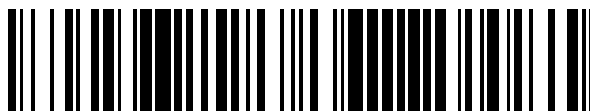


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 775 727**

51 Int. Cl.:

**B25J 19/06** (2006.01)  
**B25J 13/08** (2006.01)  
**B25J 19/00** (2006.01)  
**B25J 19/02** (2006.01)  
**G01B 7/02** (2006.01)  
**G01B 7/16** (2006.01)  
**G01L 1/18** (2006.01)  
**H03K 17/955** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.04.2017** **E 17167000 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.02.2020** **EP 3246136**

54 Título: **Dispositivo automatizado con una estructura móvil, en concreto un robot**

30 Prioridad:

**17.05.2016 IT UA20163520**

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

**28.07.2020**

73 Titular/es:

**COMAU S.P.A. (100.0%)**  
**Via Rivalta 30**  
**10095 Grugliasco (Torino), IT**

72 Inventor/es:

**BORDEGNONI, STEFANO;**  
**CINIELLO, FRANCESCO y**  
**COLOMBINA, GIUSEPPE**

74 Agente/Representante:

**DURAN-CORRETJER, S.L.P**

ES 2 775 727 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

Dispositivo automatizado con una estructura móvil, en concreto un robot

### 5 Sector de la invención

La presente invención hace referencia a dispositivos automatizados utilizados en el sector de la fabricación industrial, y ha sido desarrollada con especial referencia al problema de la colaboración entre un operario humano y dicho dispositivo automatizado. La invención encuentra una aplicación preferente en el campo de la robótica, pero puede ser implementada, asimismo, de manera ventajosa, en otros dispositivos utilizados en el sector de la fabricación industrial.

### Estado de la técnica anterior

Para aprovechar de manera efectiva la contribución de la automatización en los procesos de fabricación y mejorar de este modo la eficiencia de estos últimos, es necesario hacer que la interacción entre los operarios humanos y los dispositivos automatizados, en concreto los robots, sea natural y segura. De esta manera, se puede confiar a los operarios humanos aquellos procesos que requerirían una automatización excesivamente compleja, mientras que las operaciones que implican, por ejemplo, un gran esfuerzo, rapidez de ejecución, alta precisión y calidad pueden ser confiadas a los dispositivos automatizados.

Para que estas modalidades de fabricación sean posibles, se necesitan soluciones que hagan que la interacción humana con los dispositivos automatizados sea natural y segura. Los enfoques adoptados actualmente para este propósito están relacionados, básicamente, con los problemas de seguridad pasiva y seguridad activa.

Haciendo referencia específica a los robots industriales, las metodologías vinculadas al aumento de la seguridad pasiva en la interacción entre un operario humano y el manipulador de un robot están dirigidas, básicamente, a modificar la estructura y el funcionamiento de este último, a fin de reducir la probabilidad de accidentes y el grado de gravedad de los mismos. Según este enfoque, se han propuesto manipuladores de robots, por ejemplo, que se distinguen por estructuras ligeras, recubiertas con materiales blandos y sin bordes o esquinas afiladas, con el fin de minimizar el daño causado por un posible impacto contra un operario humano.

Las metodologías ligadas al aumento de la seguridad activa, están dirigidas, por el contrario, a las estrategias de control basadas en un sistema de sensores exclusivo, dirigido a garantizar una monitorización constante del entorno que rodea al manipulador del robot, para modificar de manera dinámica su comportamiento en el caso de situaciones de riesgo potencial, tales como la proximidad de un operario humano al manipulador o el contacto entre el operario y el manipulador durante la ejecución de una función determinada. Los tipos de sensores utilizados actualmente para este propósito son básicamente los siguientes:

- sensores dirigidos, a la reconstrucción óptica de la geometría del entorno que rodea al manipulador, tales como cámaras de video y escáneres láser;
- sensores eléctricos, dirigidos al reconocimiento del contacto o la colisión entre el manipulador y un operario humano, tales como sensores de fuerza o sensores de contacto;
- sensores eléctricos, dirigidos al reconocimiento de la proximidad excesiva entre el manipulador y un operario humano, tales como sensores de proximidad.

Se han propuesto robots en los que las dos estrategias de seguridad pasiva y seguridad activa están integradas en una cubierta o recubrimiento sensorizado del manipulador correspondiente. En general, estas cubiertas están constituidas por una especie de "piel", formada, predominantemente, de material que cede de manera elástica, que abarca una parte correspondiente del manipulador e integra sensores de contacto y/o sensores de proximidad.

La instalación de estas cubiertas conocidas en la estructura móvil del manipulador es, en general, complicada y está lejos de ser práctica. Asimismo, la operación correspondiente de eliminación o reemplazo de la cubierta o de partes de la misma en caso de fallos ocasionales resulta laboriosa.

Asimismo, se encuentran problemas similares en dispositivos automatizados con partes móviles distintas de robots, utilizados en el contexto de una fabricación industrial.

La Patente DE 202005002475 U da a conocer un robot industrial y una cubierta de espuma que tiene, por lo tanto, medios de detección de contacto y medios de detección de proximidad dispuestos en el interior de una espuma elástica y absorbente de energía.

La Patente US 2003137219 A1 da a conocer un dispositivo de seguridad para aparatos que tienen partes que se pueden mover libremente en el espacio, tales como robots industriales. Los aparatos que tienen medios de conmutación que, en el caso de una colisión de las partes móviles con objetos u objetos, emiten una señal de control a través de la cual se pueden detener las partes móviles o se puede iniciar un programa de emergencia, lo que



provoca una secuencia de movimiento opuesto al movimiento de aproximación. El dispositivo de seguridad está construido en forma de un sistema de sensores táctiles formado a partir de guías de ondas ópticas, y ubicado en las partes móviles del aparato.

La Patente US 2011307097 A1 da a conocer un dispositivo de detección dispuesto para cubrir, como mínimo, una porción de un dispositivo móvil, tal como un robot. El dispositivo tiene un transductor electromecánico que incluye un sustrato, una primera serie de electrodos, una segunda serie de electrodos y una capa deformable asociada con los electrodos de las dos series, formando el sustrato, los electrodos y la capa deformable una sola unidad montada en la porción del dispositivo móvil y dispuestos de manera que una corriente que circula entre uno de los electrodos de la primera serie y un electrodo adyacente de la segunda serie es proporcional al grosor de la capa deformable alineada con los electrodos.

La Patente JP 2010010116 A da a conocer un dispositivo de control de la proximidad, que comprende un sensor de proximidad, que tiene un electrodo de detección dispuesto en el lado de la superficie de un brazo de un robot industrial, un separador colocado entre el electrodo de detección y el brazo para formar una holgura predeterminada desde una superficie del brazo hasta el electrodo de detección, y un circuito de detección para emitir información correspondiente a un cambio de la capacidad electrostática debido a la proximidad de un objeto según una señal de detección procedente del electrodo de detección.

La holgura formada por el separador es mayor que la distancia de frenado necesaria para detener realmente la operación del brazo, evitando de este modo un accidente tal como la colisión del objeto con el brazo.

#### Características y objetivo de la invención

La presente invención tiene como objetivo, básicamente, dar a conocer un dispositivo automatizado, en concreto un robot, que es inmune a los inconvenientes mencionados anteriormente, aunque garantizando un alto grado de colaboración entre el dispositivo y un operario humano, garantizando al mismo tiempo los requisitos de seguridad necesarios.

Este y otros objetivos aún, que surgirán claramente a partir de ahora, son conseguidos, según la presente invención, mediante un dispositivo automatizado y mediante una cubierta sensorizada para un dispositivo automatizado que tiene las características especificadas en las reivindicaciones adjuntas.

Las reivindicaciones forman una parte integral de la enseñanza técnica dada a conocer en el presente documento en relación con la invención.

#### Breve descripción de los dibujos

Otros objetivos, características y ventajas de la presente invención surgirán claramente de la descripción siguiente y de los dibujos adjuntos, que se proporcionan únicamente a modo de ejemplo explicativo y no limitativo, en los que:

- la figura 1 es una vista, en perspectiva, esquemática, de un dispositivo automatizado, según las realizaciones posibles de la invención;
- la figura 2 es una vista, en perspectiva, esquemática, de una parte del dispositivo de la figura 1, según realizaciones posibles de la invención;
- la figura 3 es una vista, en despiece parcial, de la parte del dispositivo de la figura 2;
- las figuras 4 y 5 son vistas, en perspectiva, esquemáticas, de dos módulos de una cubierta sensorizada que pueden ser utilizados en un dispositivo automatizado según realizaciones posibles, respectivamente en una situación separada y en una situación acoplada;
- la figura 6 es una representación, en sección transversal, esquemática, de una posible configuración en capas de un módulo de cubierta de una cubierta sensorizada, según realizaciones posibles de la invención;
- las figuras 7 a 11 son ilustraciones parciales y esquemáticas de algunas configuraciones posibles de conexión eléctrica entre los módulos de cubierta de una cubierta sensorizada, según realizaciones posibles de la invención;
- la figura 12 es una vista, en perspectiva, esquemática, de otro dispositivo automatizado, según realizaciones posibles;
- la figura 13 es una vista esquemática, en despiece parcial, del dispositivo de la figura 12, con un módulo de cubierta omitido;
- la figura 14 es una vista, en perspectiva, esquemática, de otro dispositivo automatizado, según realizaciones posibles de la invención;
- la figura 15 es una vista, en perspectiva, esquemática, del dispositivo de la figura 14, con un módulo de cubierta omitido; y
- la figura 16 es una vista, en perspectiva, esquemática, de otro dispositivo automatizado adicional, según realizaciones posibles de la invención.

Descripción de realizaciones de la invención

La referencia a “una realización” en el marco de la presente invención pretende indicar que una configuración, estructura o característica concreta descrita en relación con la realización está comprendida, como mínimo, en una realización. Por lo tanto, las características descritas haciendo referencia a “una realización”, “como mínimo, una realización”, “una o varias realizaciones” y otros, que pueden estar presentes en varias partes en esta descripción, no necesariamente hacen referencia a una sola y la misma realización. Además, las configuraciones, estructuras o características concretas pueden ser combinadas de cualquier manera adecuada en una o varias realizaciones. Las referencias utilizadas a continuación se dan a conocer solo por conveniencia y no definen la esfera de protección o el alcance de las realizaciones.

Además, se señala que, en la secuela de la presente descripción, los dispositivos automatizados, en relación con los que realizaciones posibles de la invención se muestran como ejemplo, se describirán de manera limitada a los elementos útiles para una comprensión de la invención.

La figura 1 es una representación esquemática de un dispositivo automatizado para su utilización en una fabricación industrial, según realizaciones posibles de la invención. En el ejemplo mostrado, el dispositivo es un robot, que comprende un manipulador 1 con varios grados de libertad, que tiene una estructura móvil 2 que incluye una pluralidad de partes conectadas entre sí, así como medios de accionamiento que pueden ser controlados para causar desplazamientos de estas partes de la estructura 2.

En el ejemplo mostrado, el robot es un robot antropomórfico con seis grados de libertad, que tiene una base 3 estacionaria y una columna 4 montada de manera giratoria en la base 3 alrededor de un primer eje A1 con orientación vertical. Indicado con 5 está dispuesto un brazo montado de manera oscilante en la columna 4 alrededor de un segundo eje A2 con orientación horizontal. Indicado con 6 está dispuesto un codo, montado en el brazo 5 para girar alrededor de un tercer eje A3, que tiene, asimismo, una orientación horizontal, soportando el codo 6 un antebrazo 7, que está diseñado para girar sobre su eje A4, lo que, en consecuencia, constituye un cuarto eje de movimiento del manipulador 1. El antebrazo 7 está equipado en su extremo con una muñeca 8, montada para movimiento según dos ejes A5 y A6. La muñeca 8 tiene un reborde 9 para la instalación de un efector final (no representado). El efector final puede ser un dispositivo para coger un componente genérico, por ejemplo, del tipo mostrado en la figura 12, o un dispositivo de pulido o rectificado, por ejemplo, del tipo representado en la figura 14. El efector final mencionado anteriormente puede ser en cualquier caso de cualquier tipo, y tener funciones conocidas en el sector; por ejemplo, puede ser un soplete o yugo de soldadura, una pistola de pintura o una pistola para aplicar un sellador, un husillo de perforación, etc.

Las partes móviles 4 a 8 están conectadas entre sí por medio de articulaciones de un tipo conocido, que tienen asociadas a las mismas respectivos motores eléctricos, algunos de los cuales están indicados con M, con la correspondiente transmisión de motorreductor mediante engranajes. En una o varias realizaciones, también el efector final asociado al reborde 9 tiene medios de accionamiento respectivos, según una técnica conocida en sí misma. Preferentemente, asociados a las articulaciones mencionadas anteriormente, o a los motores M correspondientes, están dispuestos transductores correspondientes (no mostrados), por ejemplo, del tipo de codificador o resolutor, para el control de la posición.

Los movimientos del manipulador 1, es decir, el funcionamiento de los motores de las articulaciones, son gestionados por una unidad 15 de control del robot, que está situada, preferentemente, en una posición remota con respecto al manipulador 1 y está conectada a las partes eléctricas/electrónicas de este último a través de los conductores de un cableado 16. Los modos de implementación prácticos del hardware y del software para la unidad 15, que está provista de un sistema de control de microprocesador respectivo, no están incluidos en los propósitos de la presente invención, aparte de algunas funciones específicas a las que se hace referencia a continuación, que hacen referencia a realizaciones posibles de la invención.

En una o varias realizaciones, la unidad 15 de control está configurada para controlar el manipulador 1 en una pluralidad de modos de funcionamiento diferentes, entre los que se encuentran, como mínimo, un modo de funcionamiento automático y, preferentemente, también un modo de funcionamiento manual. Para este propósito, la unidad 15 comprende medios de selección 17, que pueden ser accionados por un usuario para la selección de un modo de funcionamiento deseado de entre los posibles. Como mínimo, en una realización, el robot puede funcionar, como mínimo, en un modo de programación, un modo automático y, preferentemente, un modo remoto. En la figura 1, el número de referencia 17 indica, por lo tanto, un dispositivo para la selección manual del modo de funcionamiento deseado de entre los posibles. En el modo de programación, un operario actúa en la proximidad del manipulador, para controlar el funcionamiento del mismo, almacenando las etapas del programa y programando las actividades operativas, por ejemplo, por medio de un dispositivo de programación portátil (consola portátil) o un dispositivo de guía manual asociado a la estructura móvil del manipulador 1, en concreto, en su efector final o cerca del mismo. En cambio, en el modo automático, el robot ejecuta un programa operativo almacenado previamente de su propiedad, posiblemente en combinación con otros robots o equipos automáticos, y que colaboran con un operario humano con el propósito de ejecutar una tarea específica. Asimismo, en el modo remoto, el robot ejecuta

un programa operativo de su propiedad dentro de una célula de trabajo, posiblemente colaborando con un operario humano, pero, en este caso, el inicio de la ejecución del programa proviene de un supervisor de célula, tal como un PLC, que, por ejemplo, controla tanto el robot como otros equipos automatizados presentes en la propia célula.

La figura 1 es una ilustración esquemática del manipulador 1 en una versión “desnuda” del mismo para aclarar una posible conformación de su estructura móvil 4 a 8. No obstante, en realizaciones prácticas de la invención, esta estructura móvil está cubierta, como mínimo, en parte, por una cubierta sensorizada (visible en las figuras 2 y 3), donde está indicada como un conjunto con 20. En una o varias realizaciones, como la representada, la cubierta 20 cubre, como mínimo, en parte, también la estructura estacionaria del manipulador 1, representada en el presente documento por su base 3.

La cubierta 20 integra medios de detección, que pueden incluir medios de detección de contacto, adecuados para detectar el contacto o el impacto entre el manipulador 1 y un cuerpo extraño, y/o medios de detección de proximidad, adecuados para detectar la presencia de un cuerpo extraño dentro de una distancia sustancialmente predeterminada del manipulador, por ejemplo, comprendida entre 0 y 15/20 cm. En diversas realizaciones preferentes, la cubierta integra tanto el medio de detección de contacto como el medio de detección de proximidad. Dado que, en sus aplicaciones preferentes, el robot es un robot de tipo colaborativo, el cuerpo extraño mencionado anteriormente está representado, habitualmente, por un operario humano, que opera en contacto estricto con el manipulador 1.

La cubierta 20 sensorizada comprende una pluralidad de módulos de cobertura, algunos de los cuales están indicados con los números de referencia 21 a 39, solo en la figura 2, que pueden ser ensamblados entre sí para formar en conjunto una especie de cuerpo que recubre, como mínimo, una parte de la estructura móvil del manipulador 1, preferentemente, pero no necesariamente, en la práctica, la totalidad de la estructura 4 a 8 del manipulador.

Tal como aparecerá más claramente a continuación, como mínimo, algunos de los módulos 21 a 39 de la cubierta 20 tienen una carga o estructura de soporte respectiva, que tiene una forma predefinida, asociada a la cual está dispuesta, como mínimo, una capa de material que cede de manera elástica, es decir, una capa diseñada para absorber el impacto. En realizaciones preferentes, la estructura de soporte o carga de cada módulo está fabricada de un material rígido o semirrígido, de tal manera que la estructura puede ser proporcionada con una forma predefinida deseada, que varía según la parte del manipulador 1 (u otro dispositivo automatizado) que debe ser recubierta.

La pluralidad de módulos 21 a 39 comprende uno o varios módulos de cobertura sensorizados, cada uno de los cuales incluye medios de detección respectivos del tipo mencionado anteriormente. En la secuela de la presente invención, se mostrará a modo de ejemplo una posible realización de los módulos sensorizados mencionados anteriormente haciendo referencia a los módulos indicados con 23 y 24, dando por sentado que los conceptos descritos en relación con estos módulos pueden ser aplicados también a otros módulos sensorizados, por ejemplo, los indicados con 25 y 26, 28 y 29, 31 y 32, 36 y 37, 38 y 39 (obviamente, aparte de la forma general diferente de los módulos en cuestión, que está determinada por la estructura de soporte de carga correspondiente).

En realizaciones preferentes, los módulos sensorizados incluyen medios de detección de contacto y medios de detección de proximidad. Por otro lado, no se excluye del alcance de la invención el caso de los módulos de la cubierta 20, provistos solo de sensores de contacto o, solo de sensores de proximidad. La cubierta 20 puede incluir, asimismo, módulos sin sensores del tipo mencionado, por ejemplo, en zonas del manipulador 1 para las cuales se reducen los riesgos o consecuencias derivadas de un posible impacto con un operario humano: por ejemplo, los módulos de cubierta 21 y 22 de la base 3 del manipulador 1 podría no contener sensores, o bien estar equipados solo con sensores de proximidad, debido al hecho de que la base 3 es, en cualquier caso, una parte estacionaria del manipulador. Consideraciones similares pueden ser aplicadas a los módulos asociados a las partes móviles del manipulador 1, por ejemplo, al módulo 33.

En diversas realizaciones, como mínimo, algunos de los módulos de la cubierta deben estar fijados, de manera separable, a las partes subyacentes correspondientes de la estructura móvil 4 a 8, tales como los módulos 23, 25 y 36, 37 de la figura 2. Para este propósito, las partes subyacentes mencionadas anteriormente del manipulador 1 han proporcionado intencionalmente elementos de posicionamiento y/o de fijación para los respectivos módulos de cobertura. Estos elementos pueden estar definidos directamente por el cuerpo de las partes del manipulador, o bien ser configurados como elementos aplicados en estas partes.

Haciendo referencia, por ejemplo, a la figura 1, indicados con 18a están dispuestos, por ejemplo, dos soportes para el anclaje de los módulos 23 y 25 de la figura 2, indicado con 18b está dispuesto un elemento de posicionamiento y/o apoyo para el módulo 23, mientras que indicado con 18c está dispuesto un soporte para el anclaje del módulo 34 de la figura 2.

En diversas realizaciones, la fijación de los módulos a dichos elementos de posicionamiento y/o fijación se obtiene por medio de elementos de conexión mecánica adicionales. Por ejemplo, parcialmente visible en la figura 3, donde el módulo 24 está separado de los módulos 23 y 26, está dispuesto un elemento 19 para la conexión mecánica del

módulo 23 al elemento de fijación 18a de la columna 4 del manipulador 1. Por otro lado, en realizaciones posibles, la propia estructura de soporte de carga de los módulos que va a ser fijada a partes del manipulador 1, que está fabricada, por ejemplo, de material plástico moldeable o termoconformable, puede estar conformada para definir directamente, como mínimo, parte de los elementos necesarios para la conexión mecánica y/o el acoplamiento a la estructura 2 del manipulador 1.

En una o varias realizaciones preferentes, uno o varios primeros módulos de cubierta, por ejemplo, los módulos 23 y 25, están fijados de manera separable a partes respectivas de la estructura móvil (la columna 4, haciendo referencia a los módulos 23 y 25 mostrados a modo de ejemplo), en concreto por medio de medios de acoplamiento rápido, por ejemplo, elementos con elementos de acoplamiento de accionamiento rápido o de acoplamiento mediante ranuras.

En una o varias realizaciones, uno o varios segundos módulos de cubierta, por ejemplo, los módulos 24 y 26, están fijados de manera separable a uno o varios de los primeros módulos mencionados anteriormente y/o están fijados entre sí de una manera separable, en concreto por medio de medios de acoplamiento rápido, por ejemplo, elementos de acoplamiento de accionamiento rápido o de acoplamiento mediante ranuras. Por ejemplo, los módulos 24 y 26 pueden ser acoplados de manera separable a los módulos 23 y 25, respectivamente que, a su vez, se acoplan de una manera separable a la estructura del manipulador. Además, tal como se verá más claramente a continuación, los módulos 24 y 26 se acoplan entre sí de manera separable.

Tal como se ha dicho, preferentemente, los medios para acoplar entre sí de manera separable los módulos de cubierta y/o la estructura móvil del manipulador son medios de acoplamiento rápido, tales como pinzas liberables con accionamiento rápido o elementos de acoplamiento mediante ranuras. Por otro lado, en realizaciones alternativas, la fijación separable de uno o varios módulos a la estructura 2 y/o entre sí se podría obtener utilizando elementos roscados, tales como tornillos y otros.

En una o varias realizaciones preferentes, están dispuestos módulos de cubierta 20 que tienen, como mínimo, una placa electrónica de control, preferentemente asociada a la estructura de soporte de carga correspondiente. Esta placa de control está conectada en comunicación de señal con la unidad 15 de control del manipulador 1 y, conectados eléctricamente a la misma, están dispuestos medios de detección, como mínimo, de un módulo de cubierta sensorizado correspondiente.

Esta placa de control está dispuesta, preferentemente, para gestionar, como mínimo, el funcionamiento de los medios de detección y para suministrar a la unidad 15 de control señales que representan el contacto entre el manipulador 1 y un operario humano (u otro cuerpo extraño) y/o señales que representan la presencia de un operario humano (u otro cuerpo extraño) dentro de una distancia sustancialmente predeterminada del propio manipulador. Tal como se ha dicho, en realizaciones preferentes, como mínimo, uno de los módulos sensorizados incluye medios de detección de contacto y medios de detección de proximidad, de tal modo que la placa de control correspondiente pueda suministrar a la unidad 15 de control señales que representan las dos situaciones mencionadas anteriormente, es decir, señales que representan contacto y señales que representan proximidad.

Cada módulo de cubierta sensorizado puede estar provisto de una placa de control de su propiedad, o bien, un módulo de cubierta sensorizado puede estar provisto de varias placas de control, por ejemplo, una primera placa para la gestión de los medios de detección del módulo en cuestión y una segunda placa para la gestión de los medios de detección de un módulo de cubierta sensorizado diferente que, por lo tanto, puede estar sin una placa de control de su propiedad. Asimismo, se pueden considerar módulos sensorizados provistos de una sola placa que es capaz de gestionar tanto el medio de detección del módulo mencionado como el medio de detección de otro módulo, que puede carecer, por lo tanto, de una placa de control de su propiedad. Con la misma lógica, además, como mínimo, una placa de control puede estar dispuesta en un módulo no sensorizado de la cubierta, conectado al cual están los medios de detección, como mínimo, de un módulo sensorizado que, por lo tanto, puede incluso estar sin una placa de control correspondiente. Por lo tanto, se apreciará que uno o varios módulos de cubierta, aunque estén provistos de medios de detección de contacto y/o de medios de detección de proximidad de su propiedad, no necesariamente tienen que estar equipados con una placa de control correspondiente. En esta perspectiva, los medios de detección de uno o varios módulos sensorizados sin placa pueden estar conectados directamente con la unidad 15 de control, en la que las funciones de la placa correspondiente se implementarán directamente.

Las figuras 4 y 5 representan, a modo de ejemplo, dos módulos de cubierta sensorizados, correspondientes a los módulos 23 y 24 de las figuras 2 y 3. Tal como se ve en estas figuras es el lado interior de los módulos mencionados anteriormente, es decir, el lado orientado sustancialmente hacia la estructura móvil subyacente del manipulador 1 (en este documento, básicamente, la columna 4, véase la figura 1).

En estas figuras se ve la estructura de soporte o de soporte de carga de los módulos en cuestión, indicada como un conjunto con 40. Como surgirá más claramente a continuación, en las realizaciones preferentes, los módulos de cubierta 20 tienen como un conjunto una estructura en capas, que incluye:

como mínimo, una capa de material rígido o semirrígido, necesaria para otorgar al módulo una forma predefinida deseada;

como mínimo, una capa de material cedente, diseñada para absorber posibles impactos; y preferentemente, como mínimo, una capa de cubierta externa.

En una o varias realizaciones, los módulos sensorizados comprenden una o varias capas activas, correspondientes a los medios de detección provistos, y una o varias capas pasivas, correspondientes a la parte elástica del módulo y a su cubierta exterior. La estructura de soporte de carga 40, que constituye en sí misma una capa del módulo de cubierta, está dispuesta de antemano para soportar las capas activas y pasivas mencionadas anteriormente.

Las estructuras 40 de los módulos se obtienen sustancialmente en forma de cubiertas con el fin de seguir la forma de las partes correspondientes del manipulador 1, es decir, abrazarlo o cubrirlo parcialmente para proporcionar una superficie sustancialmente homogénea para soportar las capas activas y pasivas mencionadas anteriormente, también en cuanto a la cubierta 20 como un conjunto.

Las estructuras 40 tienen una forma preferente para que entre su lado interior y las partes subyacentes del manipulador 1 esté definido un espacio libre, suficiente para alojar, por ejemplo, la electrónica de control de los módulos de cubierta, el cableado correspondiente y los elementos posiblemente sobresalientes de las partes cubiertas del manipulador anteriormente mencionadas, así como posibles elementos para ventilación forzada, por ejemplo, ventiladores. Por supuesto, por estas razones, las estructuras 40 de los diversos módulos de cobertura serán diferenciadas entre sí, según el área del manipulador que se va a recubrir. Para este propósito, la estructura 40, que puede tener un grosor indicativo comprendido entre 2 y 5 mm, preferentemente 2,5 a 3,5 mm, está fabricada, preferentemente, de un polímero termoplástico, por ejemplo, ABS, y por lo tanto puede ser fácilmente moldeada por inyección utilizando un equipo conocido. No obstante, no se excluye del alcance de la invención la utilización de materiales termoendurecibles y/o la formación de las estructuras 40 mediante termoconformado u otras tecnologías conocidas en sí mismas, por ejemplo, impresión en tres dimensiones.

En realizaciones preferentes, la estructura 40, como mínimo, de algunos módulos tienen una forma y un grosor tales como para permitir el abatimiento o la rotura de la misma en el caso de que el módulo de cubierta respectivo está involucrado en un impacto que ocurre con una energía cinética mayor que un umbral de seguridad sustancialmente predefinido. Este umbral se elige, preferentemente, para evitar riesgos graves para la seguridad de un operario humano, en el caso de un impacto con el módulo en cuestión: indicativamente, el umbral en cuestión, que representa una energía de impacto límite, puede estar comprendido entre 100 N•m y 200 N•m, preferentemente aproximadamente 150 N•m. En el caso de que se desee garantizar la máxima protección, por ejemplo, para evitar también posibles lesiones en la cara de un operario, el umbral de seguridad puede estar comprendido entre 60 N•m y 100 N•m.

Haciendo referencia a las figuras 4 y 5, se puede observar cómo, en una o varias realizaciones preferentes, las estructuras 40 están sustancialmente conformadas como una carcasa conformada, definiendo, preferentemente, una corona o cavidad más o menos pronunciada, cuyo lado interior puede estar provisto de nervaduras de refuerzo, algunas de las cuales están indicadas con 41. Las placas de control de los módulos, cuando se consideran, se fijan en el lado interior de una estructura 40 respectiva: en el ejemplo representado, los módulos tanto 23 como 24 están provistos de placas de control respectivas, indicadas con 50 y representadas esquemáticamente. La fijación de las placas 50 a las estructuras 40 puede ocurrir según una técnica conocida, por ejemplo, por medio de elementos roscados, o bien pegando, o proporcionando en el lado interior de las estructuras 40 los soportes o asientos correspondientes para el acoplamiento mediante accionamiento rápido de las placas 50.

Indicado con 51, se encuentra el cableado eléctrico utilizado para la conexión de las placas 50 a los medios de detección del módulo respectivo, que, en el ejemplo considerado, comprende sensores de contacto y sensores de proximidad. Dado que estos medios de detección están posicionados más allá del lado exterior de las estructuras 40 (no visibles en las figuras 4 y 5), estas últimas pueden estar provistas de orificios para el paso del cableado 51.

En diversas realizaciones, la estructura 40 de soporte de carga de la mayoría de los módulos tiene asociados medios de conector mecánico, para conectar mecánicamente, como mínimo, dos módulos de cubierta de manera separable. En realizaciones preferentes, los medios de conector mecánico mencionados anteriormente son del tipo de acoplamiento rápido, por ejemplo, con elementos de acoplamiento de accionamiento rápido.

Tal como se muestra como ejemplo en la figura 4, en realizaciones preferentes, la estructura 40 de un primer módulo, en el ejemplo, el módulo 23, tiene, como mínimo, una superficie o pared periférica 42 diseñada para estar orientada hacia una superficie o pared 42 periférica correspondiente de un segundo módulo adyacente, en el ejemplo, el módulo 24, donde asociados a dichas superficies o paredes orientadas están dispuestos los medios de conector mencionados anteriormente para conexión mecánica, indicados con 45 y 45'. En el ejemplo, los medios de conector 45 son, sustancialmente, de tipo macho, mientras que los medios de conector 45' son, sustancialmente, de tipo hembra. Los conectores mecánicos del tipo mencionado pueden estar dispuestos, asimismo, en módulos sin medios de detección.

En diversas realizaciones, la estructura de soporte de carga 40, como mínimo, de algunos de los módulos tiene asociados medios de conector eléctrico, para conectar eléctricamente dos módulos de cubierta, de manera

separable. En el ejemplo mostrado en la figura 4, los medios de conector eléctrico mencionados anteriormente están indicados con 46 y 47, los medios de conector 46 son, sustancialmente, de tipo macho y los medios de conector 47 son, sustancialmente, de tipo hembra. Preferentemente, y como se muestra como ejemplo en la figura 4, los medios de conector eléctrico 46, 47 están asociados a paredes 42 orientadas entre sí de dos módulos para ser acoplados eléctricamente, en este documento, los módulos 23 y 24, preferentemente además de los medios de conector mecánico 45, 45' pero, posiblemente, también, como una alternativa, a los mismos.

Está claro que la estructura 40 de un módulo, incluso sin medios de detección, puede tener varias superficies o paredes diseñadas para estar orientadas hacia las superficies correspondientes o las paredes de módulos adyacentes, teniendo asociados a ellas estas paredes orientadas entre sí respectivos medios de conector mecánico y/o medios de conector eléctrico: la figura 4 representa, de hecho, el caso en el que la estructura 40 del módulo 24 tiene una superficie o pared 43 (en este caso, en general, transversal u ortogonal a la pared 42 del propio módulo) que está provista de medios de conector mecánico 45, diseñados para ser acoplados con medios de conector mecánico complementarios respectivos dispuestos en la superficie o pared del módulo 26 indicado con 43 en la figura 3. Además, o como alternativa, en las paredes 43 de los módulos 23 y 26 podrían estar dispuestos medios de conector eléctrico del tipo mencionado anteriormente. Obviamente, pueden estar dispuestos, asimismo, varios medios de conector eléctrico, en una misma pared 42 o en varias paredes 42, 43 de un primer módulo, diseñados para acoplamiento separable con medios de conector eléctrico complementarios, dispuestos en las paredes correspondientes de segundos módulos adyacentes a los primeros módulos.

Una vez más en la figura 4, indicado con 52 está dispuesto el cableado para la conexión eléctrica de la placa de control 50 del módulo 24 a los medios de conector eléctrico 46 correspondientes, mientras que indicado con 53 está dispuesto el cableado para la conexión de los medios de conector eléctrico 47 del módulo 23 a la unidad 15 de control de la figura 1 (o bien, tal como ya se mencionó, a un medio de conector eléctrico 46 o 47 de otro módulo, que no está necesariamente sensorizado). Indicado con 54 está dispuesto el cableado para la conexión eléctrica de la placa de control 50 del módulo 23 a la unidad 15 de control de la figura 1 (o bien a un medio de conector eléctrico 46 o 47 de otro módulo, que no está necesariamente sensorizado). La estructura de soporte 40 de los módulos puede tener una forma para definir, en una pared periférica de los mismos, como mínimo, un conducto para guiar el cableado, tal como se muestra, por ejemplo, para el módulo 23 en relación con los conjuntos de cableado 53, 54.

Tal como se desprende de la figura 4, la forma que se asemeja sustancialmente a una carcasa, en general, cóncava o apuntada de las estructuras 40 garantiza un alojamiento efectivo de las placas de control 50 y los conjuntos de cableado 51a 53 correspondientes, estando anclado este último, preferentemente, de manera local, al lado interior de las propias estructuras, por ejemplo, por medio de cintas adhesivas o guías de cable adecuadas.

En la figura 5, los módulos 23 y 24 están representados en una situación acoplada, es decir, con las respectivas paredes 42 de la figura 4 en contacto o adyacentes entre sí, y con los medios de conector mecánico 45, 45' y los medios de conector eléctrico 46, 47 acoplados entre sí. Haciendo referencia a este dibujo, se supone que los extremos de los conjuntos de cableado 53 y 54 están conectados eléctricamente a la unidad 15 de control de la figura 1, con algunos conductores del cableado que son utilizados por la unidad 15 de control para proporcionar el suministro de energía eléctrica necesario, (preferentemente, un suministro de baja tensión) a las placas de control 50, y con otros conductores del cableado mencionados anteriormente que, en cambio, son utilizados por las placas de control 50 para suministrar a la unidad 15 de control las señales que representan detecciones realizadas por los medios de detección, es decir, la detección de contacto o impacto entre el manipulador 1 y un operario humano (u otro cuerpo extraño) y/o la presencia de un operario humano (u otro cuerpo extraño) en la proximidad del propio manipulador.

De este modo, gracias a las conexiones eléctricas independientes, diversos módulos de la cubierta 20, mostrados en este documento, a modo de ejemplo, por los módulos 23 y 24, pueden funcionar de manera independiente uno del otro, incluso en caso de fallo de uno de los módulos. Un enfoque de este tipo permite, evidentemente, diversas configuraciones posibles para la cubierta 20, que pueden comprender módulos sensorizados que cubren, sustancialmente, la totalidad de la estructura móvil del manipulador 1, o bien, solo una parte del mismo que se considera crítica para los propósitos de colaboración con un operario humano, según con la aplicación final del robot.

Asimismo, se apreciará que, de esta manera, la unidad 15 de control también puede estar dispuesta previamente para identificar la placa de control 50 del módulo sensorizado que suministra una de las señales mencionadas que representan contacto o proximidad, con la propia unidad de control que reconoce, de este modo, el módulo en cuestión, correspondiente a la zona del manipulador en la que se ha producido un contacto y/o se ha detectado la proximidad de un operario u otro cuerpo extraño, para llevar a cabo las acciones necesarias.

Por ejemplo, dado que los medios de detección de proximidad están configurados para detectar la presencia de un cuerpo extraño dentro de una distancia máxima comprendida entre 15 y 20 cm, después de una detección realizada a través de dichos medios de detección, la unidad de control puede gobernar una reducción de la velocidad de desplazamiento del manipulador 1 hasta una velocidad considerada segura para un operario humano, por ejemplo, comprendida entre 150 y 250 mm/s.

Se pueden implementar estrategias similares después del contacto causado por un operario humano contra el manipulador. Por ejemplo, supóngase que, después de una reducción de la velocidad causada por una señal previa generada por los medios de detección de proximidad, el operario humano lleva a cabo un desplazamiento inesperado y choca, accidentalmente, contra la superficie de un módulo sensorizado. Después de la consiguiente señal generada por los medios de detección de contacto, la unidad 15 de control puede detener el movimiento del manipulador 1, o bien invertir el sentido del movimiento del mismo. Cabe señalar que el contacto realizado por el operario contra la cubierta sensorizada puede ser, asimismo, voluntario, por ejemplo, cuando el propio operario desea detener el funcionamiento del robot.

El hecho de que la unidad 15 de control pueda identificar el módulo sensorizado del cual provienen las señales de contacto y/o proximidad permitirá, posiblemente, la adopción de estrategias de control destinadas a aumentar la seguridad de un operario humano, en concreto, para coordinar el movimiento de varias partes de la estructura móvil 2. Haciendo referencia, por ejemplo, a la figura 2, supóngase, por ejemplo, que se detecta un contacto por medio del módulo 39, cuando el antebrazo (7, figura 1) del manipulador 1 se encuentra en una posición inclinada hacia abajo. Una posible estrategia de control puede entonces imaginar que la unidad 15 de control conducirá tanto una elevación del antebrazo mencionado como una oscilación simultánea hacia atrás (tal como se ve en la figura 1) del brazo 5. Obviamente, esto es solo un ejemplo no limitativo, dado que las posibles combinaciones de movimientos son innumerables.

Cabe señalar que, en una o varias realizaciones, la unidad 15 de control puede estar configurada, mediante una programación adecuada, para aprovechar los módulos de cubierta sensorizados como una especie de interfaz de usuario, destinada a permitir que el operario humano imparta instrucciones básicas sobre la unidad 15 de control.

Tal como ya se mencionó, un solo contacto con un módulo sensorizado puede considerarse indicativo de una situación que es potencialmente peligrosa para un operario humano, a continuación de la cual se implementan estrategias de seguridad. Por otro lado, por ejemplo, tres contactos en un módulo sensorizado que ocurren en rápida sucesión (que el operario puede realizar incluso solo con el dedo de una mano) pueden indicar el deseo por parte del operario de detener el manipulador temporalmente, sin que el robot tenga que implementar ninguna estrategia de seguridad. A partir de esta situación de detención controlada, una secuencia posterior de contactos en un módulo, por ejemplo, dos o cuatro contactos en rápida sucesión, puede indicar la intención del operario de reiniciar la operación del manipulador.

En diversas realizaciones, módulos adyacentes de la cubierta sensorizada 20 no están provistos de medios de conector mecánico y medios de conector eléctrico del tipo mencionado anteriormente. Este suele ser el caso de los módulos que, aunque bastante cerca uno del otro, cubren partes del manipulador 1 capaces de un movimiento relativo.

Haciendo referencia a la figura 2, se apreciará, por ejemplo, que el módulo 23, por un lado, y el módulo 28 (o 29), por el otro, cubren parcialmente la columna 4 y el brazo 5 del manipulador 1 (véase la figura 1), respectivamente, es decir, partes del manipulador que pueden llevar a cabo desplazamientos relativos. Entre estos módulos 23 y 28 no están dispuestos medios de conector de acoplamiento mutuo, ya sea mecánico o eléctrico. Si es necesario, la conexión eléctrica se puede obtener utilizando cables flexibles que se extienden entre los módulos en cuestión, aprovechando los espacios de alojamiento libres ya mencionados permitidos por la forma de carcasa de las estructuras 40 de los propios módulos; estos espacios también son suficientemente amplios para permitir el movimiento de los cables mencionados, como resultado de los desplazamientos de las partes móviles 4 y 5. Por supuesto, consideraciones de este tipo también se aplican a otros módulos de la cubierta 20 sensorizada, tales como, haciendo referencia una vez más a la figura 2, los módulos 23 o 25 y 29, los módulos 29 y 30, los módulos 38 y 39, por un lado, y los módulos 36 y 37, por el otro o bien, de nuevo los módulos 30, 31, 34, 35, por un lado, y los módulos 36 y 37 por el otro (los módulos 36 y 37 están fijados con respecto al antebrazo 7 y, de este modo, pueden girar con respecto a los módulos 30, 31, 34, 35 que cubren el codo 6 de la figura 1).

Tal como se mencionó anteriormente, en realizaciones preferentes, como mínimo, los módulos sensorizados de la cubierta 20 comprenden una pluralidad de capas activas y capas pasivas soportadas por la estructura de soporte de carga 40.

Representada en la figura 6 simplemente a modo de explicación no limitativa está dispuesta una posible estructura en capas de un módulo sensorizado que, en este caso, se supone que es el módulo 24 de las figuras 4 y 5. En esta figura, la representación del cableado de conexión eléctrica se ha omitido por razones de mayor claridad.

En realizaciones preferentes, asociadas a un lado exterior de la estructura de soporte 40 de un módulo de cubierta está dispuesta una capa de amortiguación, fabricada de material que cede de manera elástica, que está preparada para absorber la energía cinética derivada del impacto contra el módulo en cuestión. Esta capa de amortiguación, indicada con 60 en el ejemplo de la figura 6, puede estar fabricada de una espuma polimérica, por ejemplo, poliuretano expandido. La capa 60 puede tener un grosor de entre 5 y 10 mm, preferentemente, comprendida entre aproximadamente 6 y 8 mm.

Preferentemente, la capa de amortiguación 60 está dispuesta previamente para absorber una energía cinética no superior al umbral de seguridad mencionado anteriormente, correspondiente al abatimiento o al fallo de la estructura de soporte de carga 40. Indicativamente, entonces, y haciendo referencia a lo que se ha mostrado a modo de ejemplo previamente en relación con la estructura 40, la capa de amortiguación 60 puede estar dispuesta previamente, por ejemplo, para absorber el impacto con una energía cinética inferior a 60 Nm, o bien 100 Nm, o bien 150 Nm, o bien 200 Nm, según el grado de seguridad deseado.

En una o varias realizaciones, en la parte superior de la capa de amortiguación 60 de un módulo sensorizado están dispuestos los medios de detección de contacto. En general, los medios de detección de contacto pueden ser de cualquier tipo conocido.

En realizaciones preferentes de la invención, los medios de detección de contacto son de un tipo flexible y están dispuestos para extenderse sobre una zona sustancialmente correspondiente a la de la cara exterior del módulo en cuestión, o a una parte prevalente del mismo. En el ejemplo no limitativo de la figura 6, estos medios de detección de contacto están indicados como un conjunto con C y tienen una estructura formada por capas dispuestas una encima de la otra.

En una o varias realizaciones, los medios de detección de contacto comprenden una capa 62 piezorresistiva, que está dispuesta entre una capa 61 inferior, eléctricamente conductora, y una capa 63 superior, eléctricamente conductora. Preferentemente, la capa 62 piezorresistiva comprende un tejido fabricado de material piezorresistivo o un material convertido en piezorresistivo, por ejemplo, un tejido fabricado de un material aislante sintético (tal como nailon y/o spandex) recubierto con un polímero conductor. Los tejidos piezoeléctricos de este tipo están fabricados, por ejemplo, por Eeonyx Corporation, U.S.A. Las capas 61 y 63 comprenden, preferentemente, un tejido fabricado de un material eléctricamente conductor o un material convertido en eléctricamente conductor tal como, por ejemplo, un tejido metálico. Los tejidos conductores de este tipo están fabricados, por ejemplo, por Texe S.r.l., Italia, con la marca registrada INNTEX.

Las capas o tejidos 61 y 63 son muy delgados (a modo de indicación, el grosor total de las capas 61 y 63 dispuestas una encima de la otra no supera los 5 mm, estando comprendido, preferentemente, entre 2,5 y 3,5 mm) y, por lo tanto, son intrínsecamente flexibles.

En funcionamiento, se aplica una diferencia de potencial entre las capas conductoras 61 y 63, y la resistencia eléctrica de la capa piezorresistiva 62 se mide a través de los componentes dispuestos en la placa de control 50 correspondiente. En presencia de una presión aplicada sobre las capas 61 y 63, la resistencia local de la capa piezorresistiva varía, por ejemplo, disminuye, siendo posible detectar esta variación a través de los componentes mencionados anteriormente de la placa 50.

El contacto entre las dos capas conductoras 61, 63 es una situación concreta que corresponde a una resistencia intermedia de la capa piezoeléctrica de  $0 \Omega$ , tal como para producir una respuesta falsa del sensor C. Por esta razón, en diversas realizaciones, la capa piezorresistiva 62 tiene dimensiones perimetrales mayores que las de las capas conductoras 61 y 63, de tal manera que una porción periférica de la capa 62 sobresale de manera periférica de las capas 61 y 62. Por lo tanto, esta configuración crea la presencia de una especie de marco no sensible, que rodea la parte sensible del sensor: la presencia de la parte periférica que sobresale de la capa 62 evita el contacto directo entre las capas 61, 62 y, por lo tanto, evita los cortocircuitos que darían lugar a respuestas falsas.

En realizaciones preferentes, los medios de detección de contacto de un módulo de cubierta sensorizado están dispuestos entre una capa de cubierta inferior y una capa de cubierta superior, que están fabricadas de un material que cede de manera elástica y eléctricamente aislante. Haciendo referencia al ejemplo no limitativo de la figura 6, indicadas con 64 y 65 están dispuestas las capas de cubierta superior e inferior, respectivamente, entre las cuales están dispuestos los medios de detección C. Las capas 64 y 65 pueden estar fabricadas de espuma polimérica, preferentemente una espuma polimérica de celdas cerradas. Preferentemente, las capas 64 y 65 tienen un grosor de menos de 4 mm, preferentemente, comprendido entre 1,5 y 2,5 mm.

Cuando se aplica un cambio en la cubierta superior 65, por ejemplo, después del impacto entre el módulo de cubierta en cuestión y un operario humano, el material que cede de manera elástica de las capas 64 y 65 sufre una deformación, determinando de este modo una presión sobre las capas 61 a 63 activas, y activando de este modo los medios de detección de contacto C, tal como se ha explicado anteriormente. La estructura interna de la espuma polimérica utilizada para la fabricación de las capas 64 y 65 permite de este modo la transmisión de las fuerzas prácticamente en su totalidad a los medios de detección C dispuestos entre las mismas, absorbiendo solo una modesta cantidad de energía.

Tal como cabe señalar, en el ejemplo de la figura 6, la capa de cubierta inferior 64 está dispuesta sobre la capa de amortiguación 60.

La sensibilidad de los medios de detección C depende, por supuesto, de los diversos aspectos y propiedades de las



capas 61 a 63 elegidas, y de las correspondientes capas de cubierta 64 y 65 (tal como la resistencia eléctrica de la capa o tejido 62 piezoeléctrico, la elasticidad de la capa o tejido 62 y de las capas de tejidos 61, 62, el tipo de material de las capas de cubierta 64, 65, su densidad y compresibilidad, el grosor de las capas de cubierta 64, 65 y la posición de los medios de detección C dentro de la estructura en capas del módulo de cubierta). Para este propósito, la calibración deseada para los medios de detección C puede ser llevada a cabo en la etapa de diseño y sobre la base de ensayos experimentales, según el tipo de implementación elegida (formas, materiales, grosores, etc.).

Se debe considerar que los medios de detección de contacto C del tipo mencionado son adecuados, asimismo, para llevar a cabo las funciones de los sensores de fuerza, considerando que cuanto mayor es la presión ejercida sobre los mismos (es decir, sobre el exterior del módulo de cubierta), más diferente es el valor de la resistencia detectada (por ejemplo, es menor). Sobre esta base, la unidad 15 de control puede estar dispuesta previamente para interpretar un empuje fuerte y prolongado durante algunos segundos (por ejemplo, un tiempo comprendido entre 2 y 3 segundos) como un comando dirigido a obtener el movimiento del manipulador en una dirección opuesta a la de donde proviene el empuje. De esta manera, un operario puede ejercer con su mano un empuje de este tipo sobre un módulo de cubierta sensorizado de 5, con el fin de provocar el desplazamiento del manipulador en el sentido opuesto, siempre que se mantenga el empuje.

Tal como se ha dicho, en una o varias realizaciones, uno o varios módulos sensorizados comprenden medios de detección de proximidad. Cuando un módulo sensorizado comprende tanto el medio de detección de contacto como el medio de detección de proximidad, este último está en una posición más alta que el primero, es decir, en una posición más externa con respecto a la estructura 40, que representa la capa más interior de un módulo de cubierta. En el caso de los módulos sensorizados que incluyen, por el contrario, solo los medios de detección de proximidad, se pueden omitir las capas 61 a 64 y, posiblemente 65, de la figura 6, posiblemente aumentando el grosor de la capa de amortiguación 60 de manera correspondiente.

Los medios de detección de proximidad pueden ser de cualquier tipo conocido, pero también son, preferentemente, de un tipo flexible, y se obtienen de manera que tengan un área superficial sustancialmente correspondiente a la de la cara exterior en cuestión del módulo o a la de una parte prevalente del mismo. En el ejemplo no limitativo de la figura 6, estos medios de detección de proximidad están indicados como un conjunto con P, y tienen una estructura que consiste en capas dispuestas una encima de la otra.

En una o varias realizaciones, los medios de detección de proximidad son de un tipo capacitivo, y comprenden una primera capa y una segunda capa de material eléctricamente conductor, entre las cuales se encuentra, como mínimo, una capa de material eléctricamente aislante. Haciendo referencia al ejemplo no limitativo de la figura 6, indicadas con 66 y 68 están dispuestas las primera y segunda capas conductoras mencionadas anteriormente, mientras que indicada con 67 está dispuesta la capa aislante intermedia mencionada anteriormente, siendo la capa superior 68 la capa sensible para fines de detección de proximidad.

Preferentemente, cada una de las capas conductoras 66 y 68 comprenden un tejido fabricado de un material eléctricamente conductor o un material que se vuelve eléctricamente conductor, por ejemplo, un tejido de poliéster recubierto con cobre y recubierto con níquel. Los tejidos conductores de este tipo son fabricados, por ejemplo, por la compañía 3M, U.S.A. En diversas realizaciones, la capa intermedia está fabricada, preferentemente, de material que cede de manera elástica, por ejemplo, una espuma polimérica, preferentemente una espuma polimérica de celdas cerradas.

Tal como cabe señalar, en el ejemplo de la figura 6, la primera capa 66 eléctricamente conductora está dispuesta encima de la capa de cubierta superior 65.

En una posible realización práctica, los medios de detección de proximidad P comprenden la capa conductora 68, utilizada como sensor capacitivo, que está conectada a un chip de detección capacitivo basado en un circuito LC (tal como el chip FDC2214 fabricado por Texas Instrument Incorporated, U.S.A.), dispuesto en la placa de control 50 para la obtención y el procesamiento de los datos (consúltese la ficha técnica del chip mencionado anteriormente y las notas de aplicación correspondientes). Básicamente, cuando un operario humano (u otro cuerpo extraño) se aproxima a la capa conductora 68, se produce una variación de la capacitancia en el módulo LC y la consiguiente variación de una frecuencia oscilante. La medición de esta variación de frecuencia, realizada por el chip, representa, por lo tanto, la proximidad del operario humano (u otro cuerpo extraño) a la capa 68, es decir, al lado exterior de la cubierta sensorizada. Tal como ya se mencionó, el medio de detección P puede estar configurado de tal manera que la distancia máxima desde la capa 68 dentro de la cual se puede detectar la presencia de un cuerpo extraño está comprendida ente, aproximadamente, 15 y 20 cm.

La capa conductora 66, dispuesta debajo de la capa sensible 68, funciona sustancialmente como pantalla, para evitar detecciones falsas, debido, por ejemplo, a movimientos de objetos que se encuentran más allá del lado interior de la estructura de soporte de carga 40 (considérese un cableado que se desplaza según un movimiento del manipulador), que reduciría la sensibilidad de la capa 68 con respecto al lado opuesto del módulo de cobertura que es lo que realmente interesa. La capa 66 inferior conductora puede ser utilizada como pantalla pasiva o como

pantalla activa, según el tipo de conexión implementada en la placa 50. Tal como se ha dicho, la capa sensible 68 y la capa de pantalla 66 del medio de detección P están separadas una de otra por la capa 67.

5 Finalmente, cada módulo comprende, preferentemente, una capa de cubierta exterior, que puede estar fabricada, por ejemplo, de un tejido técnico o de un cuero sintético. Haciendo referencia al ejemplo no limitativo de la figura 6, la capa de cubierta está indicada con 69. La capa 69 tiene la función, en concreto, de aislar los medios de detección P del exterior del módulo de cubierta, evitando el contacto directo de la capa conductora 68 con personas u objetos.

10 En el caso de módulos sensorizados en los que la capa de cubierta 69 está dispuesta encima de la segunda capa 68 eléctricamente conductora del medio de detección de proximidad P, es preferente que la capa de cubierta mencionada anteriormente esté fabricada de un material eléctricamente aislante. En el caso de los módulos sensorizados que incluyen solo los medios de detección de contacto C, la capa de cubierta 69 estará dispuesta en la parte superior de la capa de cubierta 65 superior que, en sí misma, ya es eléctricamente aislante, o de lo contrario, en ausencia de esta última, en la capa conductora 63. La capa de cubierta 69 puede tener un grosor comprendido entre 0,5 y 1,5 mm, aunque no se descarta un grosor mayor de la misma, siempre que se garantice una flexibilidad o un rendimiento elástico de la misma.

20 En diversas realizaciones, tal como la mostrado a modo de ejemplo en la figura 6, la capa de cubierta 69 se extiende asimismo en los lados periféricos de la estructura constituida por las capas 40, 60 a 68 y está fijada a la estructura de soporte de carga 40, por ejemplo, a su lado interior y/o a las paredes del tipo indicado con 42 y 43 en las figuras 4 y 5. No obstante, esto no constituye una característica esencial. De hecho, la capa de cubierta puede estar formada por una pintura adecuada, preferentemente una pintura no conductora de la electricidad.

25 También, representados esquemáticamente en la figura 6, están la placa de control 50 del módulo 24 mostrada a modo de ejemplo, así como medios para ventilación forzada, indicados con 70, por ejemplo, un ventilador con motor eléctrico.

30 En diversas realizaciones, uno o varios ventiladores 70 pueden estar montados en partes de la estructura del manipulador 1 cubiertos por la cubierta 20, donde estas partes están provistas de soportes adecuados diseñados para ese propósito. Por otro lado, según las realizaciones preferentes, los ventiladores están montados en el interior de la estructura 40 de uno o varios módulos, que no son necesariamente módulos sensorizados. La presencia de estos medios de ventilación forzada favorece la circulación de aire en el interior de la cavidad definida por la cubierta 20, por ejemplo, para facilitar el enfriamiento de los componentes alojados en el interior de la cubierta (tal como las placas 50 o los motores M de las articulaciones del manipulador 1). Para permitir la circulación del aire de refrigeración (es decir, la entrada de aire desde el exterior y la expulsión del aire más caliente hacia el exterior), uno o varios módulos de la cubierta 20 pueden estar provistos de conductos, por ejemplo, en forma de una serie de hendiduras, representados esquemáticamente con trazos en la figura 2.

40 El accionamiento de los medios de ventilación 70 puede ser controlado por la placa de control 50 de un módulo sensorizado (no necesariamente la misma en la que el ventilador está montado). Para este propósito, en realizaciones posibles, dicha placa 50 está provista, ventajosamente, de un sensor de temperatura (por ejemplo, de tipo NTC), para activar los medios de ventilación cuando la temperatura del aire detectada dentro de un área circunscrita por la cubierta 20 alcanza o excede un umbral predefinido.

45 En diversas realizaciones, para los fines de la fabricación de un módulo sensorizado, tal como el módulo 24 de la figura 6, las diversas capas se montan utilizando adhesivos, que están diseñados para mantener las capas adheridas entre sí y evitar cualquier posible deslizamiento de las mismas después de un contacto o impacto.

50 Tal como ya se mencionó, la capa base representada por la estructura de soporte de carga 40 se obtiene en la forma determinada en la etapa de diseño, cuya forma será variable según el área del manipulador a cubrir. La estructura 40 está fabricada, preferentemente, de un material plástico rígido o semirrígido, por medio de moldeo por inyección, sobreconformado u otra técnica adecuada.

55 A continuación, la capa de amortiguación 60 se dispone sobre la estructura de soporte de carga 40 correspondiente y se fija a la misma mediante adhesivo. Para este propósito, la capa 60 está obtenida con una forma y un tamaño tales como para reproducir, como mínimo, los del lado exterior de la estructura de soporte de carga 40, con el fin de cubrirla completamente o de manera prácticamente completa. La capa 60 puede ser cortada, por ejemplo, cortada o rasgada a partir de una lámina del material utilizado. Además, las capas activas 61 a 63 y las capas de cubierta 64 y 65 se obtienen en las formas y tamaños necesarios, por ejemplo, mediante corte o rasgado (tal como se ha dicho, preferentemente la capa piezorresistiva 62 tiene un ancho mayor que las capas conductoras 61 a 63), y luego son pegadas. La capa de cubierta 64 está pegada sobre la capa de amortiguación 60 y las capas 61 a 63 se pegan de manera sucesiva, la capa de cubierta 65 se pega sobre la capa 63. Las capas 61 a 65 están montadas juntas, en el orden mostrado, utilizando, preferentemente, uno o varios pegamentos que tienen una capacidad adhesiva reducida o, en cualquier caso, una capacidad adhesiva menor que la del pegamento o pegamentos utilizados para fijar la capa 60 a la estructura 40, con el objetivo de no alterar la elasticidad de las capas sensibles 61 a 63 pero, al mismo tiempo, obtener un sensor estable. Por supuesto, la aplicación de los pegamentos entre las capas 61 a 63 es tal que

no aisle eléctricamente dichas capas entre sí.

A continuación, también se obtienen las capas activas 66, 68 adicionales y la capa pasiva 67 intermedia correspondiente en las formas y tamaños necesarios para cubrir un área que corresponde sustancialmente a la cara externa del módulo de cubierta o a una parte prevalente del mismo. En cuanto a las capas anteriores, también en este caso es posible utilizar técnicas de corte o rasgado a partir de láminas más grandes de los materiales de partida.

Las capas 66 a 68 se pegan sucesivamente sobre la capa 65, también en este caso, utilizando, preferentemente, pegamentos con características de adhesión reducidas, por las razones explicadas anteriormente en relación con las capas 61 a 65.

Finalmente, se aplica la capa de cubierta 69 exterior, que también puede ser pegada en la estructura subyacente en capas o, tal como se mencionó, ser aplicada en forma de pintura.

La figura 7 es una ilustración esquemática de un posible modo de conexión de algunos módulos sensorizados, tales como, por ejemplo, los módulos 23 y 24 de las figuras 4 y 5 y los módulos 28 y 29 de figura 2. Tal como ya se mencionó, en las realizaciones de este tipo, están dispuestos conjuntos de cableado 53, 54 que conectan las placas de control 50 de los diversos módulos a la unidad 15 de control, donde estos conjuntos de cableado incluyen conductores para transportar la fuente de alimentación eléctrica desde la unidad 15 a las placas 20 y para transportar desde las placas 50 a la unidad 15 las señales que representan detecciones realizadas por los medios de detección C y/o P, aprovechando el cableado 53 la presencia del cableado 52 y de los medios de conector eléctrico 46 y 47 de los módulos acoplados.

Por supuesto, las configuraciones de la conexión eléctrica de los módulos de cobertura a la unidad 15 de control pueden ser múltiples según el enfoque de diseño adoptado. Por ejemplo, la figura 8 es una ilustración esquemática del caso ya mencionado de los módulos, mostrados en el presente documento a modo de ejemplo mediante los módulos 23 y 28, asociados a las estructuras portadoras de carga, de los cuales dos son placas de control 50, una en comunicación de señal con los medios de detección C y/o P del módulo correspondiente 23 o 28, y la otra a la que se conectan conjuntos de cableado 51' para la conexión a los medios de detección C y/o P de los módulos 24 y 29 adyacentes, respectivamente. En este caso, los medios de conector eléctrico 46 y 47 son aprovechados para conectar entre sí los conjuntos de cableado 51' dispuestos en los módulos 23 y 28 a los conjuntos de cableado 51 dispuestos en los módulos 24 y 29.

La figura 9 muestra a modo de ejemplo, por el contrario, el caso de las placas 50' dispuestas previamente para la conexión a una pluralidad de medios de detección C y/o medios de detección P. En el ejemplo, las placas 50' están asociadas a las estructuras portadoras de carga de los módulos 23 y 28, y están conectadas ambas a los sensores respectivos C y/o P por medio de los conjuntos de cableado 51, y a los sensores C y/o P de los módulos 24 y 29 por medio de los conjuntos de cableado 51' en los módulos 23 y 28 y los conjuntos de cableado 51 en los módulos 24 y 29. Asimismo, en este caso, los medios de conector eléctrico 46 y 47 de los módulos adyacentes 23 y 24 y 28 y 29 son aprovechados para conectar entre sí los conjuntos de cableado 51' y los conjuntos de cableado 51 de los módulos acoplados entre sí. En soluciones de este tipo, están dispuestos conjuntos de cableado 54' que se extienden solo entre la unidad 15 y los módulos 23, 28 (es decir, las placas correspondientes 50') para el suministro eléctrico y para transportar las señales generadas por medio de los medios de detección C y/o P de todos los módulos representados.

La figura 10 muestra a modo de ejemplo el caso de una conexión en serie entre las placas 50 de diversos módulos sensorizados y la unidad 15 de control, sustancialmente según una arquitectura de conexión en cadena. En este caso, está dispuesto, sustancialmente, un cableado 55, que comprende conductores para transportar el suministro de energía eléctrica a las tarjetas 50 de los diversos módulos 23, 24, 28, 29 y conductores para transportar los datos que representan las detecciones realizadas por medio de los sensores C y/o P de los diversos módulos conectados. Las placas 50 pueden incluir, convenientemente nodos de comunicación respectivos para la transmisión de los datos mencionados anteriormente, según un protocolo estándar o propietario adecuado.

En el caso mostrado a modo de ejemplo, el cableado 55 está dividido en longitudes, algunas de las cuales están presentes en los diversos módulos, entre cada placa y sus respectivos medios de conector eléctrico 46 o 47, así como segundas longitudes para conectar entre sí módulos no adyacentes o, en cualquier caso, módulos no provistos de medios de conector de acoplamiento mutuo (tales como los módulos 24 y 28). Estas segundas longitudes pueden estar convenientemente equipadas, en los extremos de las mismas, con medios de conector eléctrico 46', 47' complementarios a los medios de conector eléctrico 46 y 47 de los módulos a conectar. Por lo tanto, cabe señalar que, en una o varias realizaciones, los módulos pueden estar provistos también de una pluralidad de medios de conector eléctrico 46, 47.

La figura 10 muestra, asimismo, el caso de módulos, tales como el módulo indicado con 21, que, aunque no provistos de sensores C y/o P, en cualquier caso, están equipados con medios de conector eléctrico.

Cabe señalar que, en diversas realizaciones, la configuración de la red utilizada para conectar entre sí la unidad 15 de control y una pluralidad de módulos puede ser diferente de la mostrada a modo de ejemplo en la figura 10, por ejemplo, utilizando una arquitectura de bus, una arquitectura de anillo, una arquitectura de estrella, etc.

Cabe señalar que, en realizaciones con una conexión en serie del tipo mostrado a modo de ejemplo en la figura 10, la eliminación de un módulo que determina la separación entre dos medios de conector 46 y 47 provoca la interrupción de las funciones de detección de toda la cubierta 20. Esto puede ser conveniente en algunas aplicaciones, por razones de seguridad. En otras aplicaciones, por el contrario, se pueden utilizar otras arquitecturas de conexión, por ejemplo, una arquitectura de bus o una arquitectura en estrella (sustancialmente, como en las figuras 7 a 9), para garantizar el funcionamiento de la cubierta también en caso de eliminación de uno o varios módulos provistos de medios de conector eléctrico.

En la figura 11 se muestra a modo de ejemplo un caso similar al de la figura 10, es decir, de placas de control 50' configuradas para gestionar las señales de los medios de detección C y/o P correspondientes a una serie de módulos que son diferentes pero están interconectados a través de los medios de conector eléctrico 46 y 47. Estas placas 50' están equipadas, adicionalmente, con un módulo de comunicación inalámbrico, indicado con W<sub>1</sub>, para la transmisión en radiofrecuencia, como mínimo, de las señales correspondientes a las detecciones realizadas por los medios de detección conectados. Para este propósito, la unidad 15 de control está equipada con el correspondiente módulo de comunicación inalámbrica W<sub>2</sub>.

Para los propósitos de la transmisión inalámbrica de datos, se puede utilizar el estándar de comunicación que se considere más conveniente para la aplicación (WiFi, Bluetooth, ZigBee, etc.). Del mismo modo, la transmisión de datos se puede realizar según un protocolo estándar o propietario adecuado. Los conjuntos de cableado 56 entre la unidad 15 de control y los módulos 23, 28 se utilizarán para el suministro eléctrico de las placas de control 50' con los módulos de comunicación W<sub>1</sub> asociados, que, si es necesario, también pueden ser de un tipo que sea capaz de gestionar una comunicación bidireccional.

Obviamente, la implementación de la comunicación inalámbrica de datos también puede ser aplicada a los casos mostrados a modo de ejemplo en las figuras 7 y 8, en cuyo caso los conjuntos de cableado 53 y 54 pueden incluir solo conductores para el suministro eléctrico de las placas 50.

Los conceptos expuestos anteriormente con respecto a la construcción, accionamiento y conexión de los módulos de una cubierta sensorizada son aplicables a dispositivos automatizados que tienen una o varias partes móviles que pueden, incluso, ser diferentes de un manipulador de un robot industrial.

Por ejemplo, una cubierta sensorizada del tipo descrito anteriormente, aunque obtenida con módulos que tienen formas diferentes de las representadas en las figuras 2 a 5, puede ser utilizada, ventajosamente, para la cobertura parcial de herramientas de robot o efectores finales. Un caso de este tipo se muestra a modo de ejemplo en la figura 12, en la que, indicada como un conjunto con 100 está dispuesta una herramienta de sujeción, cuya estructura de soporte 101 incluye una parte de fijación preestablecida, según técnicas conocidas en sí mismas, para la conexión mecánica y, posiblemente, la conexión de potencia (de tipo eléctrico, neumático o hidráulico) al reborde 9 del manipulador 1 de las figuras 1 a 3. Asociados a la estructura 101 están dispuestos medios de accionamiento adecuados, tales como uno o varios cilindros neumáticos 102 que pueden ser controlados para abrir y cerrar elementos o mordazas, uno de los cuales es visible en la figura 13 y se indica con 103, para recoger una pieza de trabajo para mecanizar o manipular.

Tal como se puede observar, en el ejemplo esquemático mostrado, asociados a la estructura 101 están dispuestos una pluralidad de módulos de cubierta 110, 111 y 112, 113, que proporcionan dos cubiertas sensorizadas 120 para diferentes áreas de la herramienta 100. En concreto, los módulos 110 y 111 están diseñados para rodear una porción superior de la herramienta 100, más cerca de la porción para su fijación al reborde del manipulador, mientras que los módulos 112 y 113 están diseñados para rodear una porción inferior de la herramienta 100, móvil, dentro de la cual están los elementos de recogida 103 mencionados anteriormente.

En la figura 13, se ha omitido la representación del módulo 111, mientras que el módulo 113 se representa en una situación separada del módulo 112. Los módulos 110 a 111 y 112 y 113 están provistos de los medios de conector eléctrico respectivos, que pueden ser acoplados entre sí en la situación montada de los dos módulos en cuestión, siendo parcialmente visibles en la figura 13 solo los conectores 46 y 47 de los módulos 112-113. Estos medios de conector eléctrico pueden estar configurados, asimismo, para cumplir la función de conexión mecánica entre los dos módulos (y esto se puede aplicar, en principio, también, como mínimo, a algunos de los módulos descritos haciendo referencia a las figuras 1a 5). En cualquier caso, en las realizaciones del tipo mostrado a modo de ejemplo en las figuras 13 y 14, los módulos 110 a 111 y 112 a 113 pueden estar provistos de respectivos medios de conector mecánico liberables, en concreto medios de acoplamiento rápido, de cualquier concepción conocida y adecuados para la aplicación dada.

En diversas realizaciones, está dispuesta una herramienta de robot u otro efector final, cuya estructura está cubierta, como mínimo, en parte por una cubierta sensorizada del tipo descrito en este documento, para su utilización en

colaboración estricta con un operario humano, e incluye para este propósito, un dispositivo de guía manual.

Por ejemplo, las figuras 12 y 13 muestran a modo de ejemplo una realización en la que dicho dispositivo de guía incluye una pluralidad de empuñaduras 115, en cada una de las cuales el operario puede ejercer una fuerza (empuje, tracción, elevación, descenso) en una determinada dirección para conseguir que el manipulador 1 realice los movimientos correspondientes necesarios para la ejecución del proceso. Asociado a las empuñaduras 115 está dispuesto un sensor de fuerza, que está conectado en comunicación de señal a la unidad 15 de control (en modo cableado o inalámbrico) para permitir que este último reconozca la dirección de desplazamiento deseada por el operario. Asociado preferentemente a cada mando 115 está dispuesto un botón empujador correspondiente para controlar la conmutación de los elementos de recogida 103 entre las posiciones de apertura y cierre respectivas.

En el caso mostrado a modo de ejemplo, están dispuestas cuatro empuñaduras 115 en cuatro lados diferentes de la herramienta 100, para permitir que el operario humano elija cada vez la empuñadura que se considere más conveniente para llevar a cabo una operación que se ejecutará en colaboración con el robot.

En las figuras 14 y 15 se muestra a modo de ejemplo una herramienta diferente o un efector final, indicado en su conjunto con 200, en concreto una herramienta de rectificado o pulido. Asimismo, en este caso, la estructura de soporte de carga 201 de la herramienta 200 incluye una parte de fijación dispuesta previamente para la conexión al reborde 9 del manipulador 1 de las figuras 1 a 3. Asociados a la estructura 201 están dispuestos medios de accionamiento adecuados, tales como un motor eléctrico 202 que puede ser controlado para generar la rotación de un disco 203 para raspar o pulir una pieza de trabajo que está siendo mecanizada.

En el ejemplo esquemático mostrado en la figura 14, asociados a la estructura 201 están dispuestos dos módulos de cubierta 210, 211 destinados a proporcionar una cubierta sensorizada 220 que rodea predominantemente la estructura 201, dejando el disco de mecanizado 203 expuesto. En la figura 15, donde se ha omitido la representación del módulo 210, se puede apreciar cómo, también en este caso, los módulos 210 y 211 están provistos de los respectivos medios de conector eléctrico (en este caso, solo se ve el conector 47 asociado a la estructura de soporte de carga del módulo), que pueden ser acoplados entre sí en la situación montada de los dos módulos en cuestión. Por lo demás, aplique las consideraciones ya expuestas en relación con la herramienta 100 de las figuras 12 y 13.

En el caso mostrado a modo de ejemplo, también la herramienta 200 está provista de un dispositivo de guía manual que, en este caso, incluye dos asas, en general, paralelas, asociadas a un sensor de fuerza en comunicación de señal con la unidad de control del robot, para permitir al operario provocar desplazamientos del manipulador, y por lo tanto de la herramienta 200, en la dirección de trabajo deseada. Asimismo, en este caso, las empuñaduras tienen cada una un botón empujador correspondiente para controlar la rotación del motor 102.

La cubierta sensorizada según la invención también puede ser aplicada a dispositivos para el movimiento de componentes a procesar. Un ejemplo en este sentido se muestra esquemáticamente en la figura 16, en la que se indica en su totalidad con 300 un vehículo con accionamiento automático, por ejemplo, del tipo conocido como AGV (Vehículo guiado automatizado – Automated Guided Vehicle, en inglés), para el transporte de una pieza genérica K en un almacén de fabricación. Asociadas a la estructura de soporte de carga 301 del vehículo 300 están dispuestas las ruedas 302, algunas de las cuales son accionadas en rotación a través de un motor adecuado, preferentemente un motor eléctrico (no visible). La estructura 301 soporta, además, un sistema de control 303 del vehículo, que comprende, por ejemplo, una unidad de control y una interfaz de usuario para establecer parámetros de funcionamiento, según técnicas conocidas en sí mismas. Según la invención, la estructura 301 está equipada con una cubierta sensorizada, indicada en su conjunto con 320, conectada eléctricamente a la unidad de control mencionada anteriormente. En el ejemplo están dispuestos una pluralidad de módulos de cubierta 321 a 328, preferentemente pero no necesariamente todos sensorizados, conformados de tal manera que, en su situación montada, rodeen la estructura 301 sustancialmente de manera completa. Preferentemente, la parte superior de la estructura 301 se mantiene, por el contrario, expuesta, para soportar sobre ella la pieza de trabajo K a transportar. Asimismo, en este tipo de implementaciones, se aplican los principios descritos anteriormente y, por lo tanto, por ejemplo, se proporcionan, como mínimo, en algunos de los módulos 321 a 328 medios de detección de contacto y/o medios de detección de proximidad, y medios de conector eléctrico y, posiblemente, medios de conector mecánico, para la interconexión eléctrica y posiblemente mecánica, respectivamente, de varios módulos adyacentes, y así sucesivamente.

Los módulos mostrados haciendo referencia a las figuras 12 a 16 pueden ser obtenidos como los módulos descritos haciendo referencia a las figuras 1 a 11 citadas anteriormente.

Por supuesto, se puede aplicar, asimismo, a otros tipos de dispositivos automatizados utilizados en la fabricación industrial y se puede distinguir por la presencia de una o varias partes sujetas a movimiento en zonas potencialmente próximas a un operario humano, tales como mesas giratorias y toboganes.

Las características de la presente invención aparecen claramente a partir de la descripción anterior, al igual que las ventajas que ofrece.

La naturaleza modular de la cubierta sensorizada descrita, con la posibilidad de interconexión eléctrica y, preferentemente, también interconexión mecánica, entre los diversos módulos, permite obtener múltiples configuraciones, con la posibilidad de detectar sustancialmente la estructura móvil completa de un dispositivo automatizado o solo una parte de la misma, según el tipo de aplicación.

La solución permite la conveniente instalación de los módulos de cubierta y su extracción igualmente conveniente en caso de necesidad. A esto se añade la ventaja de que, en diversas realizaciones, las modalidades de interconexión eléctrica entre los diversos módulos permiten la operación de las mismas de manera independiente una de la otra.

La presencia de una estructura de soporte de carga permite la definición de la forma de los módulos individuales según la aplicación, con la posibilidad de proporcionar cubiertas sensorizadas para diversos tipos de dispositivos automatizados. La naturaleza en forma de concha de las estructuras de carga de los módulos permite la definición de espacios útiles, que pueden alojar partes eléctricas/electrónicas del sistema de cobertura y partes del dispositivo automatizado y, además, puede ser aprovechada con fines de ventilación.

La presencia del medio de detección integrado, como mínimo, en algunos de los módulos de cubierta permite la detección del contacto de cuerpos extraños a la propia cubierta, o la proximidad a la misma, así como la identificación de la zona de la cubierta involucrada en el contacto con el cuerpo extraño o en la aproximación a este último, con la posibilidad de emprender acciones correctivas consiguientes. Los medios de detección, en concreto los medios de detección de contacto, pueden ser aprovechados ventajosamente para proporcionar comandos al sistema de control que supervisa el funcionamiento del dispositivo automatizado.

Asimismo, las funciones de seguridad pasiva están garantizadas gracias a la presencia de capas que ceden de manera elástica, que pueden absorber el impacto, así como a la capacidad de abatimiento de las estructuras de carga de los módulos en caso de impacto importante.

Resulta claro que un experto en la materia puede hacer numerosas variaciones al dispositivo automatizado y a la cubierta sensorizada descrita a modo de ejemplo, sin apartarse del alcance de la invención tal como está definida en las reivindicaciones siguientes.

La invención puede ser aplicada en robots industriales de diferente tamaño y cargas y, por lo tanto, robots para cargas modestas (por ejemplo, solo unos pocos kilogramos) y robots para cargas altas (por ejemplo, cientos de kilogramos), así como en robots de un tipo diferente a los antropomórficos mostrados a modo de ejemplo en este documento, por ejemplo, robots que tienen una configuración cartesiana, una configuración cilíndrica, una configuración polar, una configuración de SCARA (Brazo de robot de montaje de cumplimiento selectivo), etc.

Las diversas capas pasivas mencionadas anteriormente, por ejemplo, la capa de amortiguación 60, a su vez pueden estar constituidas por una serie de capas de material dispuestas una encima de la otra y fijadas una con respecto a la otra, por ejemplo, mediante pegado.

## REIVINDICACIONES

1. Dispositivo automatizado (1, 15; 100; 200; 300), en concreto, un robot, que comprende:

- 5 - una estructura móvil (4 a 8; 103; 203; 301);
- medios de accionamiento (M; 102; 202), para provocar desplazamientos de la estructura móvil (4 a 8; 103; 203; 301);
- un sistema de control, que incluye una unidad de control (15; 303) y es capaz de controlar los medios de accionamiento (M; 102; 202);
- 10 - una cubierta sensorizada (20; 120; 220; 320), que cubre, como mínimo, una parte de la estructura móvil (4 a 8; 103; 203; 301) e integra medios de detección (C, P) que incluyen, como mínimo, uno de medios de detección de contacto (C) y medios de detección de proximidad (P);

en el que la cubierta sensorizada (20; 120; 220; 320) comprende una pluralidad de módulos de cubierta (21 a 39; 110 a 113; 201 a 2011; 321 a 328), teniendo cada uno una estructura (40) de soporte de carga respectiva de una forma predefinida, asociada a la cual está dispuesta, como mínimo, una capa de material que cede de manera elástica (60, 64, 65, 67),

en el que la pluralidad de módulos de cobertura (21 a 39; 110 a 113; 201 a 2011; 321 a 328) comprenden uno o varios módulos de cobertura sensorizados (23, 24, 28, 29), que incluyen dichos medios de detección (C, P) respectivos,

**caracterizado por que** la estructura (40) de soporte de carga, como mínimo, de algunos de los módulos de cubierta (21 a 39; 110 a 113; 201 a 2011; 321 a 328) están asociados a los medios de conector eléctrico (46, 47), para permitir la interconexión eléctrica de manera separable, como mínimo, de dos módulos de cubierta diferentes (23, 24, 28, 29) adyacentes entre sí.

2. Dispositivo automatizado, según la reivindicación 1, en el que la estructura de (40) soporte de carga, como mínimo, de algunos de los módulos de cubierta (21 a 39; 110 a 113; 201 a 2011; 321 a 328) tienen asociados a ellos medios de conector mecánico (45, 45'), para permitir la interconexión mecánica de una manera separable, como mínimo, de dos módulos de cobertura diferentes (23, 24) adyacentes entre sí.

3. Dispositivo automatizado, según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que los medios de conector eléctrico (46, 47) o, respectivamente, los medios de conector mecánico (45, 45'), son medios de conector de acoplamiento rápido.

4. Dispositivo automatizado, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que los medios de detección (C, P) de un módulo de cubierta sensorizado (23, 24, 28, 29) comprenden medios de detección de contacto (C) respectivos y medios de detección de proximidad (P) respectivos, en concreto conectados eléctricamente a una placa de control (50; 50') correspondiente.

5. Dispositivo automatizado, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que:

- la cubierta sensorizada (20; 120; 220; 320) comprende una pluralidad de módulos de cubierta sensorizada (23, 24, 28, 29), que están conectados en comunicación de señal con la unidad de control (15) y pueden suministrar señales o datos que representan, como mínimo, uno de:

- un contacto entre el dispositivo automatizado y un cuerpo extraño; y

- una presencia de un cuerpo extraño dentro de una distancia sustancialmente predeterminada con respecto al dispositivo automatizado,

- la unidad de control (15) puede identificar el módulo de cubierta sensorizado de dicha pluralidad (23, 24, 28, 29) que suministra dichas señales o datos.

6. Dispositivo automatizado, según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que la estructura de (40) soporte de carga de un primer módulo de cubierta (23) tiene, como mínimo, una superficie o pared (42, 43) orientada hacia una superficie o pared (42, 43) correspondiente de un segundo módulo de cubierta (24) adyacente, estando asociados los medios de conector eléctrico (46, 47) respectivos y/o los medios de conector mecánico (45, 45') respectivos a la superficie o pared del primer módulo de cubierta (23) y a la superficie o pared del segundo módulo de cubierta (24).

7. Dispositivo automatizado, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que uno o varios módulos de cobertura (23, 24, 28, 29) tienen, como mínimo, una placa de control (50; 50') asociada a la estructura (40) de soporte de carga correspondiente, que está conectado en comunicación de señal con la unidad de control (15) y al que los medios de detección (C, P) de un módulo de cubierta (23, 24, 28, 29) sensorizado correspondiente están conectados eléctricamente.

8. Dispositivo automatizado, según la reivindicación 7, en el que la placa de control (50; 50') está asociada a un lado interior de la estructura (40) de soporte de carga del módulo de cubierta (23, 24, 28, 29) correspondiente.

9. dispositivo automatizado, según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la estructura de (40) soporte de carga es una estructura dispuesta previamente para abatirse o romperse después de un impacto en el módulo de cobertura correspondiente que se produce con una energía cinética mayor que un umbral de seguridad predefinido, estando comprendido el umbral de seguridad predefinido, preferentemente, entre 60 Nm y 200 Nm.

10. Dispositivo automatizado, según la reivindicación 9, en el que, asociada a un lado exterior de la estructura (40) de soporte de carga, está dispuesta una capa de amortiguación (60) formada de un material que cede de manera elástica, estando dispuesta previamente la capa de amortiguación para absorber energía cinética en caso de impactos en el propio módulo con una energía cinética inferior a dicho umbral de seguridad predefinido, estando formada, preferentemente, la capa de amortiguación (60) de una espuma polimérica, de manera muy preferente, poliuretano expandido.

11. Dispositivo automatizado, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que una pluralidad de capas activas (61 a 63, 66, 68) y una pluralidad de capas pasivas (60, 64, 65, 67) están asociadas a la estructura (40) de soporte de carga de un módulo de cubierta (24) sensorizado.

12. Dispositivo automatizado, según la reivindicación 11, en el que las capas activas comprenden, como mínimo, una de:

- una capa (62) piezorresistiva dispuesta entre una capa inferior (61) eléctricamente conductora y una capa superior (63) eléctricamente conductora, perteneciendo dichas capas a un sensor de contacto piezorresistivo, en el que, preferentemente, la capa piezorresistiva comprende una tela piezorresistiva y las capas superior e inferior eléctricamente conductoras comprenden tejidos eléctricamente conductores;

- una primera capa (66) eléctricamente conductora y una segunda capa (68) eléctricamente conductora, entre las que se encuentra una capa intermedia de material eléctricamente aislante (67), perteneciendo dichas capas a un sensor de proximidad capacitivo, en el que, preferentemente, las primera y segunda capas (66, 68) eléctricamente conductoras comprenden tejidos eléctricamente conductores respectivos, y la capa intermedia (67) comprende un material que cede de manera elástica.

13. Dispositivo automatizado, según la reivindicación 11 o la reivindicación 12, en el que las capas activas (61 a 63, 66, 68) tienen un área superficial sustancialmente correspondiente al área de una cara exterior del correspondiente módulo de cubierta (23, 24, 28, 29) sensorizado o de una parte prevalente del mismo.

14. Dispositivo automatizado según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en el que la estructura (40) de soporte de carga tiene la forma de una concha cóncava o sustancialmente redondeada, para definir un espacio libre entre un lado interior de la misma y una parte subyacente de la estructura móvil del dispositivo automatizado, en concreto para componentes de la carcasa (50; 50'; 70) y/o para la definición de conductos de ventilación.

15. Una cubierta (20; 120; 220; 320) sensorizada preestablecida para cubrir, como mínimo, parte de una estructura móvil (4 a 8; 103; 203; 301) de un dispositivo automatizado (1, 15; 100; 200; 300),

en el que la cubierta (20; 120; 220; 320) sensorizada integra medios de detección (C, P) que incluyen, como mínimo, uno de los medios de detección de contacto (C) y medios de detección de proximidad (P),

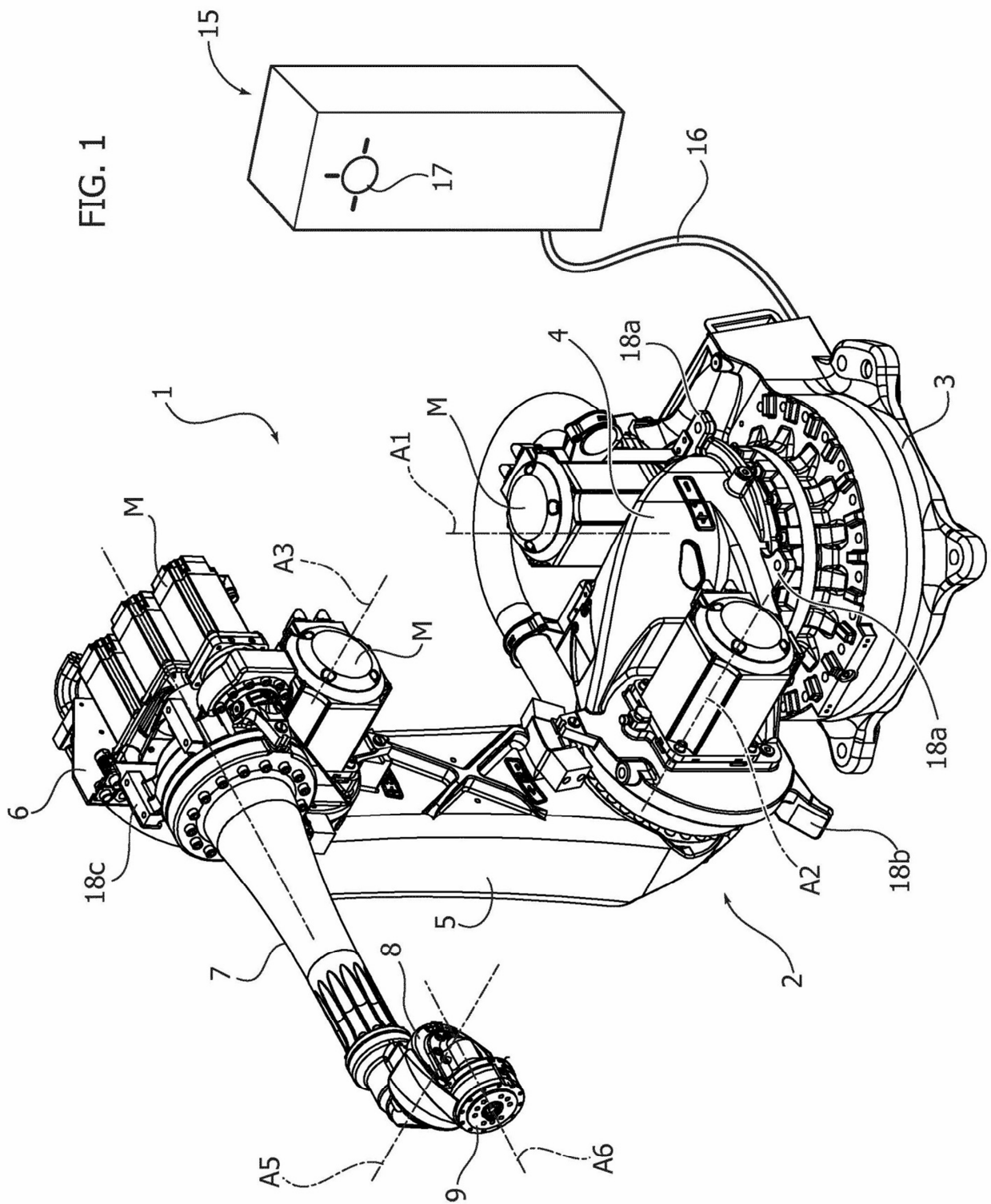
en el que la cubierta (20; 120; 220; 320) sensorizada comprende una pluralidad de módulos de cubierta (21 a 39; 110 a 113; 201 a 2011; 321 a 328), cada uno con una estructura de soporte de carga respectiva de una forma (40) predefinida, asociada a la cual existe, como mínimo, una capa de material que cede de manera elástica (60, 64, 65, 67), **caracterizado por que:**

- los módulos de cubierta (21 a 39; 110 a 113; 201 a 2011; 321 a 328) se pueden acoplar mutuamente de manera separable,

- la estructura (40) de soporte de carga de cada módulo de cubierta (21 a 39; 110 a 113; 201 a 2011; 321 a 328) tiene asociada a ella, como mínimo, uno de los medios de conector eléctrico (46, 47), para permitir la interconexión eléctrica de una manera separable, como mínimo, a dos módulos de cubierta (23, 24, 28, 29) diferentes de dicha pluralidad adyacentes entre sí, y medios de conector mecánico (45, 45'), para permitir la interconexión mecánica de manera separable de, como mínimo, dos módulos de cubierta diferentes (23, 24) de dicha pluralidad que son adyacentes entre sí, y

- los medios de conector eléctrico (46, 47) y/o los medios de conector mecánico (45, 45') están asociados a dos superficies orientadas una hacia otra o a paredes (42) de dichos dos módulos de cubierta diferentes que se interconectarán de manera separable, teniendo la estructura (40) de soporte de carga de uno de dichos dos módulos de cubierta diferentes (23, 24) una superficie o pared (43) que está provista de medios de conector eléctrico (46), respectivamente, medios de conector mecánico (45), diseñados para ser acoplados con medios de conector eléctrico (46) complementarios, respectivamente, medios de conector mecánico (45'), dispuestos en la otra de dichas dos superficies orientadas una hacia otra o a paredes (43) de la estructura de soporte de carga (49) del otro de dichos dos módulos de cubierta (23, 24) diferentes.





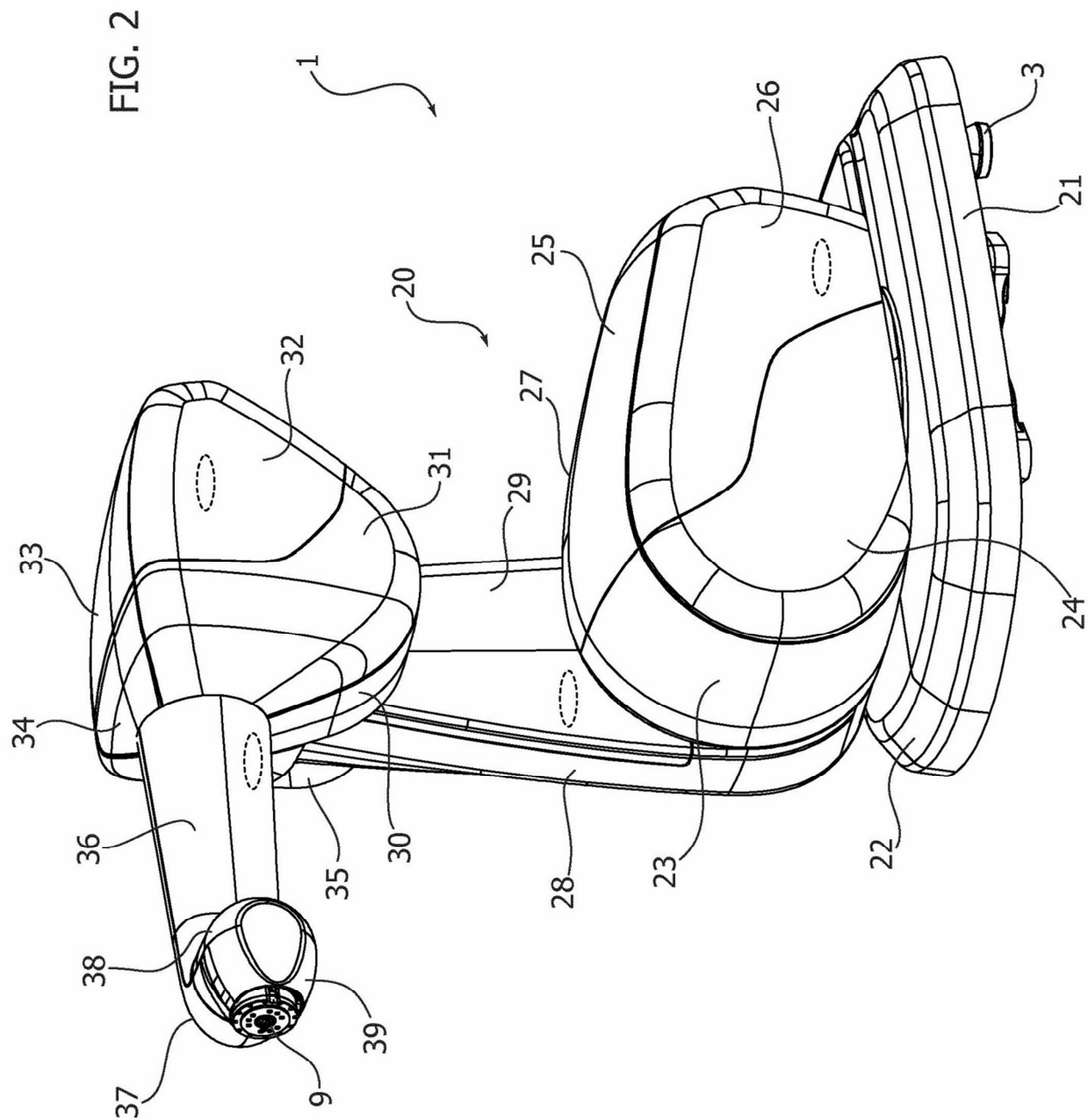
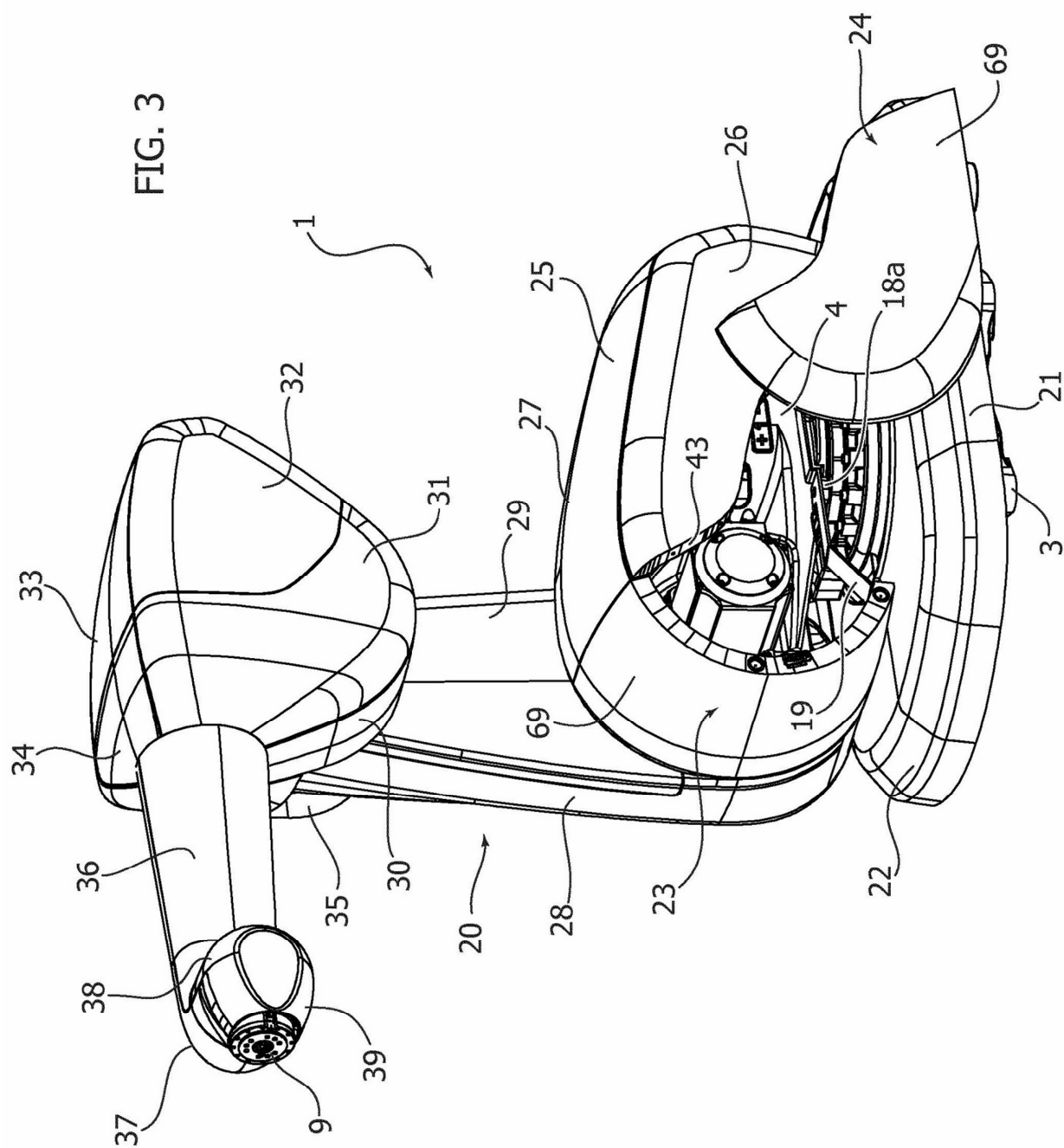
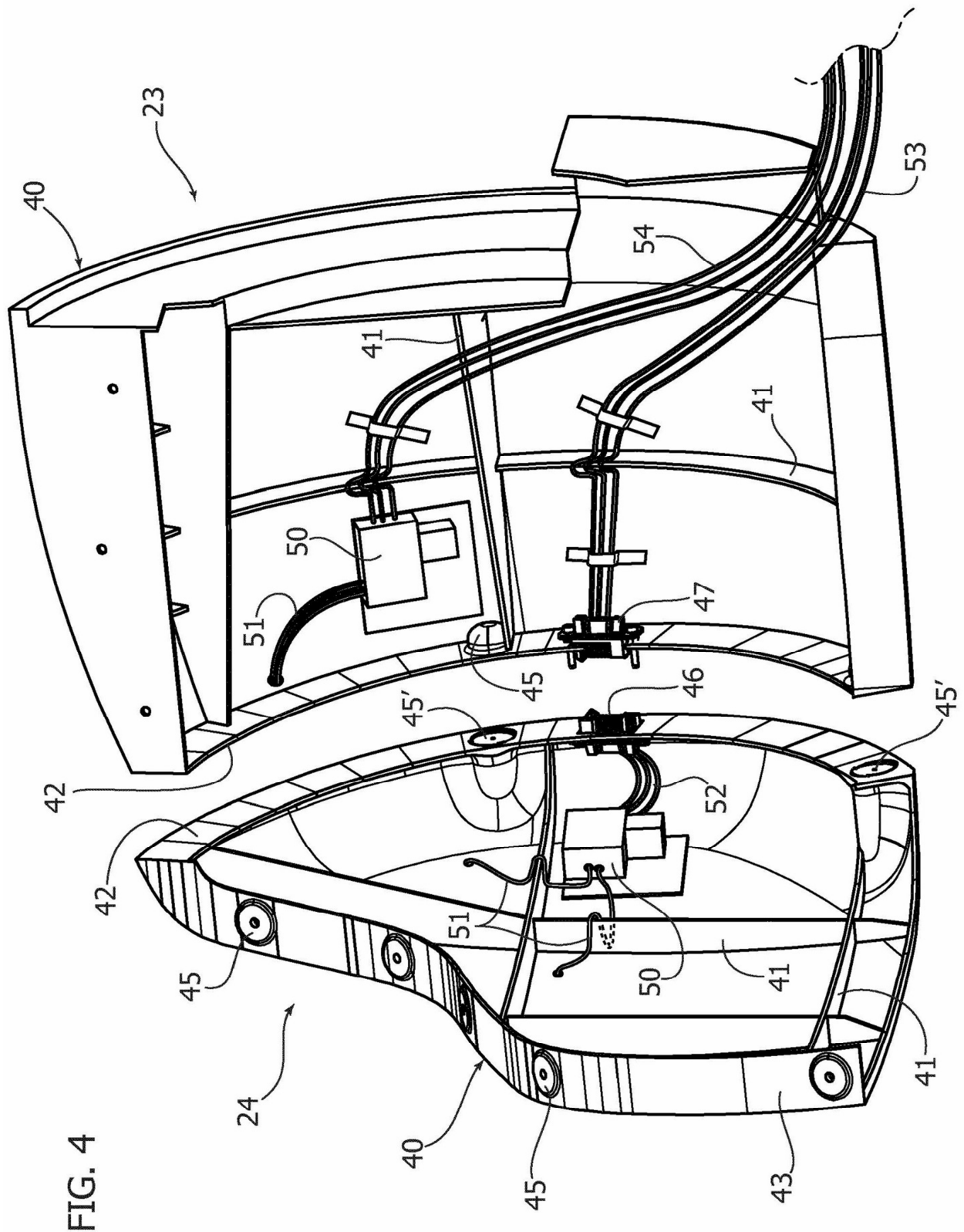


FIG. 3





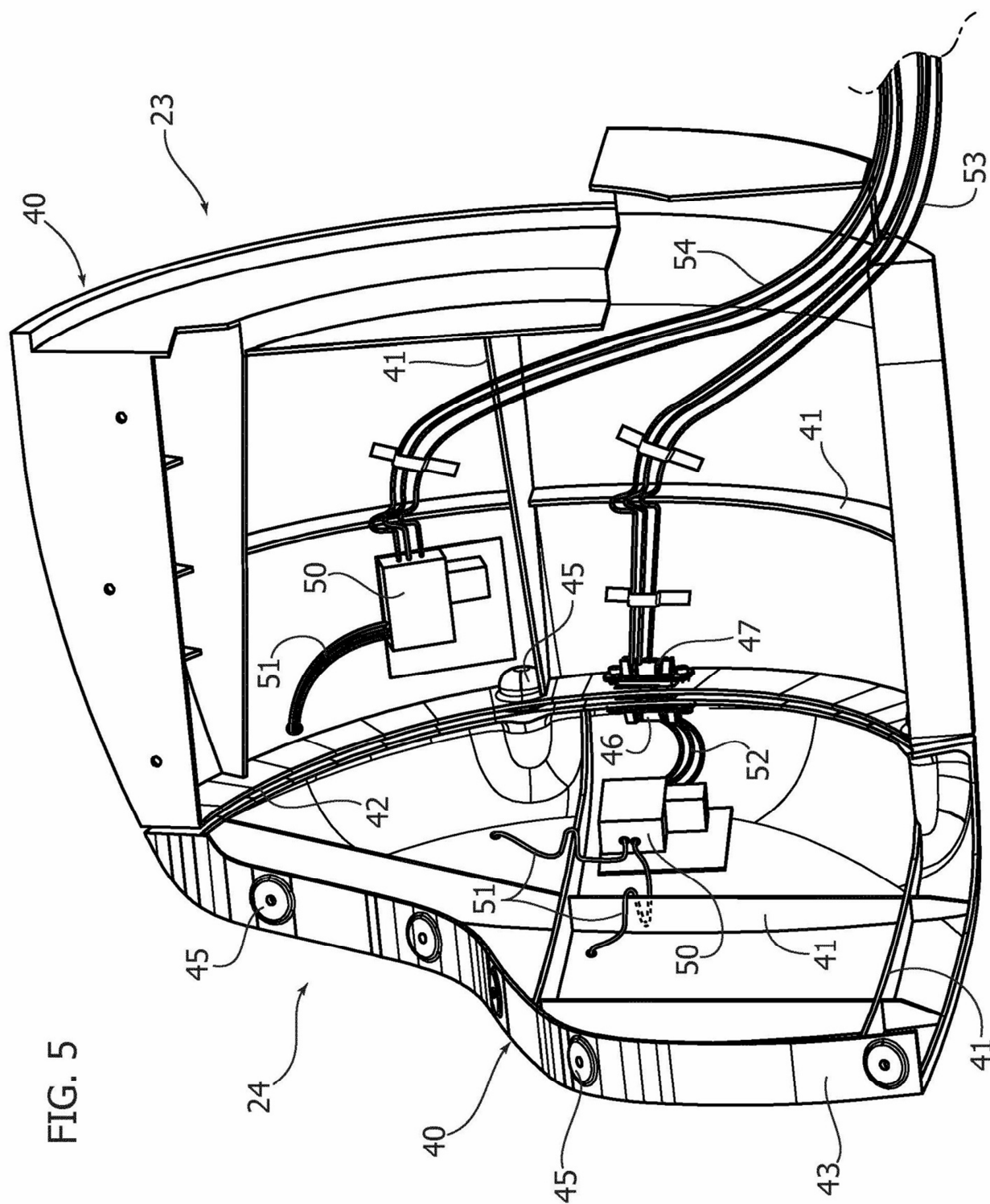
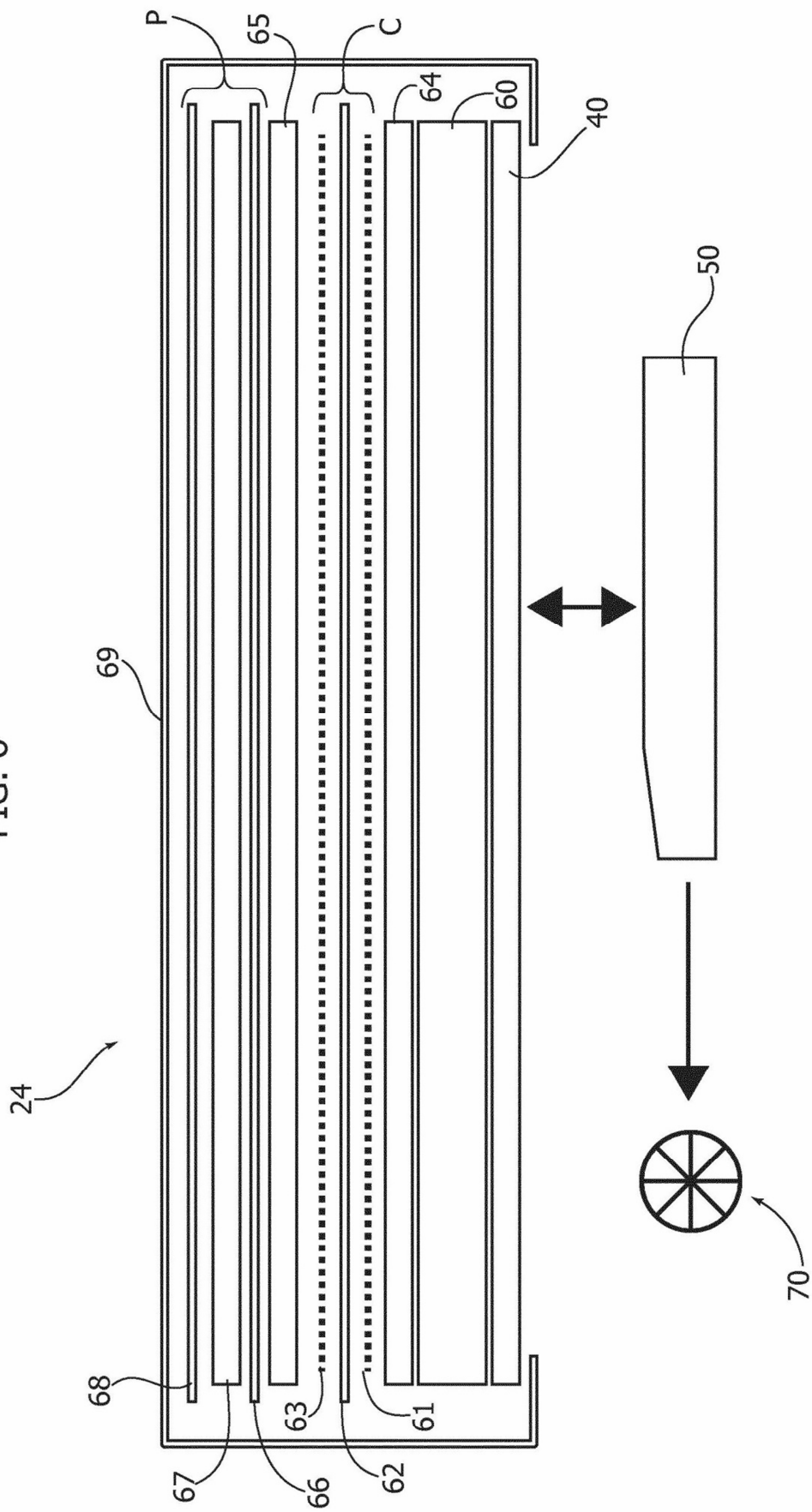


FIG. 5

FIG. 6



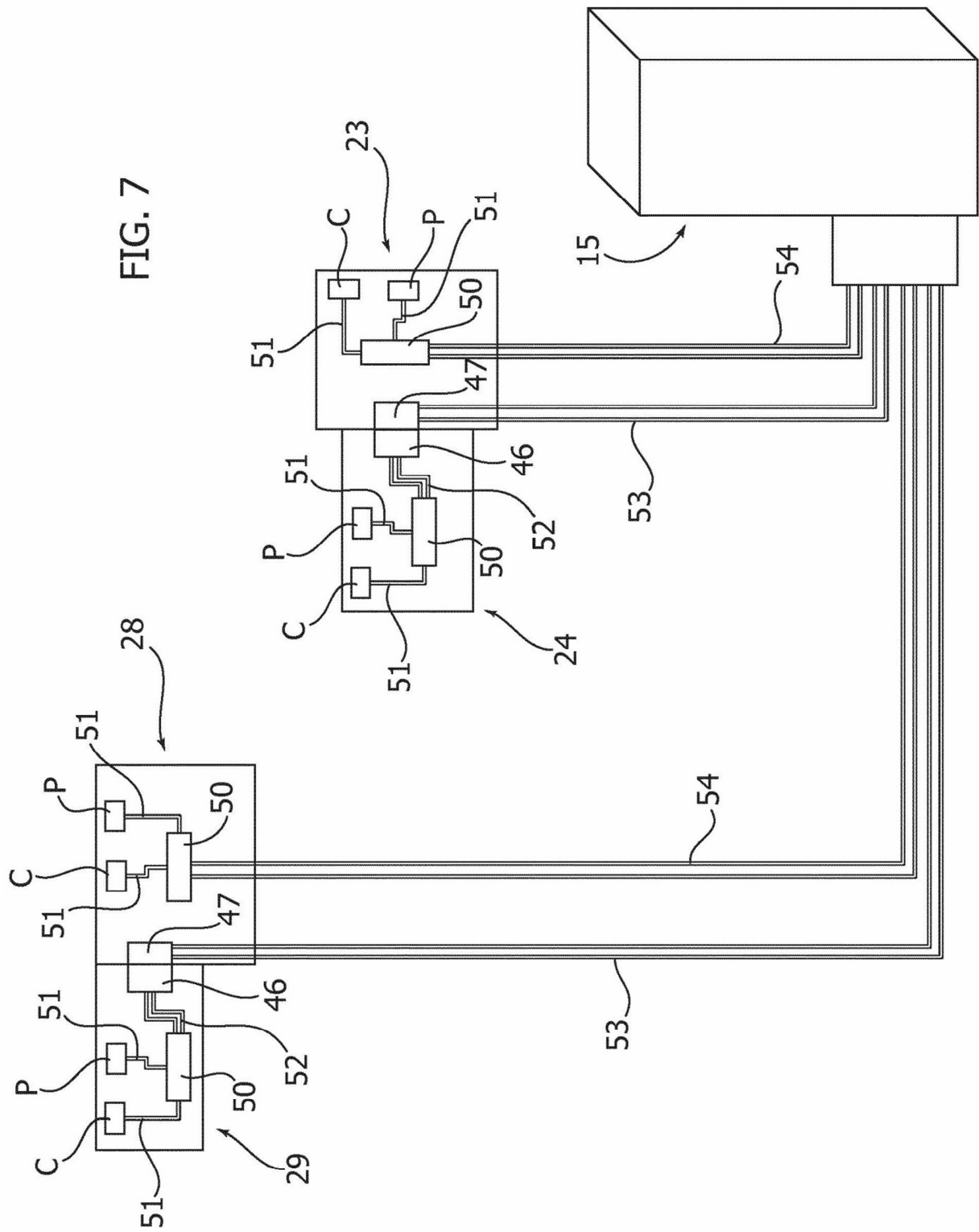


FIG. 8

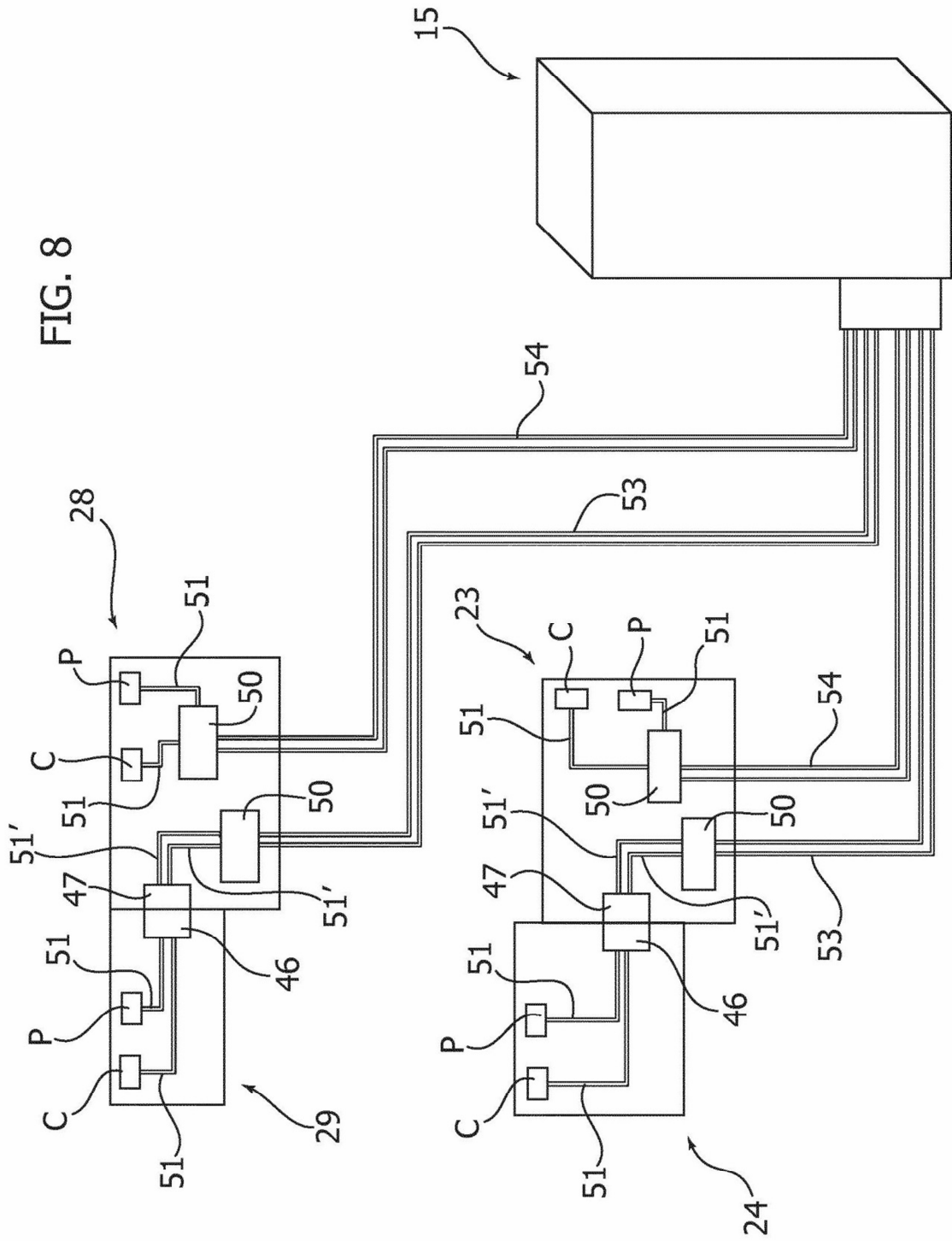




FIG. 9

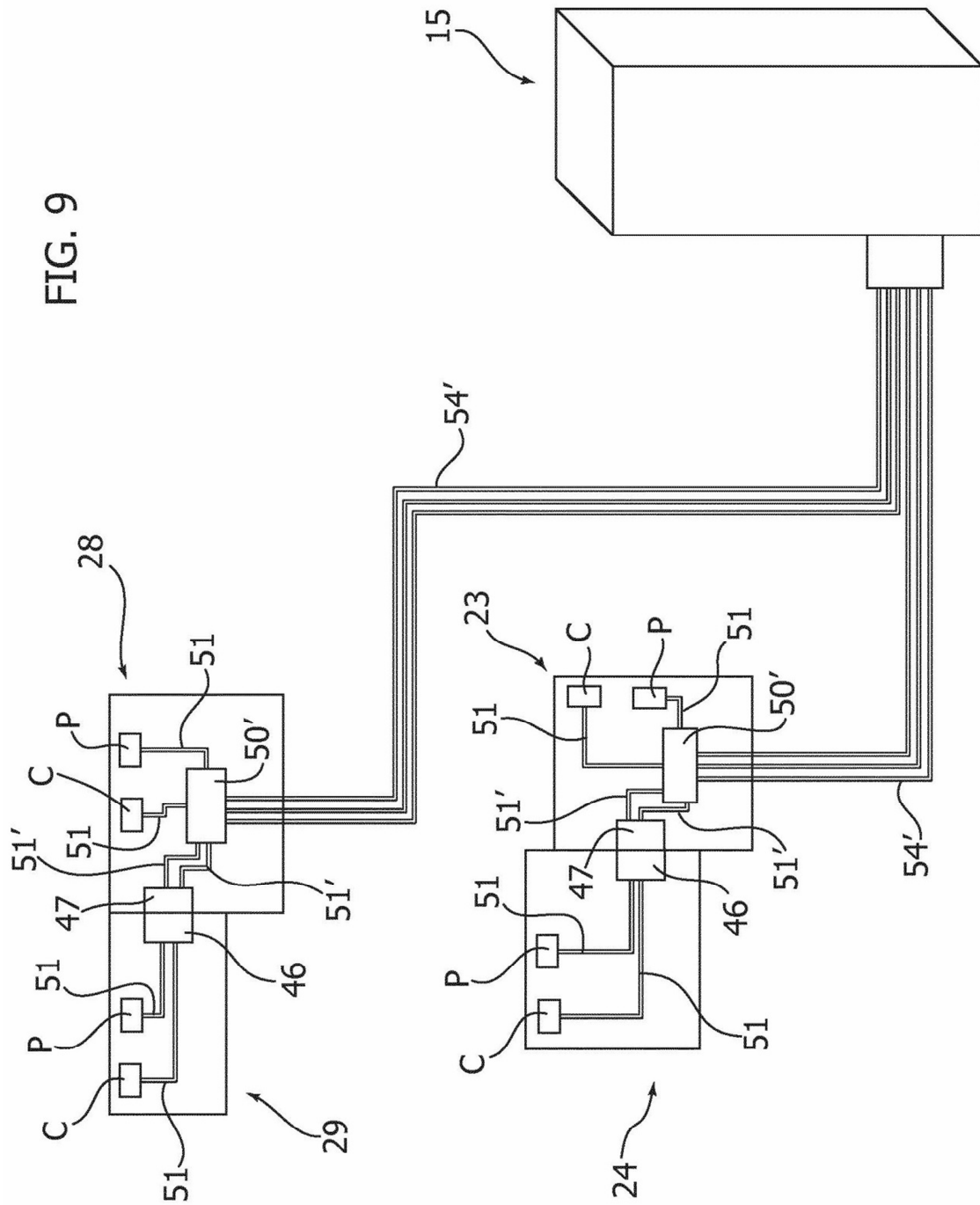
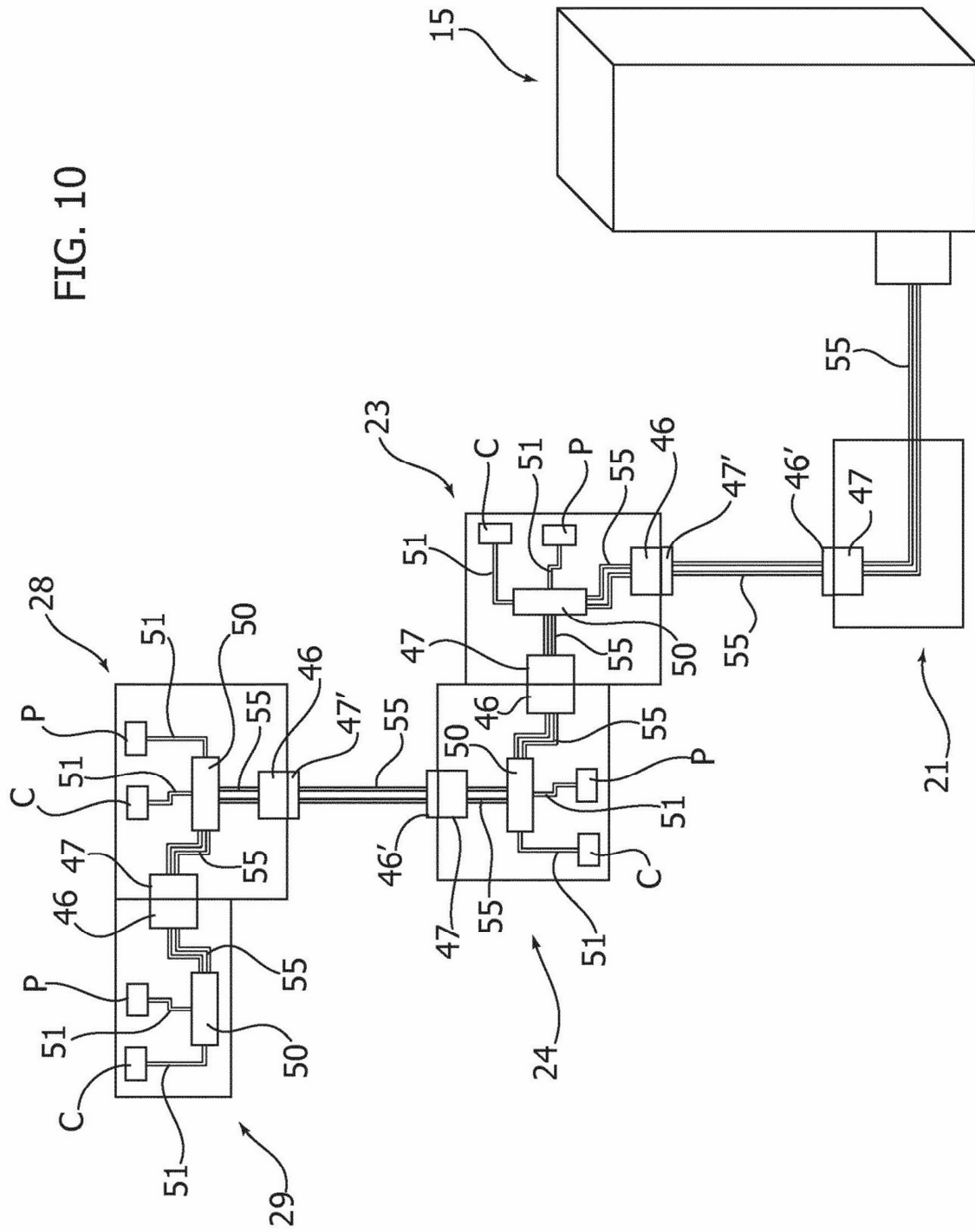


FIG. 10



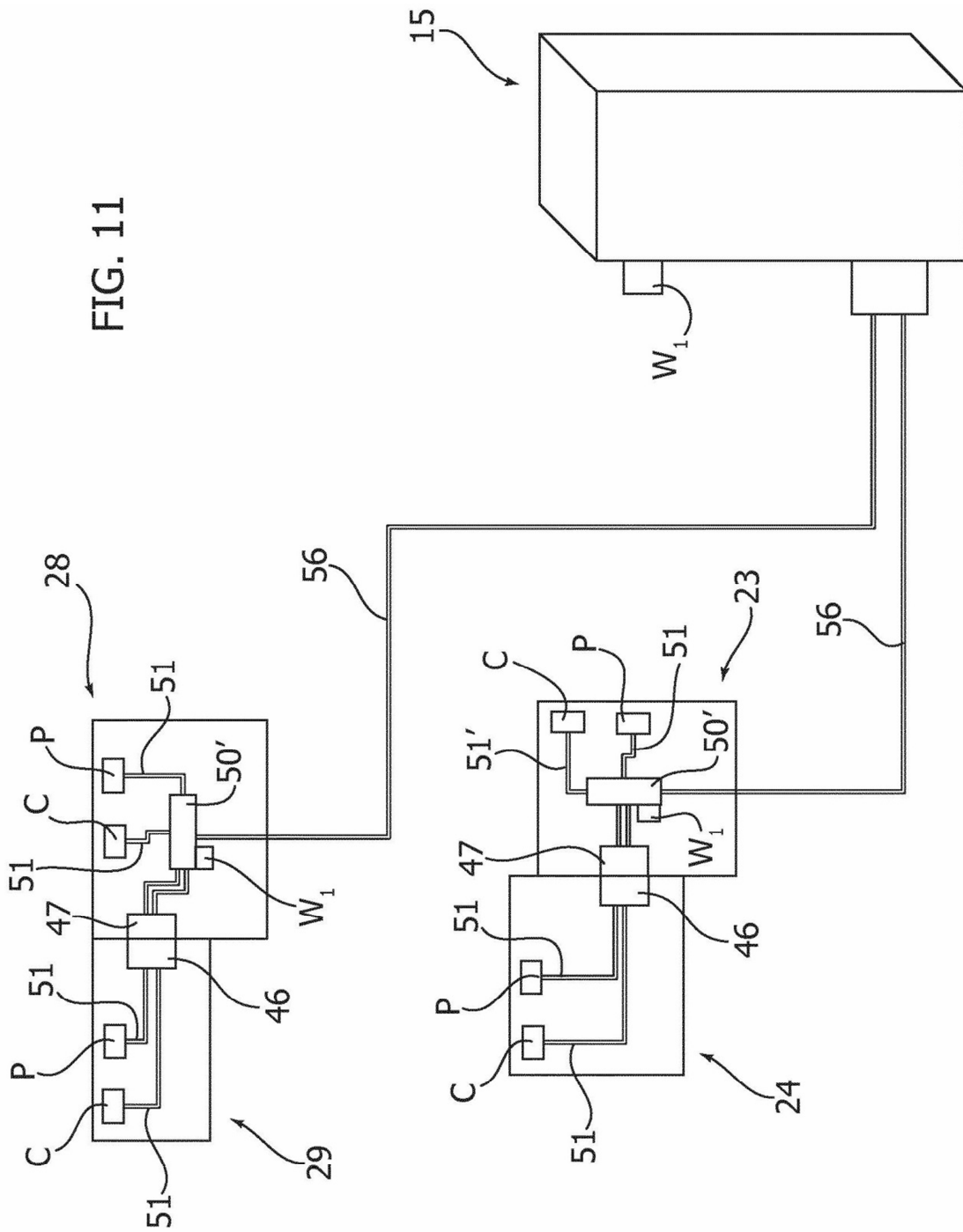


FIG. 12

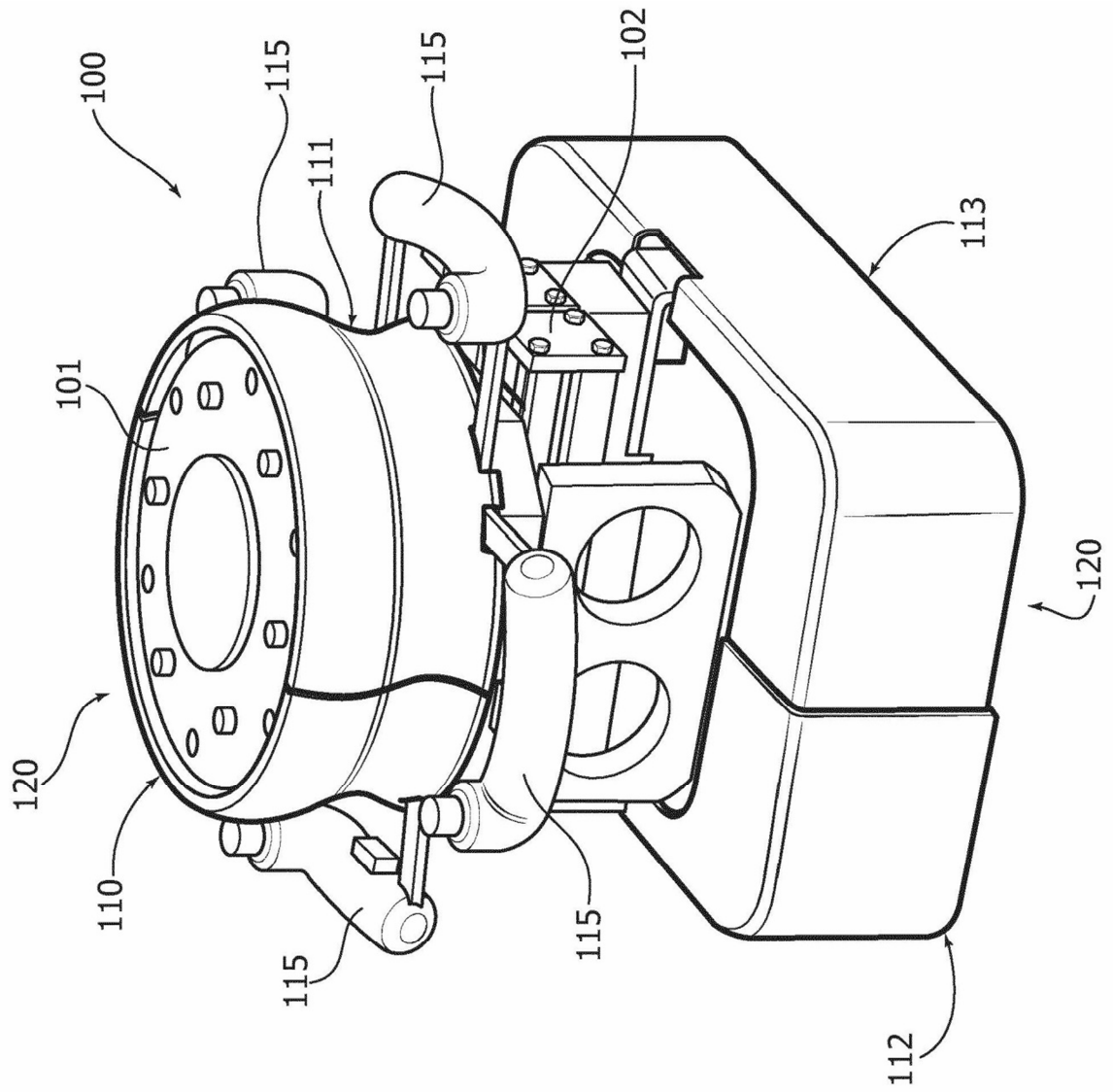


FIG. 13

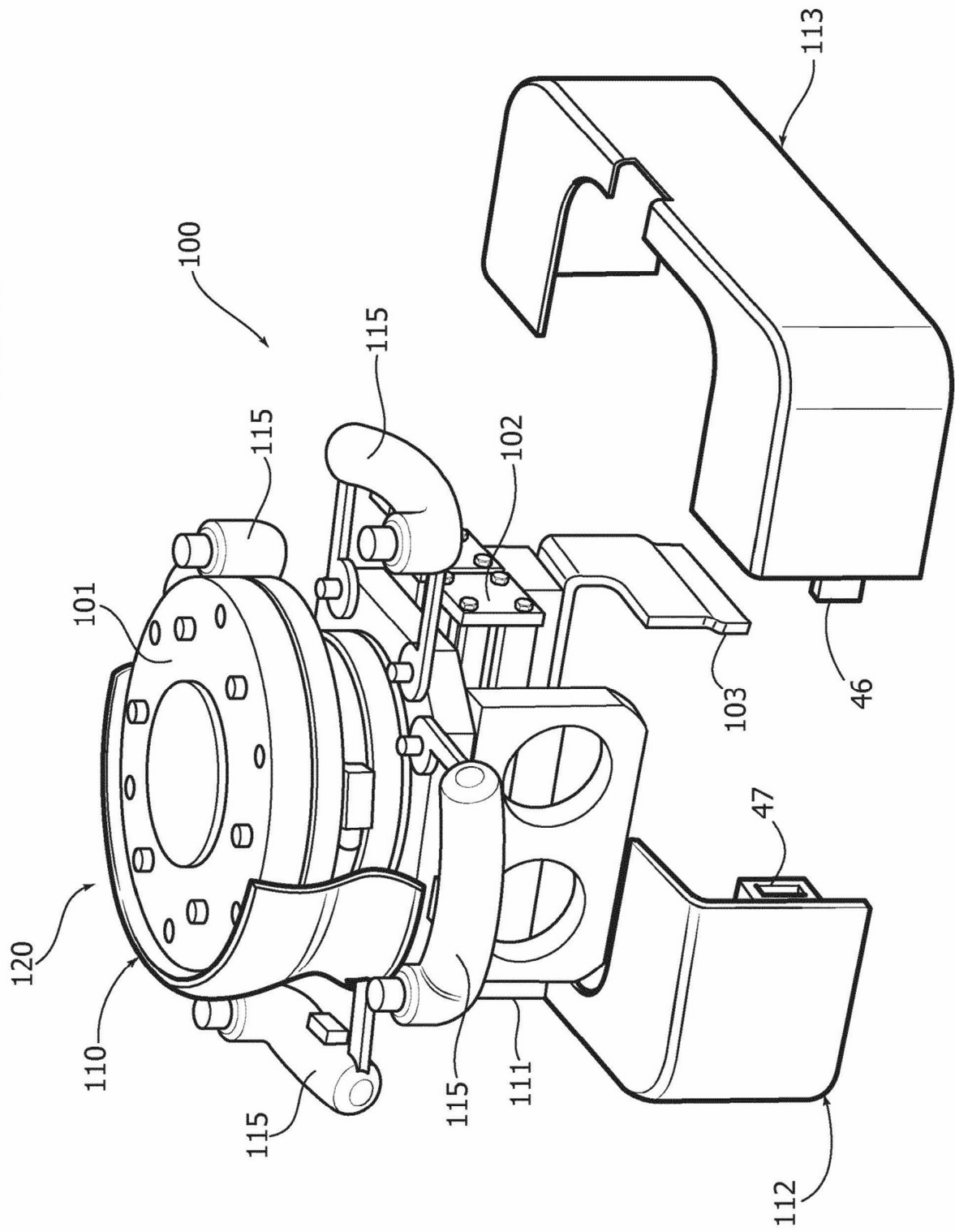


FIG. 14

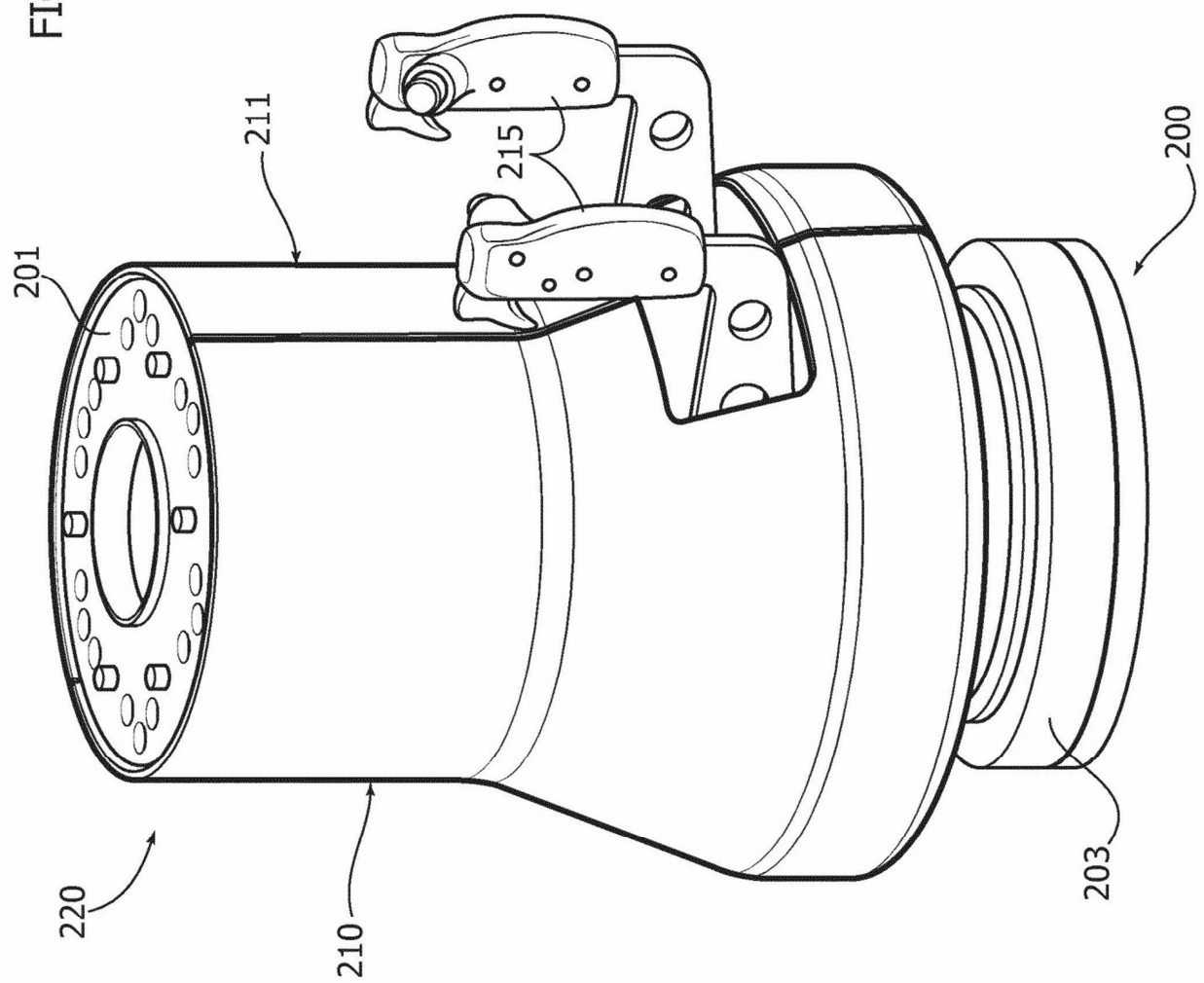


FIG. 15

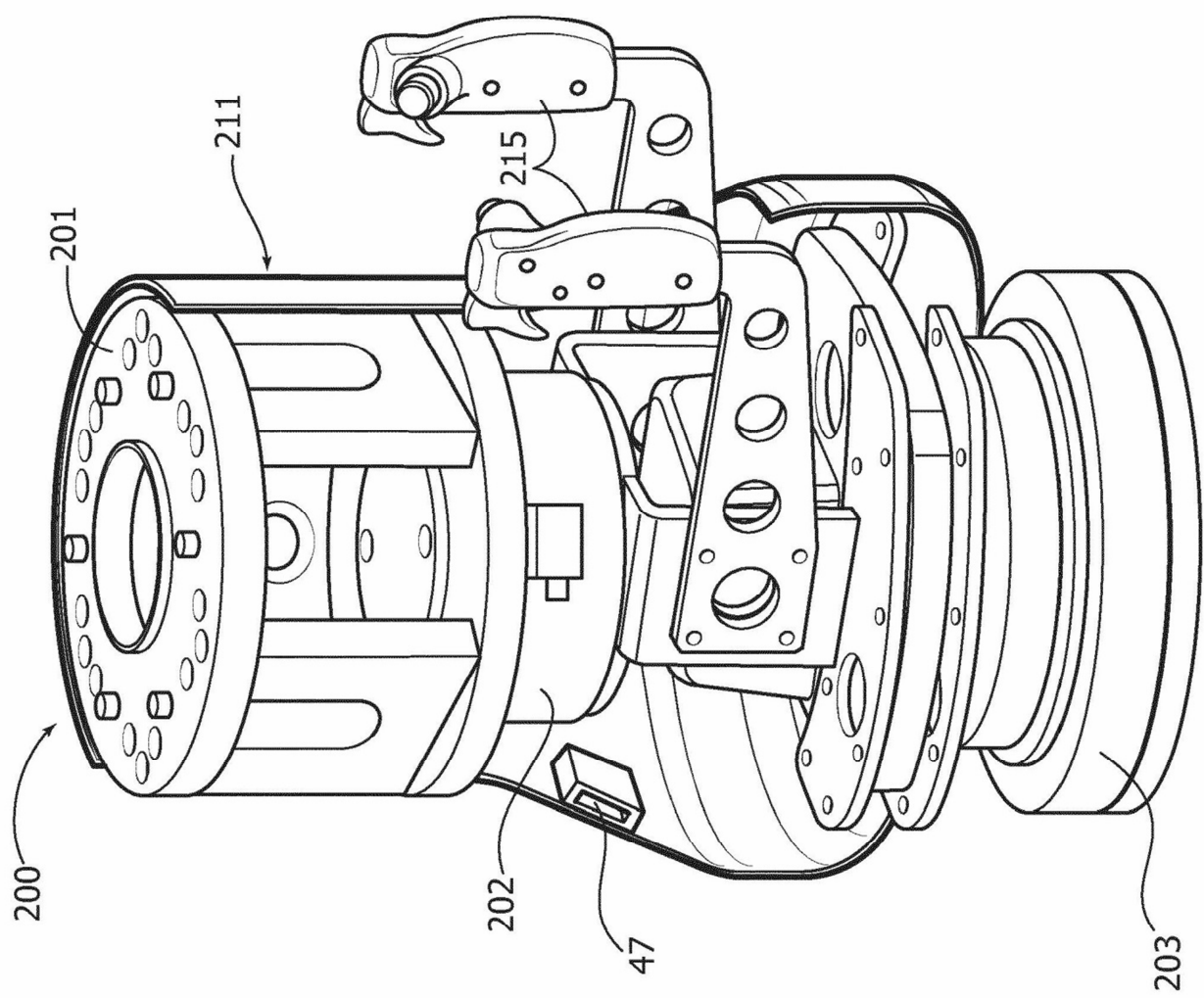
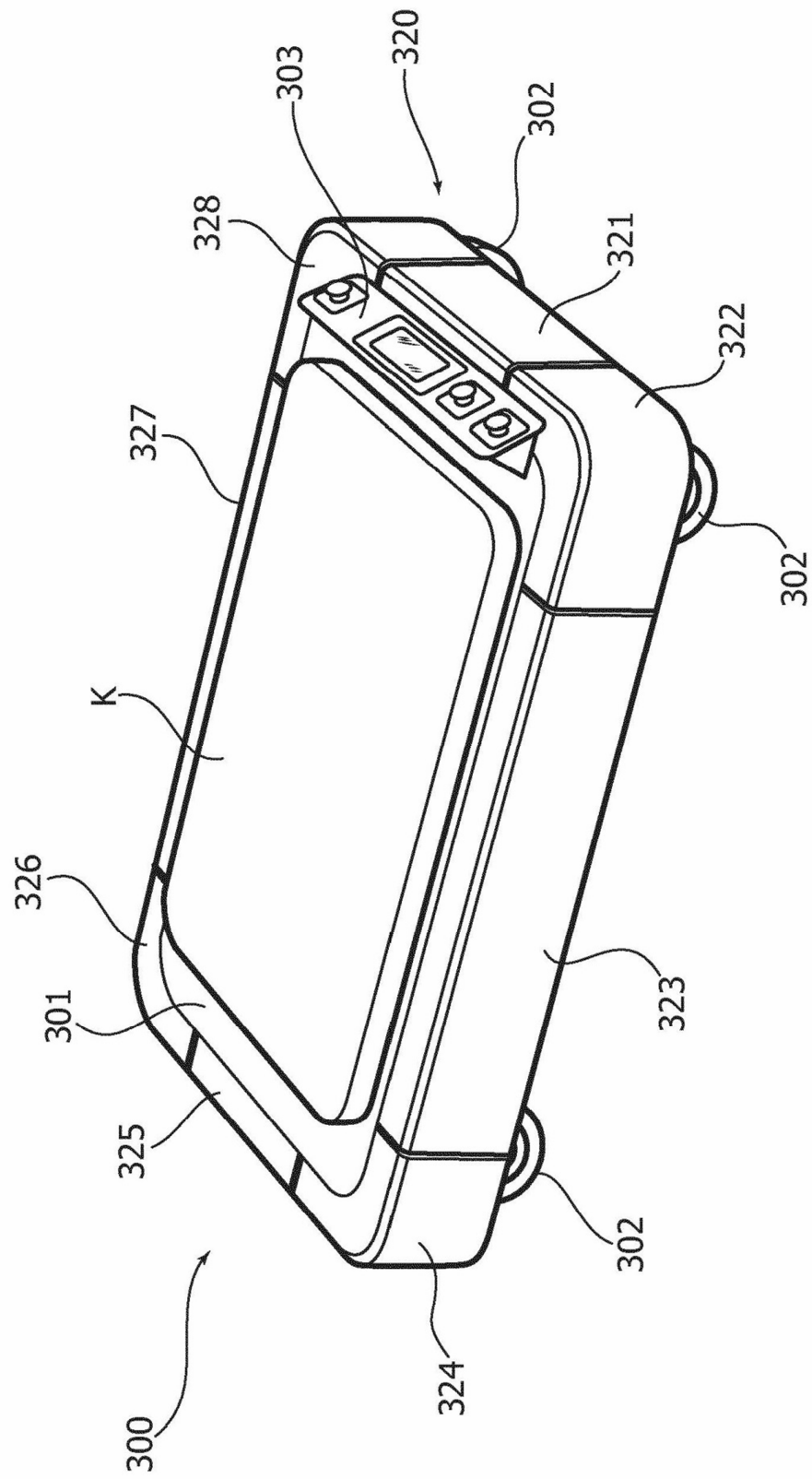


FIG. 16





**REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN**

5 *Esta lista de referencias citada por el solicitante es únicamente para mayor comodidad del lector. No forman parte del documento de la Patente Europea. Incluso teniendo en cuenta que la compilación de las referencias se ha efectuado con gran cuidado, los errores u omisiones no pueden descartarse; la EPO se exime de toda responsabilidad al respecto.*

**Documentos de patentes citados en la descripción**

- DE 202005002475 U
- US 2003137219 A1
- US 2011307097 A1
- JP 2010010116 A

10