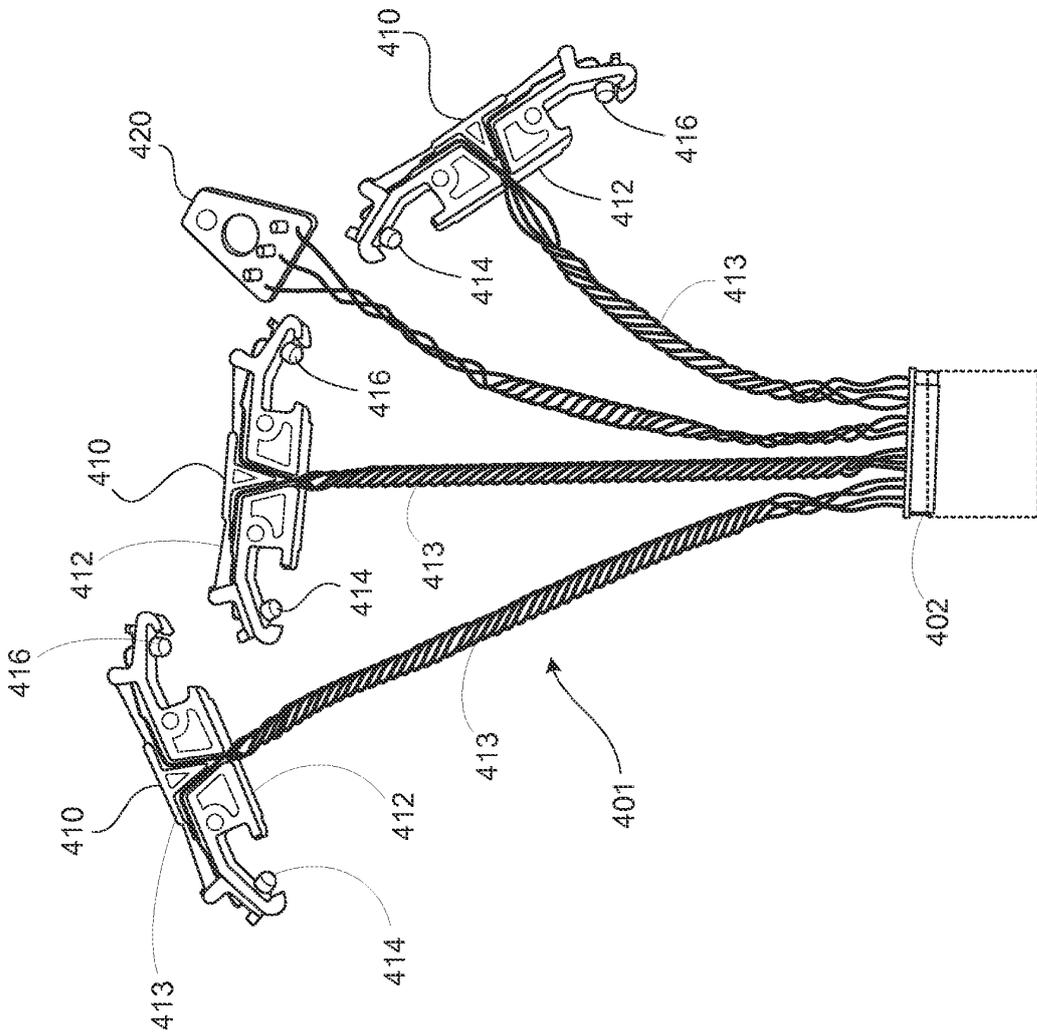


FIG. 8A

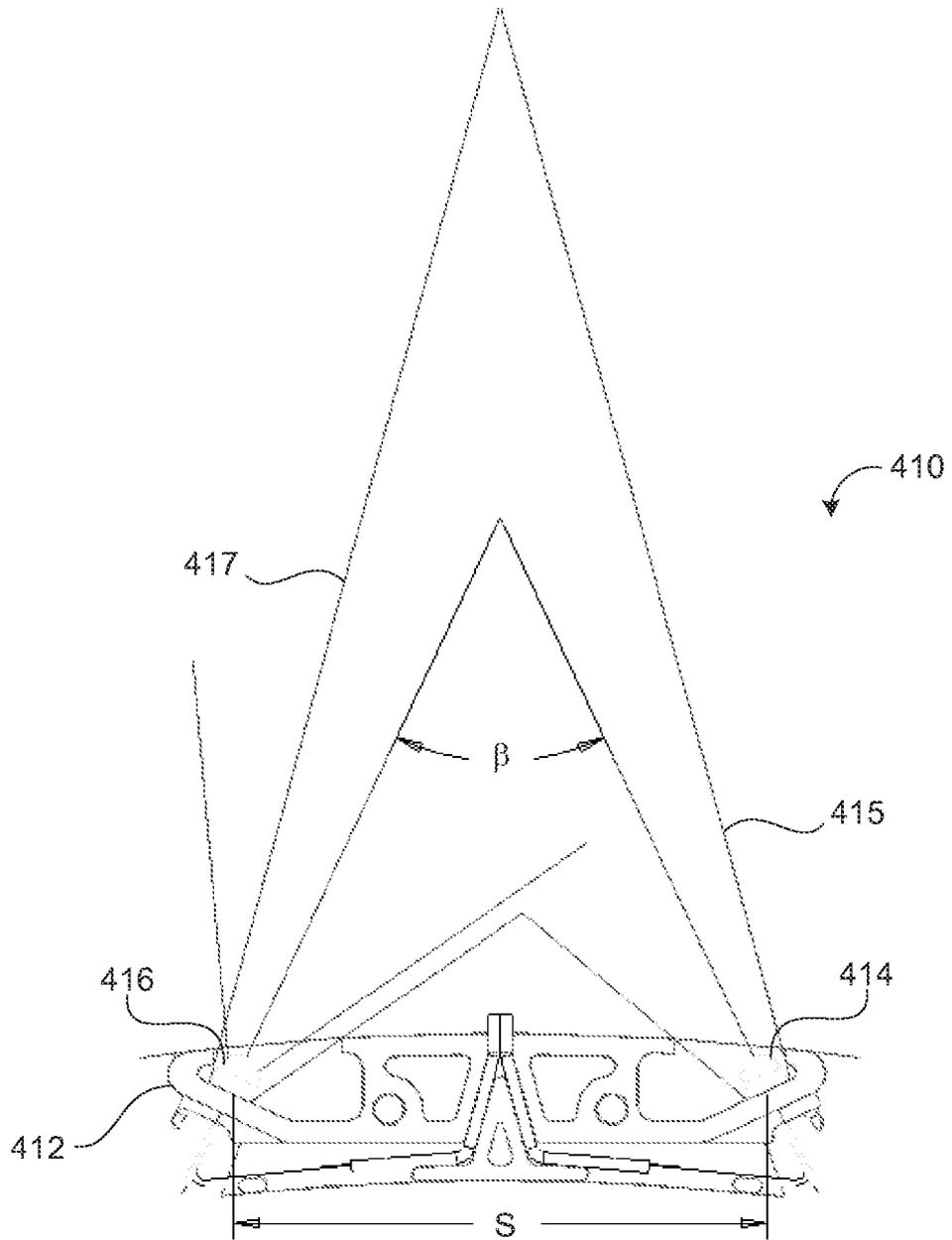


FIG. 8B

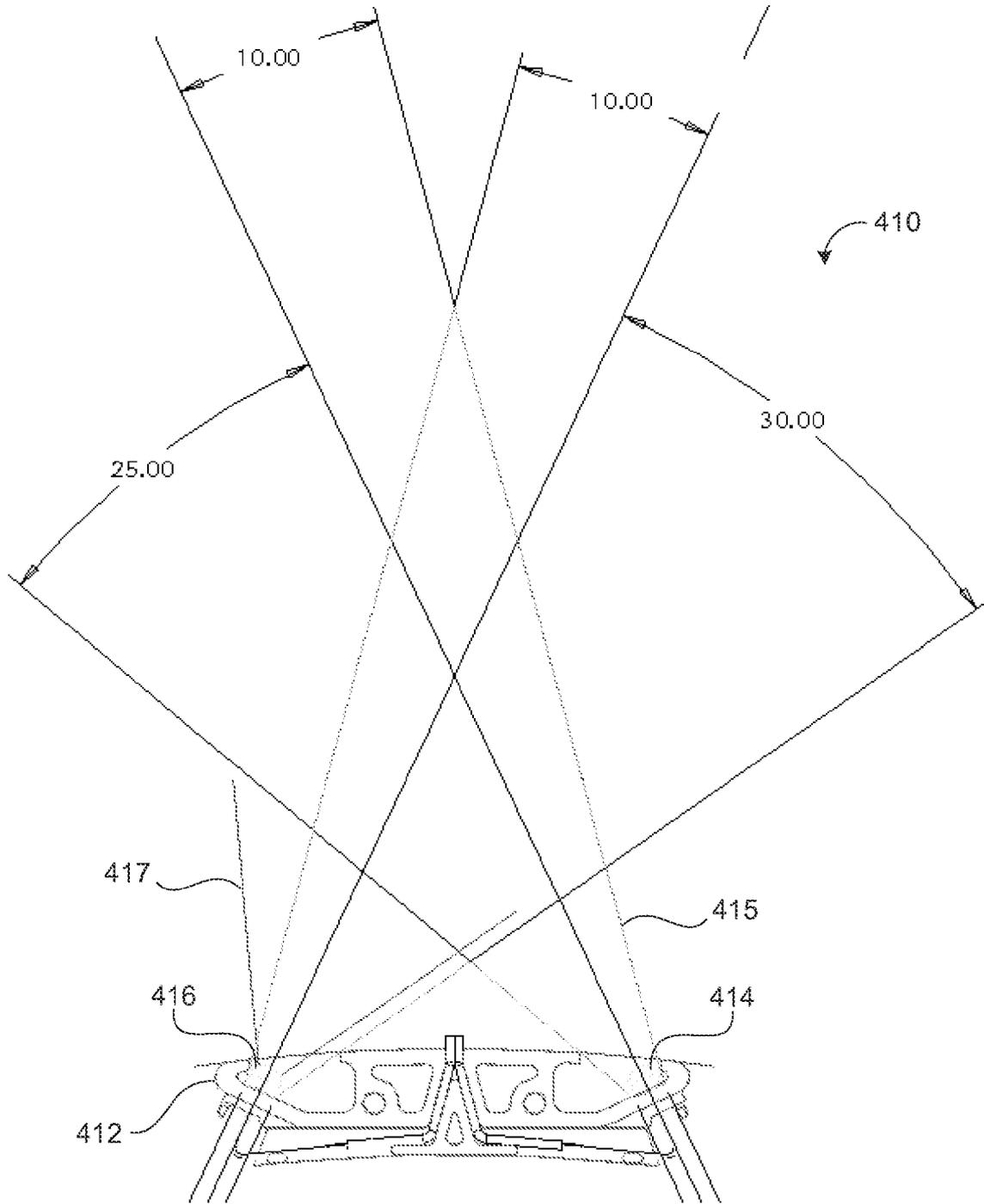


FIG. 8C

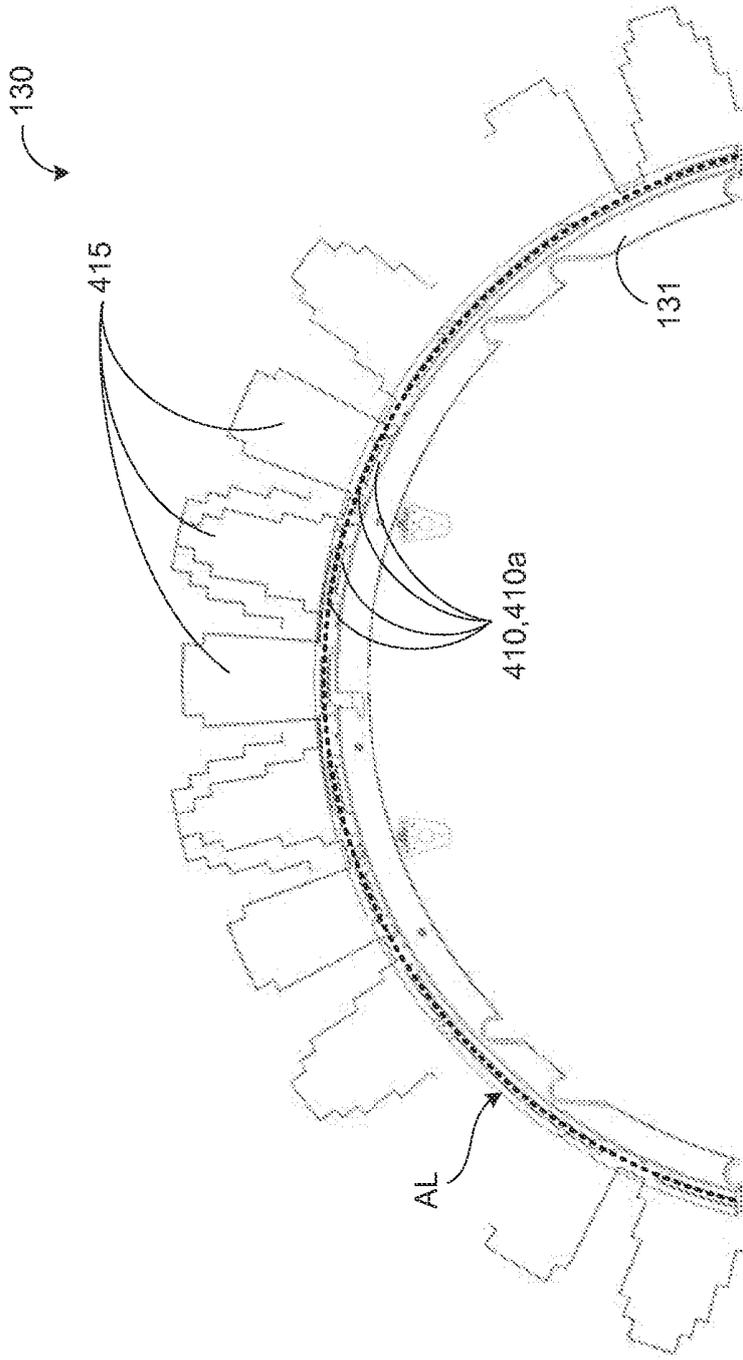


FIG. 8D

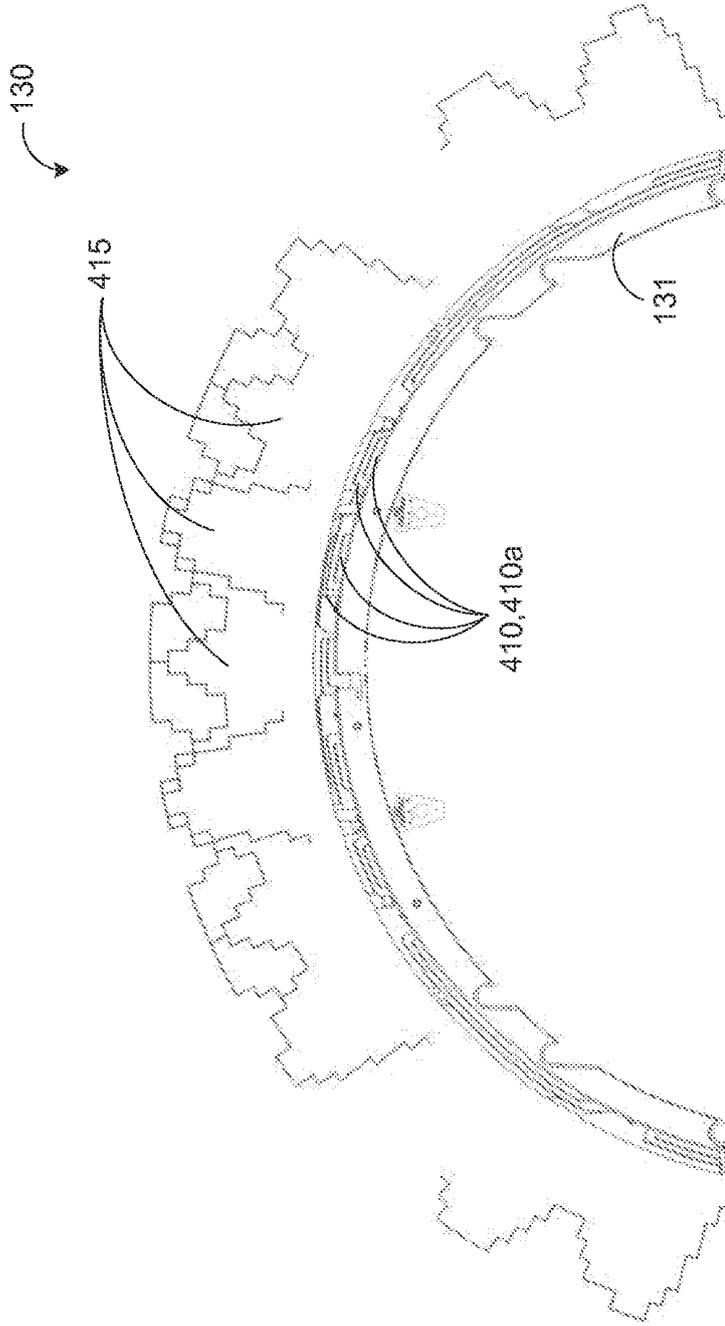


FIG. 8E

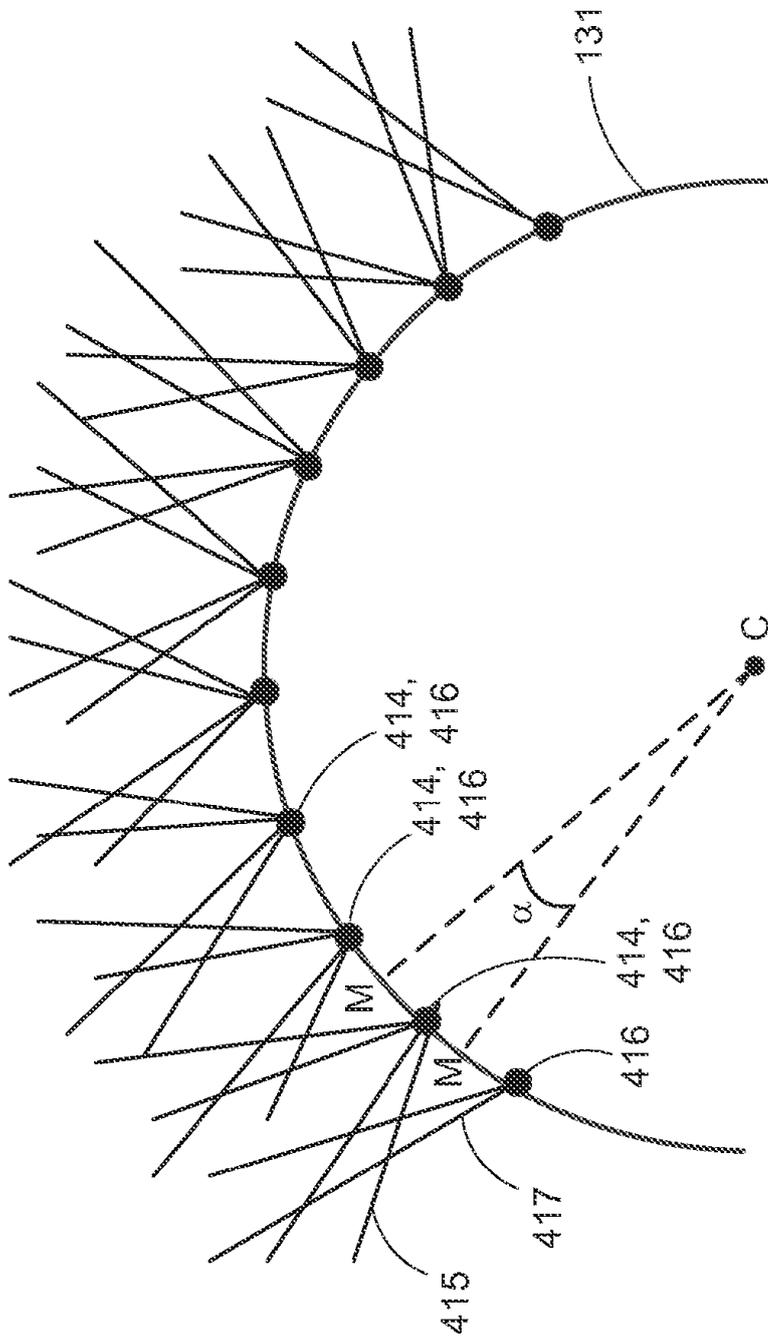


FIG. 8F

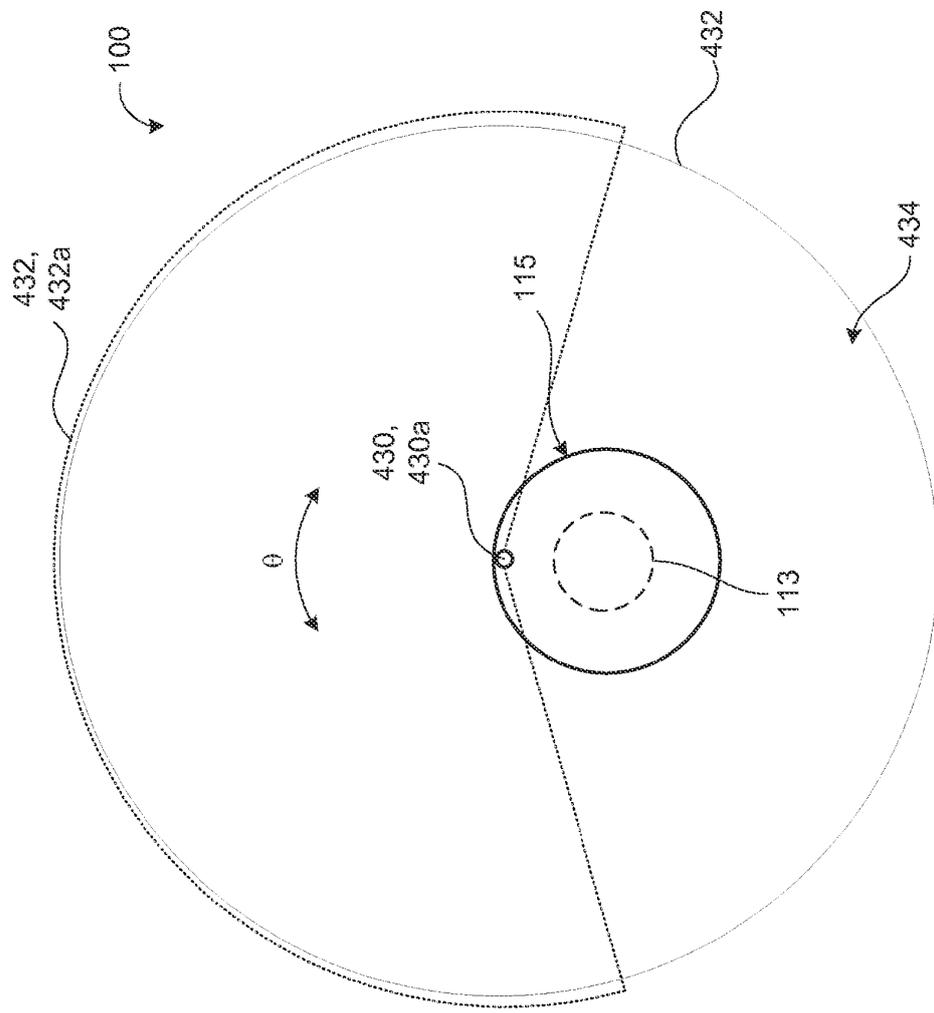


FIG. 9A

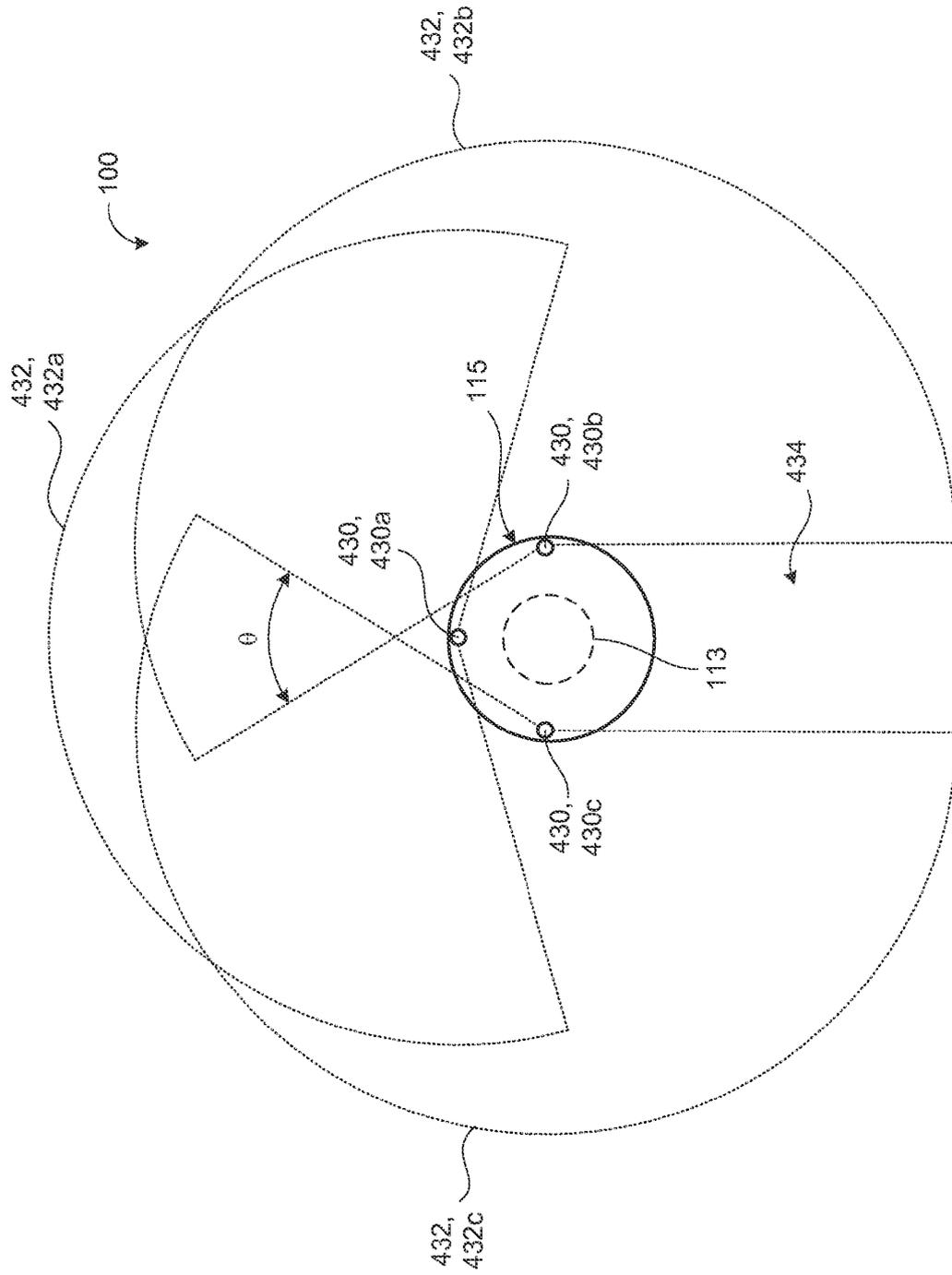


FIG. 9B

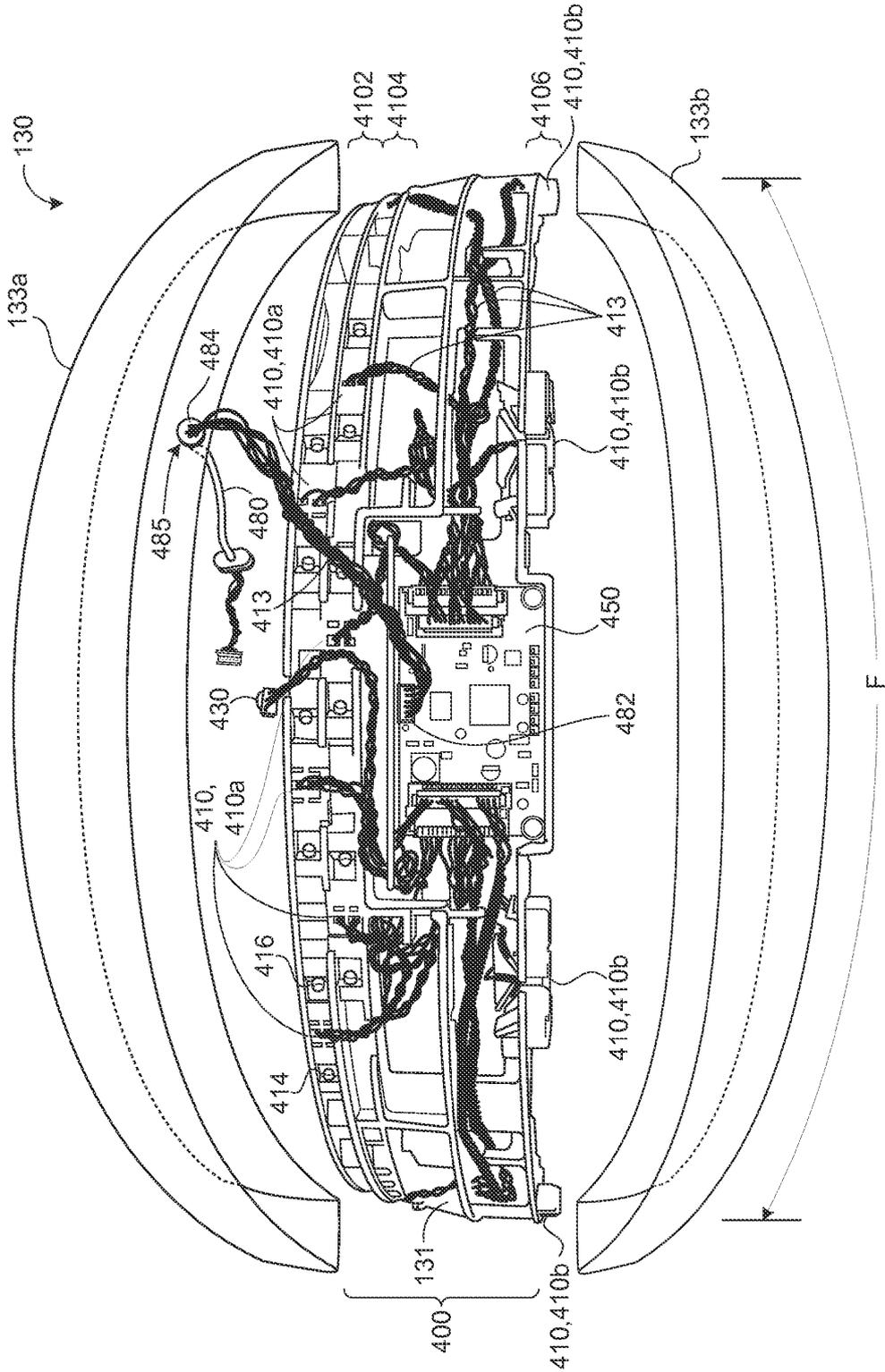


FIG. 10A

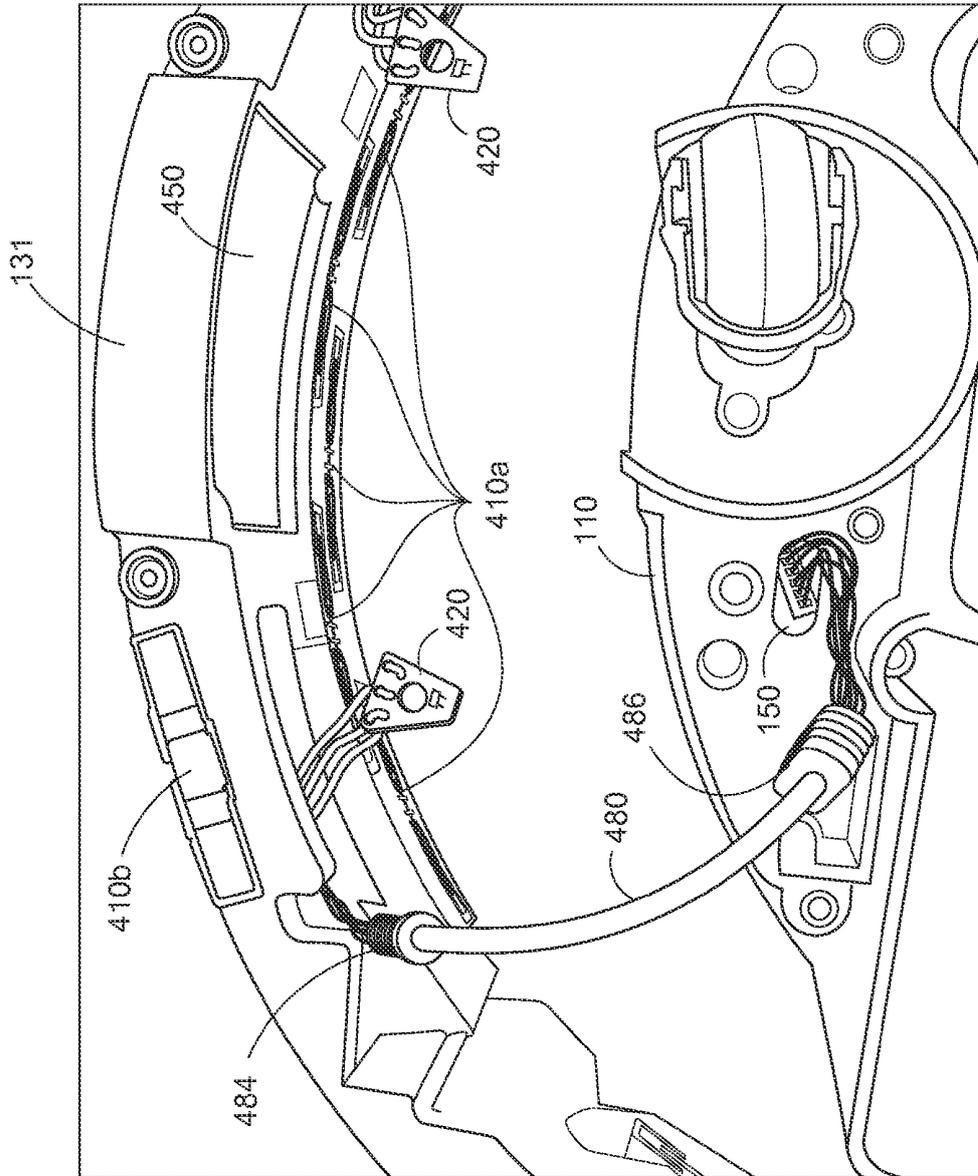


FIG. 10B

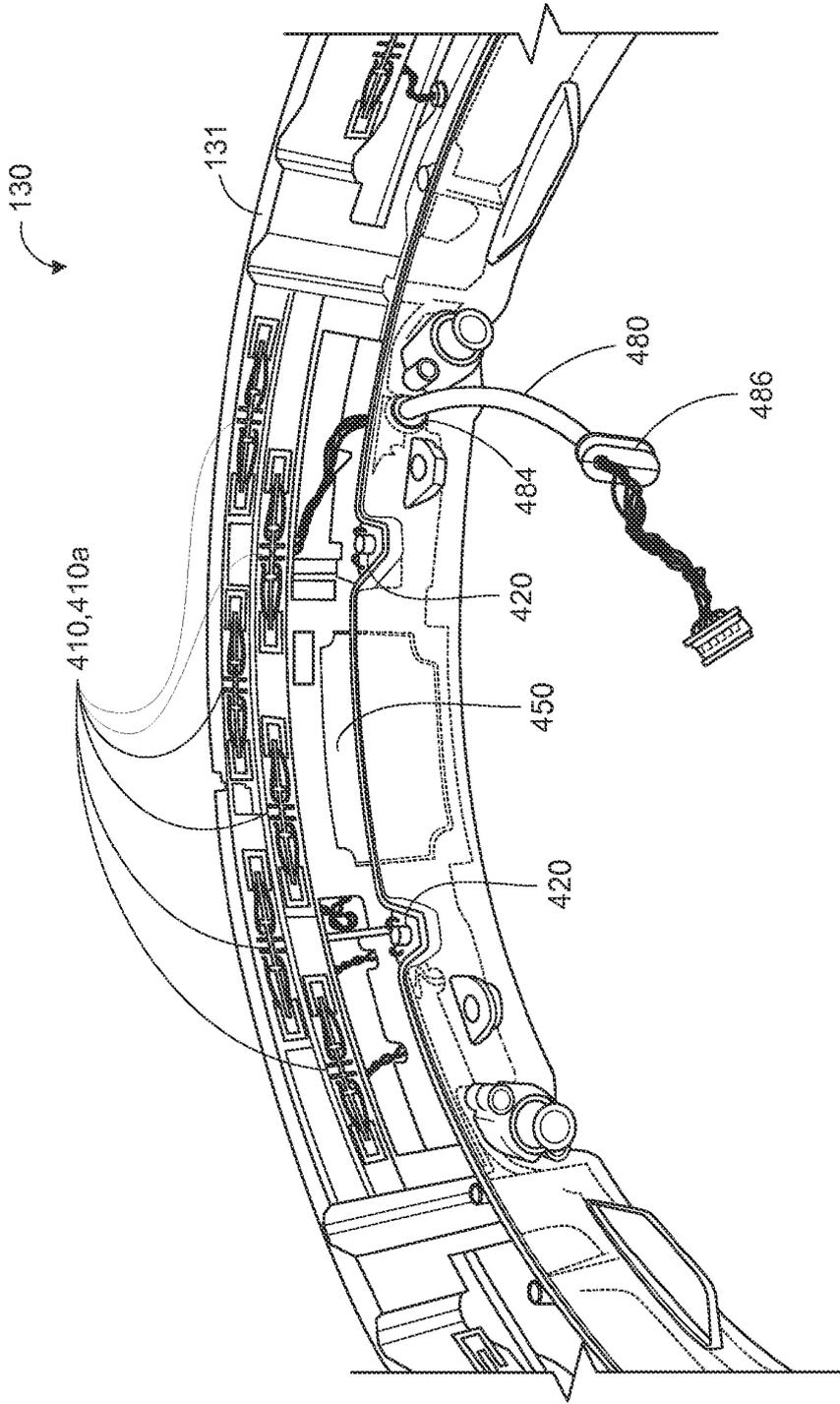


FIG. 10C

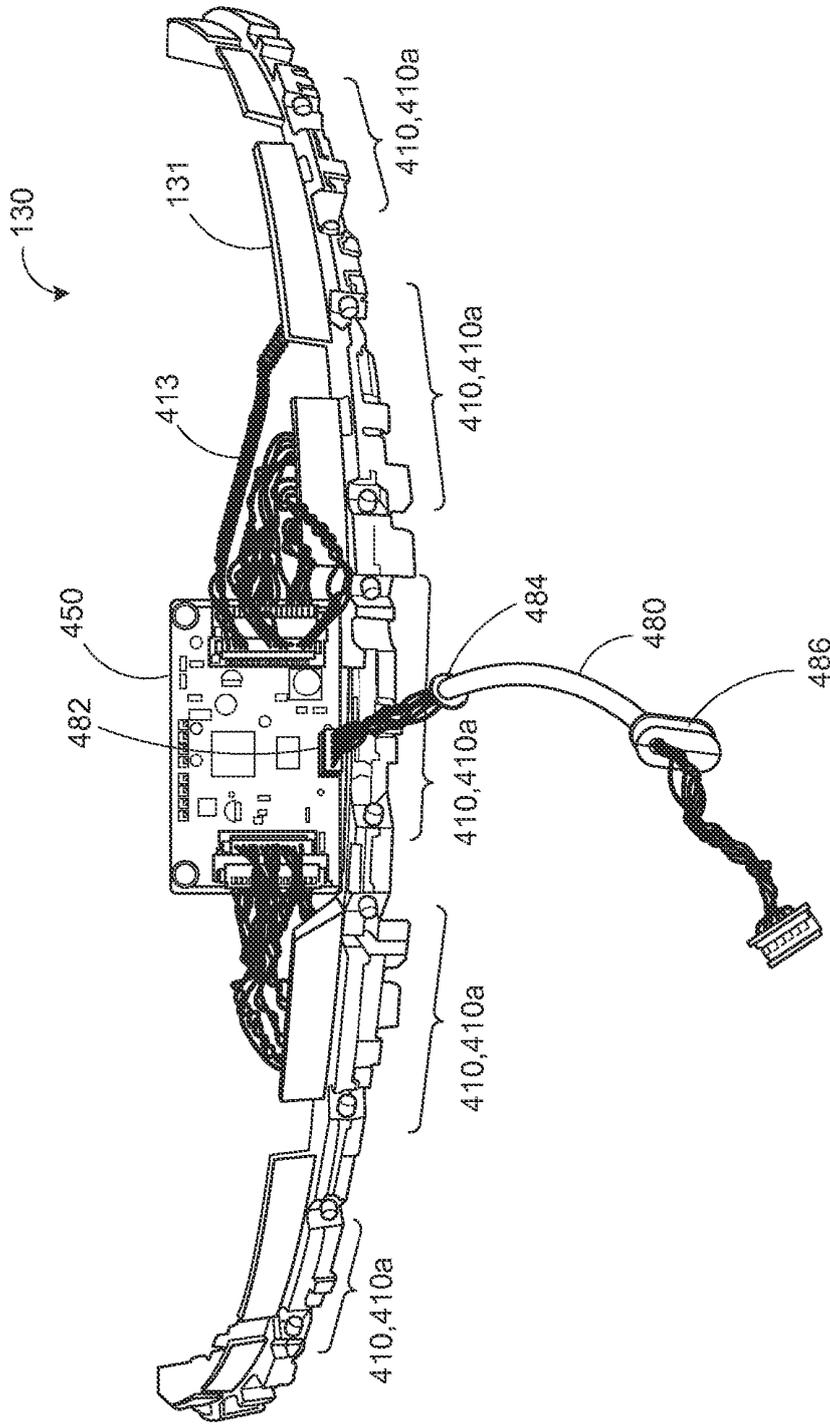


FIG. 11A

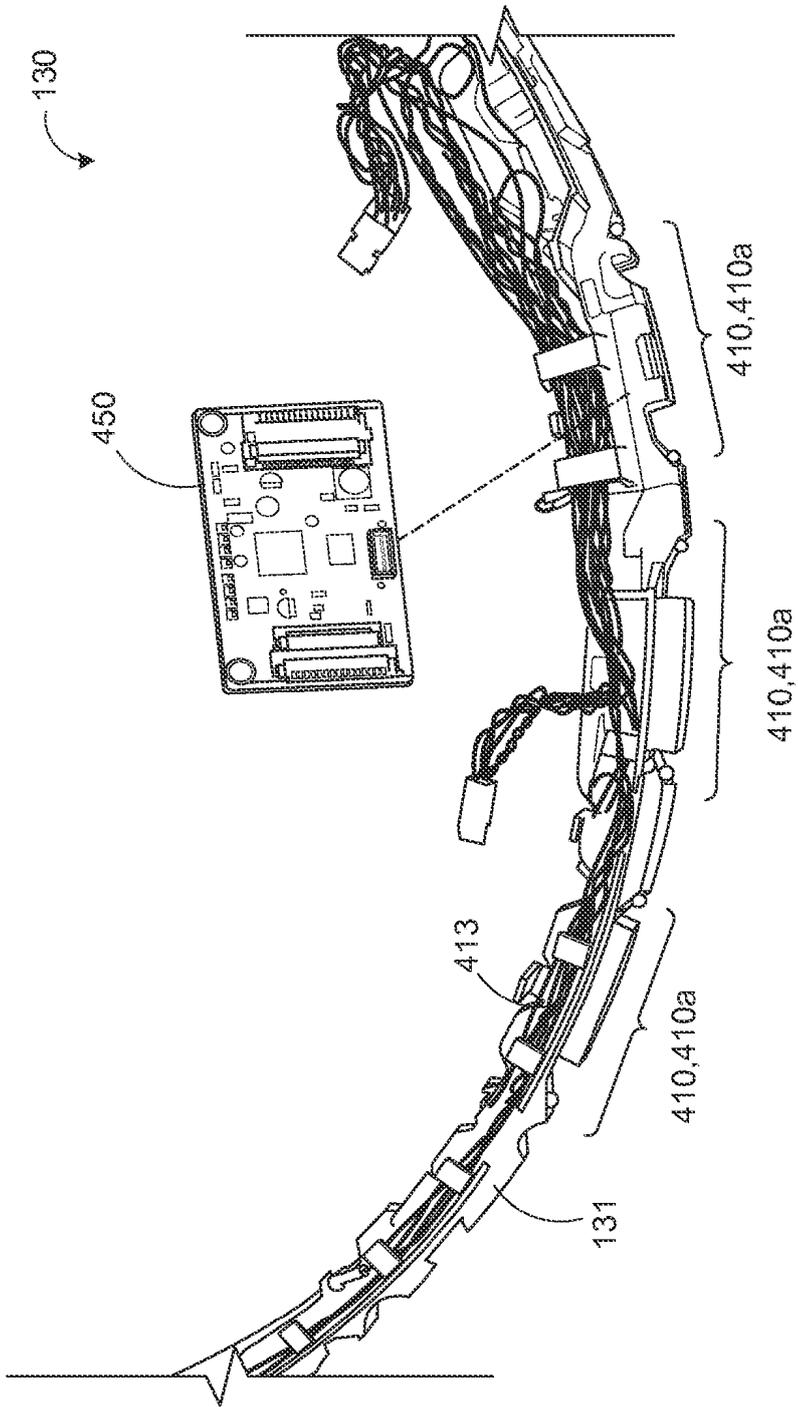


FIG. 11B

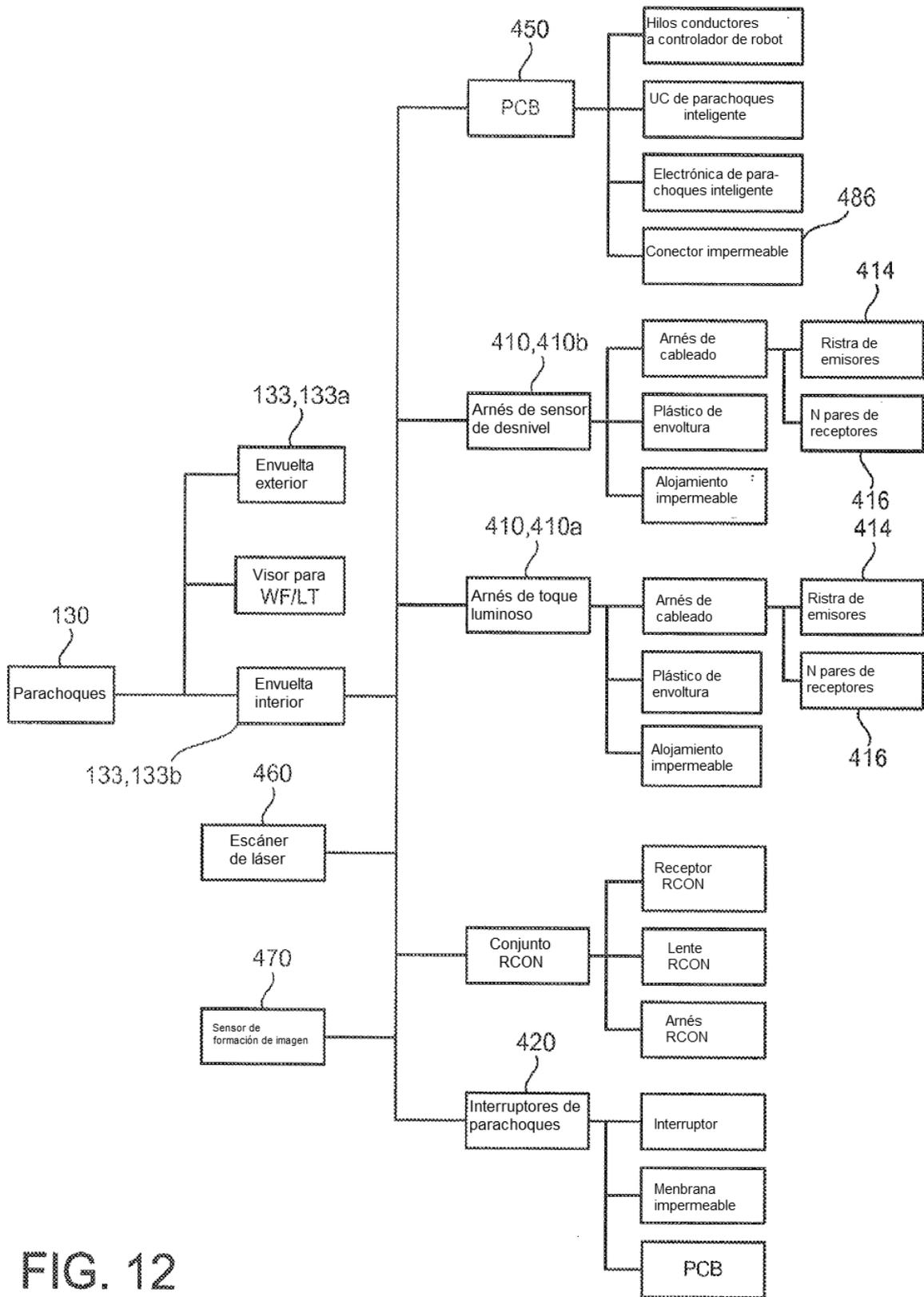


FIG. 12

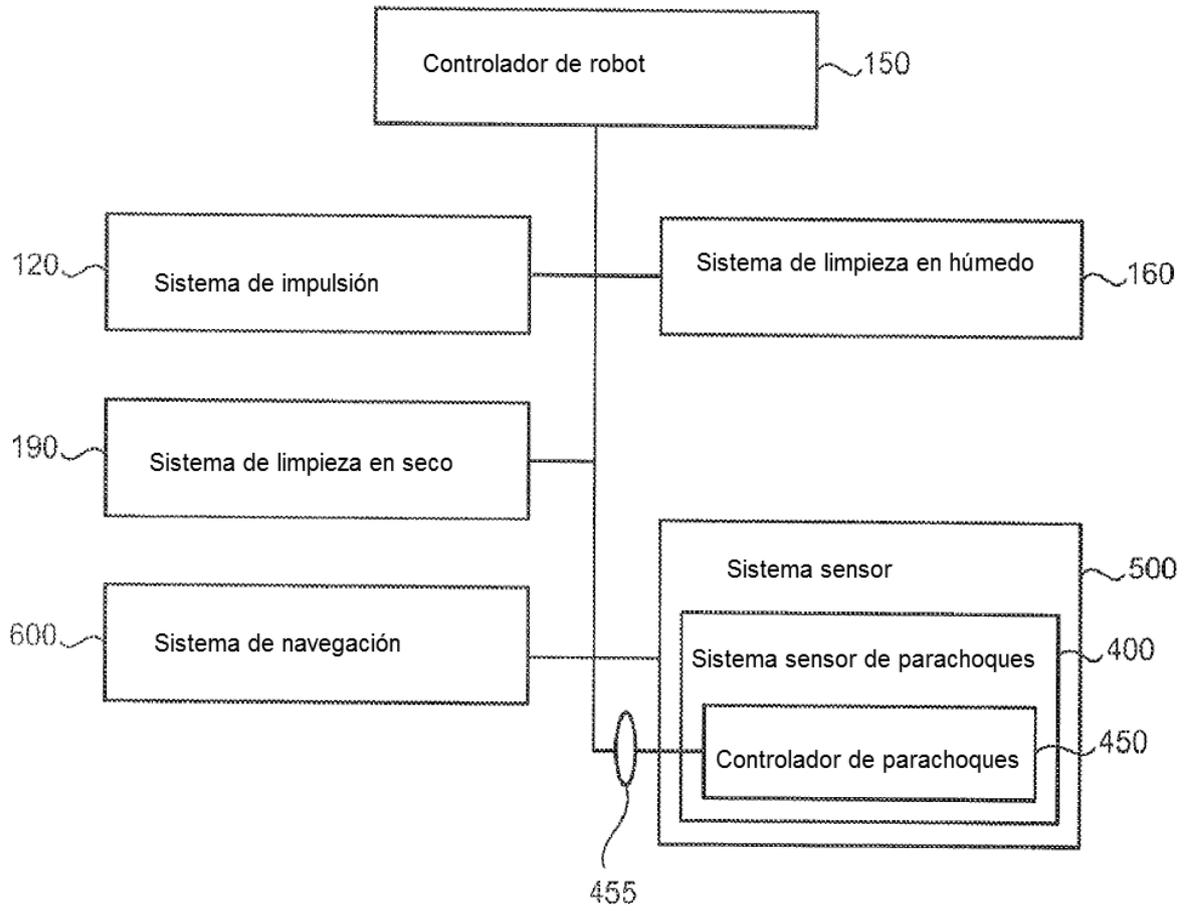


FIG. 13

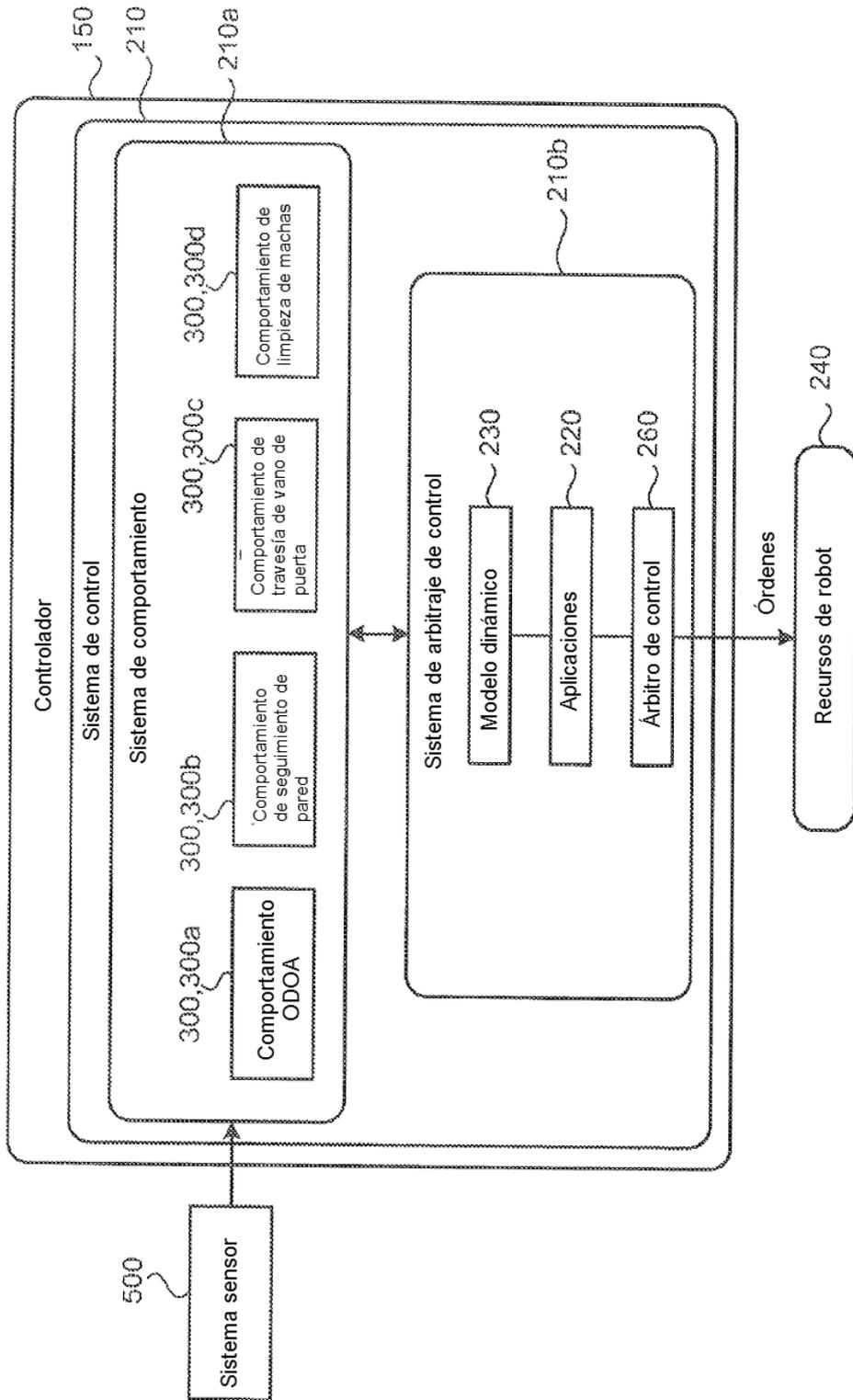


FIG. 14

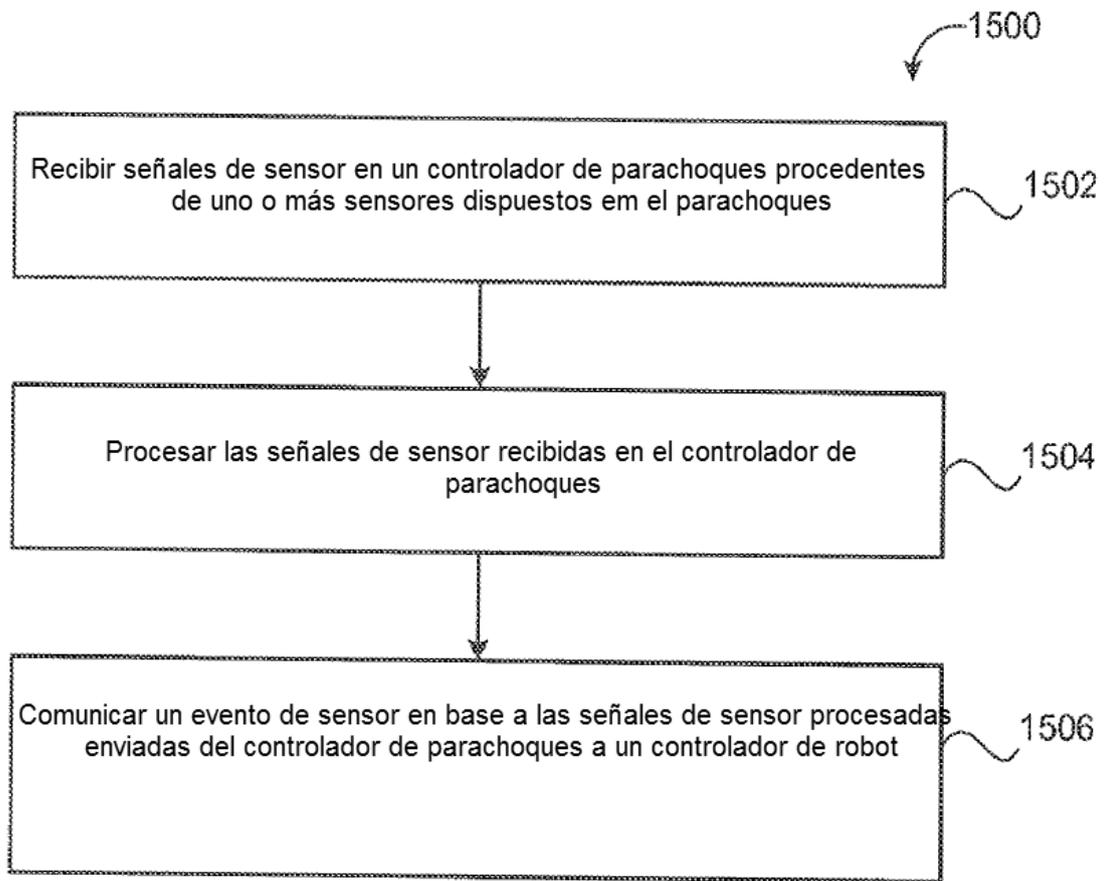


FIG. 15