

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 962 318**

51 Int. Cl.:

B25J 13/08 (2006.01)

B25J 19/06 (2006.01)

B66F 9/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.10.2018 PCT/IB2018/057993**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.05.2019 WO19082019**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.10.2018 E 18793480 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.11.2023 EP 3700719**

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

30 Prioridad:

26.10.2017 IT 201700121883

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.03.2024

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**BORDEGNONI, STEFANO;
VIZIO, ALBERTO y
CINGANO, GABRIELE**

74 Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 962 318 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 cubierta sensorizada, en concreto un robot

5 Sector de la invención

La presente invención se refiere a dispositivos automatizados utilizados en el sector de la fabricación industrial y se ha desarrollado con especial referencia a la cuestión de la colaboración entre un operario humano y dicho dispositivo automatizado. La invención encuentra una aplicación preferente en el sector de la robótica, pero puede ser implementada ventajosamente también en otros dispositivos utilizados en el sector de la fabricación industrial.

Estado de la técnica anterior

15 Con el fin de aprovechar eficazmente la contribución de la automatización en los procesos de fabricación y aumentar, por lo tanto, la eficiencia en estos últimos, es necesario hacer que la interacción entre operarios humanos y dispositivos automatizados, en concreto robots, sea natural y segura. De esta manera, se pueden confiar a operarios humanos aquellos procesos que requieren una automatización excesivamente compleja, mientras que las operaciones que requieren, por ejemplo, un esfuerzo considerable, rapidez de ejecución, alta precisión y calidad, se pueden confiar a dispositivos automatizados.

25 Para hacer que estos procedimientos de fabricación sean posibles, se necesitan soluciones que hagan que la interacción humana con los dispositivos automatizados sea natural y segura. Los enfoques que se siguen actualmente con este fin están básicamente ligados a las cuestiones de seguridad pasiva y activa.

30 Haciendo especial referencia a los robots industriales, las metodologías ligadas al aumento de la seguridad pasiva en la interacción entre un operario humano y el manipulador de un robot están básicamente dirigidas a modificar la estructura y el funcionamiento de este último para reducir la probabilidad de accidentes y su gravedad. Según este enfoque, se han propuesto, por ejemplo, manipuladores robóticos caracterizados por estructuras ligeras, recubiertas de materiales blandos sin esquinas ni bordes afilados, con el fin de minimizar los daños causados por cualquier posible impacto sobre un operario humano.

35 Las metodologías vinculadas al aumento en la seguridad activa consideran, en cambio, las estrategias de control basadas en un sistema de sensores específico, destinado a garantizar una monitorización constante del entorno que rodea al manipulador robótico para modificar dinámicamente su comportamiento en el caso de situaciones de riesgo potencial, tal como la aproximación 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 fin son básicamente los siguientes:

- 40 - sensores destinados a reconstruir ópticamente la geometría del entorno que rodea al manipulador, tales como cámaras de vídeo y escáneres láser;
- sensores eléctricos destinados a reconocer el contacto o la colisión entre el manipulador y un operario humano, tales como sensores de fuerza o de contacto; y
- 45 - sensores eléctricos destinados a reconocer una aproximación excesiva entre el manipulador y un operario humano, tales como sensores de proximidad.

50 Se han propuesto robots en los que las dos estrategias de seguridad pasiva y activa están integradas en un recubrimiento o revestimiento sensorizado del manipulador correspondiente. Estos recubrimientos están constituidos, en general, por una especie de "piel", realizada predominantemente de un material elástico que envuelve una parte correspondiente del manipulador, y que integra sensores de contacto o bien sensores de proximidad.

55 El montaje de los recubrimientos conocidos mencionados anteriormente sobre la estructura móvil del manipulador es, en general, complicado, y está lejos de ser práctico. También resulta laborioso el correspondiente desmontaje o sustitución del recubrimiento o de partes del mismo en caso de averías puntuales. Además, la integración y calibración de los medios de detección en el recubrimiento es frecuentemente complicada y costosa. Problemas similares se encuentran también en los dispositivos automatizados con partes móviles distintos de los robots, utilizados en el sector de la fabricación industrial.

60 El documento técnico "Betriebs- und Montageanleitung - KR 5 SI - SafeInteraction (V)KR C4 - R 2.x" de MRK-Systeme GmbH, Augsburg, Alemania, da a conocer un dispositivo automatizado y un recubrimiento sensorizado que tiene las características de los preámbulos de las reivindicaciones 1 y 13, respectivamente.

65 La Patente JP2007102719A da a conocer un detector de contacto adecuado para robots, que comprende dos láminas conductoras dispuestas en lados opuestos de un separador aislante que tiene varios agujeros. Cuando una fuerza de contacto actúa sobre ellas, las láminas conductoras entran en contacto mutuamente y

se cortocircuitan, y se puede detectar un contacto.

5 La Patente EP3147752A1 da a conocer una disposición para proporcionar una interfaz de usuario para un aparato, tal como un robot, que comprende una pluralidad de elementos de interacción dispuestos sobre la superficie del aparato. Cada uno de los elementos de interacción comprende, como mínimo, un elemento de detección y, como mínimo, un elemento de indicación.

Características y objetivo de la invención

10 El objetivo de la presente invención es básicamente dar a conocer un dispositivo industrial automatizado, en concreto un robot, dotado de un recubrimiento sensorizado que sustancialmente no presenta los inconvenientes indicados anteriormente, aunque es capaz de garantizar un alto grado de colaboración entre el dispositivo y un operario humano, garantizando al mismo tiempo los requisitos de seguridad necesarios. Según un aspecto diferente, el objetivo de la presente invención es dar a conocer un dispositivo industrial automatizado en el que los estados o situaciones de funcionamiento de un recubrimiento sensorizado correspondiente pueden ser detectados fácilmente.

20 Los objetivos anteriores y otros, que surgirán claramente a continuación, se consiguen según la presente invención mediante un dispositivo industrial automatizado y mediante un recubrimiento sensorizado para un dispositivo industrial automatizado que tiene las características mencionadas anteriormente en las reivindicaciones adjuntas.

25 Las reivindicaciones forman parte integral de la explicación técnica dada a conocer en este documento en relación con la invención.

Breve descripción de los dibujos

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

- la figura 1 es una vista parcial y esquemática, en perspectiva, de un dispositivo automatizado, según posibles realizaciones de la invención;
- 35 - la figura 2 es una vista esquemática, en perspectiva, de una parte del dispositivo de la figura 1, con un recubrimiento sensorizado, según posibles realizaciones de la invención;
- la figura 3 es una vista parcialmente con las piezas desmontadas, de la parte del dispositivo de la figura 2;
- las figuras 4 y 5 son vistas esquemáticas, en perspectiva, de dos módulos de un recubrimiento sensorizado que se puede utilizar en un dispositivo automatizado, según posibles realizaciones, respectivamente en una situación en la que están separados y en una situación en la que están acoplados entre sí;
- 40 - la figura 6 es una representación esquemática, en sección transversal, de una posible configuración en capas de un módulo de recubrimiento de un recubrimiento sensorizado, según posibles realizaciones de la invención;
- la figura 7 es una representación esquemática con las piezas desmontadas, de un dispositivo de detección de contacto que puede ser utilizado en un módulo de recubrimiento de un recubrimiento sensorizado, según posibles realizaciones de la invención;
- 45 - la figura 8 es una representación parcial y esquemática, en sección transversal, destinada a mostrar dos situaciones diferentes de un dispositivo de detección de contacto del tipo mostrado en la figura 7;
- la figura 9 es una ilustración parcial y esquemática de una posible configuración de conexión eléctrica de algunos módulos de recubrimiento de un recubrimiento sensorizado, según posibles realizaciones de la invención;
- 50 - la figura 10 es una vista esquemática, en perspectiva, de otro dispositivo automatizado, según posibles realizaciones;
- la figura 11 es una vista esquemática, con las piezas parcialmente desmontadas, del dispositivo de la figura 10, con un módulo de recubrimiento omitido;
- 55 - la figura 12 es una vista esquemática, en perspectiva, de otro dispositivo automatizado, según posibles realizaciones de la invención;
- la figura 13 es una vista esquemática, en perspectiva, del dispositivo de la figura 12, con un módulo de recubrimiento omitido;
- la figura 14 es una vista esquemática, en perspectiva, de otro dispositivo automatizado, según posibles realizaciones de la invención; y
- 60 - las figuras 15, 16 y 17 son representaciones esquemáticas dirigidas a indicar posibles situaciones de funcionamiento de un recubrimiento sensorizado, según posibles realizaciones de la invención.

Descripción de realizaciones de la invención

65 La referencia a "una realización" en el marco de esta descripción pretende indicar que una configuración,

estructura o característica concreta dada a conocer 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 similares, en diversos puntos de esta descripción, no necesariamente se refieren todas a una 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 proporcionan 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 cuales se ejemplifican posibles realizaciones de la invención se describirán de manera limitada a los elementos útiles para comprender la invención.

En la figura 1 se representa esquemáticamente un dispositivo automatizado para su utilización en la fabricación industrial, según posibles realizaciones 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 2 móvil que incluye una pluralidad de piezas conectadas entre sí, así como medios de accionamiento que pueden ser controlados para provocar desplazamientos de las piezas de la estructura 2 mencionadas anteriormente.

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 sobre la base 3 alrededor de un primer eje A1 con dirección vertical. Designado con 5 está dispuesto un brazo montado de manera oscilante en la columna 4 alrededor de un segundo eje A2 con dirección horizontal. Designado con 6 está dispuesto un codo, montado en el brazo 5 para girar alrededor de un tercer eje A3, que también tiene una dirección horizontal, soportando el codo 6 un antebrazo 7, diseñado para girar alrededor de su propio eje A4, que constituye, en consecuencia, un cuarto eje de movimiento del manipulador 1. El antebrazo 7 está dotado en su extremo de una muñeca 8, montada para el movimiento según dos ejes A5 y A6. La muñeca 8 tiene una brida 9 para el montaje de un efector final, no representado. El efector final puede ser un dispositivo para recoger un componente genérico, por ejemplo, del tipo mostrado en la figura 10, o bien un dispositivo de pulido o rectificador, por ejemplo, del tipo representado en la figura 12. El efector final mencionado anteriormente puede ser, en cualquier caso, de cualquier tipo y función conocida en el sector, por ejemplo, un soplete para soldar o un yugo, una pistola pulverizadora de pintura o una pistola para aplicar un sellador, un husillo de perforación, etc.

Las partes móviles 4 a 8 están conectadas entre sí mediante articulaciones de tipo conocido, a las que están asociados respectivos motores eléctricos, algunos de los cuales están designados con M, con su correspondiente transmisión reductora. En una o varias realizaciones, también el efector final asociado a la brida 9 tiene respectivos medios de accionamiento, según una técnica conocida en sí misma. Preferentemente asociados a las articulaciones mencionadas anteriormente, es decir, a los motores M correspondientes, están los transductores correspondientes (no mostrados), por ejemplo, de tipo codificador o resolver, 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 de control 15 de robot, que está situada preferentemente en una posición alejada del manipulador 1 y está conectada a las partes eléctricas/electrónicas de este último a través de los cables de un sistema de cableado 16. Las modalidades de implementación práctica del hardware y del software con respecto a la unidad 15, que está dotada de un respectivo sistema de control por microprocesador, no dependen de los objetivos de la presente descripción, aparte de algunas funciones específicas a las que se hace referencia a continuación, que se refieren a posibles realizaciones de la invención.

En una o varias realizaciones, la unidad de control 15 está configurada para controlar el manipulador 1 en una pluralidad de modos de funcionamiento diferentes, entre los cuales están, como mínimo un modo de funcionamiento automático y, preferentemente, también un modo de funcionamiento manual. Para este fin, la unidad 15 comprende un dispositivo de selección 17, que puede ser accionado por un usuario para seleccionar un modo de funcionamiento deseado de entre los posibles. En como mínimo una realización, el robot puede funcionar como mínimo en un modo de “programación”, un modo “automático” y, preferentemente, un modo “a distancia”. Por lo tanto, en la figura 1, la referencia 17 ejemplifica un dispositivo para la selección manual del modo de funcionamiento deseado de entre los posibles. En el modo de “programación”, un operario actúa en las proximidades del manipulador, para gobernar el funcionamiento del mismo, almacenar las etapas del programa y programar la actividad operativa, por ejemplo, mediante un dispositivo de programación portátil (consola) o un dispositivo manual de guía asociado a la estructura móvil del manipulador 1, en concreto en las proximidades de su efector final. En el modo “automático”, en cambio, el robot ejecuta un programa operativo propio previamente almacenado, posiblemente en combinación con otros robots o aparatos automáticos, y posiblemente colaborando con un operario humano para ejecutar una tarea específica. También en el modo “a distancia”, el robot ejecuta un programa operativo propio 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 la célula tal como un PLC, que, por ejemplo, controla

tanto el robot como otros aparatos automatizados presentes en la misma célula.

La figura 1 es una ilustración esquemática del manipulador 1 en una versión “desnuda” del mismo, con el fin de aclarar una posible conformación de su estructura móvil 4 a 8. Sin embargo, en realizaciones prácticas de la invención, dicha estructura móvil está cubierta, como mínimo en parte, por un recubrimiento sensorizado, visible en las figuras 2 y 3, donde se designa como conjunto con 20. En una o varias realizaciones, tal como la representada, el recubrimiento 20 cubre, como mínimo en parte, también la estructura estacionaria del manipulador 1, representado en el presente documento por su base 3.

El recubrimiento 20 integra medios de detección, que pueden incluir como mínimo un dispositivo de detección de contacto, adecuado para detectar contacto o impacto entre el manipulador 1 y un cuerpo extraño y/o, como mínimo, un dispositivo de detección de proximidad, adecuado para detectar la presencia de un cuerpo extraño dentro de una distancia sustancialmente predeterminada del manipulador, por ejemplo, entre aproximadamente 0 cm y 5 cm, preferentemente entre 0 cm y aproximadamente 3 cm. En diversas realizaciones preferentes, el recubrimiento integra tanto, como mínimo, un dispositivo de detección de contacto como, como mínimo, un dispositivo de detección de proximidad. Puesto que, en sus aplicaciones preferentes, el robot es un robot de tipo colaborador, el citado cuerpo extraño está habitualmente representado por un operario humano, que actúa en estricto contacto con el manipulador 1.

El recubrimiento 20 sensorizado comprende una pluralidad de módulos de recubrimiento, algunos de los cuales están designados con los números de referencia 21 a 39 solo en la figura 2, que pueden ser juntados o ensamblados para formar, como conjunto, una especie de cuerpo que cubre, como mínimo, una parte de la estructura móvil del manipulador 1, de manera preferente, pero no necesariamente, prácticamente toda la estructura móvil 4 a 8 del manipulador.

Tal como se verá más claramente a continuación, como mínimo algunos de los módulos 21 a 39 del recubrimiento 20 tienen una respectiva estructura de carga o de soporte, que tiene una forma predefinida, asociada a la cual está dispuesta como mínimo una capa de material elásticamente comprimible, es decir, una diseñada para absorber el impacto. En realizaciones preferentes, la estructura de carga o de soporte de cada módulo está realizada de un material rígido o semirrígido, de modo que dicha estructura pueda ser dispuesta previamente con cualquier forma predefinida deseada, que varía según la parte del manipulador 1 (o de otro dispositivo automatizado) que se deba cubrir.

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

En realizaciones preferentes, los módulos sensorizados incluyen como mínimo un dispositivo de detección de contacto y como mínimo un dispositivo de detección de proximidad. Por otra parte, no queda excluido del alcance de la invención el caso de que como mínimo uno de los módulos de recubrimiento 20 esté dotado solamente de un dispositivo de detección de contacto o bien solamente de un dispositivo de detección de proximidad. El recubrimiento 20 también puede incluir módulos sin dispositivos de detección del tipo mencionado anteriormente, por ejemplo, en zonas del manipulador 1 en las que los riesgos o consecuencias derivadas de un posible impacto con un operario humano son bajos; por ejemplo, los módulos de recubrimiento 21 y 22 de la base 3 del manipulador 1 podrían ser sin dispositivos de detección, o bien estar dotados solo de dispositivos de detección de proximidad, teniendo en cuenta el hecho de que la base 3 es en cualquier caso una parte estacionaria del manipulador. Se pueden aplicar consideraciones similares a los módulos asociados a partes móviles del manipulador 1, por ejemplo, el módulo 33.

En diversas realizaciones, como mínimo algunos de los módulos de recubrimiento están dispuestos previamente para ser fijados de manera desmontable a partes subyacentes correspondientes de la estructura móvil 4 a 8, tal como los módulos 23, 25 y 36, 37 de la figura 2. Para este propósito, las partes subyacentes del manipulador 1 mencionadas anteriormente han proporcionado deliberadamente elementos de posicionamiento y/o fijación para los respectivos módulos de recubrimiento. Los elementos mencionados anteriormente pueden estar definidos directamente por el cuerpo de las piezas del manipulador, o bien ser configurados como elementos aplicados sobre las piezas mencionadas anteriormente.

Haciendo referencia, por ejemplo, a la figura 1, designada con 18a, están dispuestos, por ejemplo, dos soportes para el anclaje de los módulos 23 y 25 de la figura 2, designado con 18b está dispuesto un elemento de posicionamiento y/o apoyo para el módulo 23, mientras que designado 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 proporciona mediante elementos de conexión mecánica adicionales. Por ejemplo, en la figura 3, donde el módulo 24 está separado de los módulos 23 y 26, parcialmente visible 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 otra parte, en posibles realizaciones, la propia estructura de carga de los módulos que se van a fijar a partes del manipulador 1 (que está, por ejemplo, realizado de plástico o de un material compuesto) puede tener una forma que defina directamente como mínimo una 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 recubrimiento (por ejemplo, los módulos 23 y 25) están fijados de manera desmontable a partes respectivas de la estructura móvil (la columna 4, haciendo referencia a los módulos 23 y 25 ejemplificados), en concreto mediante disposiciones de acoplamiento rápido, por ejemplo, elementos con dispositivos de acoplamiento de engatillado o de conexión rápida.

En una o varias realizaciones, uno o varios segundos módulos de recubrimiento (por ejemplo, los módulos 24 y 26) están fijados de manera desmontable a uno o varios de los primeros módulos mencionados anteriormente y/o están fijados entre sí de manera desmontable, en concreto mediante dispositivos de acoplamiento rápido, por ejemplo, elementos con dispositivos de engatillado o de conexión rápida. Por ejemplo, los módulos 24 y 26 pueden ser acoplados de manera desmontable a los módulos 23 y 25, respectivamente que, a su vez, están acoplados de manera desmontable a la estructura del manipulador. Además, tal como se verá más claramente a continuación, los módulos 24 y 26 son acoplados entre sí de manera desmontable.

Tal como se ha dicho, preferentemente, los medios para el acoplamiento desmontable de los módulos de recubrimiento entre sí y/o con respecto a la estructura móvil del manipulador comprenden disposiciones de acoplamiento rápido, tales como pinzas liberables con acoplamiento de engatillado o de conexión rápida. Por otra parte, en realizaciones alternativas, la fijación desmontable de uno o varios módulos con respecto a la estructura 2 y/o entre sí podría ser obtenida utilizando elementos roscados, tales como tornillos y otros.

En una o varias realizaciones, están dispuestos módulos del recubrimiento 20 que tienen asociada como mínimo una placa de control electrónico, no necesariamente fijada a la correspondiente estructura de carga. La placa de control mencionada anteriormente está conectada en comunicación de señal con la unidad de control 15 del manipulador 1, y conectados eléctricamente al mismo están dispuestos medios de detección de como mínimo un módulo de recubrimiento sensorizado correspondiente.

La placa de control mencionada anteriormente está dispuesta previamente preferentemente para gestionar como mínimo el funcionamiento de los medios de detección y para suministrar a la unidad de control 15 señales que indican un contacto entre el manipulador 1 y un operario humano (u otro cuerpo extraño) y/o señales que indican 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 posibles realizaciones, como mínimo uno de los módulos sensorizados incluye medios de detección de contacto y medios de detección de proximidad, de modo que la placa de control correspondiente sea capaz de suministrar a la unidad de control 15 señales que indican ambas situaciones mencionadas anteriormente, a saber, señales que indican un contacto y señales que indican proximidad.

Cada módulo de recubrimiento sensorizado puede estar asociado a una placa de control propia, o bien un mismo módulo de recubrimiento sensorizado puede estar asociado a varias placas de control, por ejemplo, a una primera placa dispuesta previamente para la gestión de los medios de detección de contacto del módulo en cuestión, y a una segunda placa dispuesta previamente para la gestión de los medios de detección de proximidad del mismo módulo de recubrimiento sensorizado. También es posible prever varios módulos sensorizados asociados a una misma placa de control, que es capaz de gestionar tanto los medios de detección adecuados para un primer módulo como los medios de detección de como mínimo un segundo módulo. Además, con la misma lógica, como mínimo una placa de control puede estar soportada por un módulo de recubrimiento no sensorizado, al que están conectados los medios de detección de como mínimo un módulo sensorizado. Por lo tanto, se apreciará que uno o varios módulos del recubrimiento, aunque estén dotados de sus propios medios de detección de contacto y/o medios de detección de proximidad, 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 también pueden ser interconectados directamente con la unidad de control, en la que se implementarán directamente las funciones de la placa correspondiente.

Tal como se ha mencionado, en realizaciones preferentes, una misma placa de control electrónico está dispuesta previamente para la conexión y el control de una pluralidad de módulos sensorizados del recubrimiento 20, incluso más de dos módulos. La misma placa de control mencionada anteriormente no

tiene que ser necesariamente soportada por uno de los módulos del recubrimiento, puesto que puede estar asociada a la estructura del manipulador, incluso en una posición relativamente alejada de los módulos sensorizados controlados.

5 Representados a modo de ejemplo en las figuras 4 y 5 están dispuestos dos módulos de recubrimiento sensorizados, correspondientes a los módulos 23 y 24 de las figuras 2 y 3. En las figuras mencionadas anteriormente, el lado interior de los módulos mencionados anteriormente es visible, es decir, el lado sustancialmente orientado hacia la estructura móvil subyacente del manipulador 1 (en este caso, básicamente la columna 4, véase la figura 1).

10 En las figuras mencionadas anteriormente se puede ver la estructura de carga o de soporte de los módulos en cuestión, designada como un conjunto con 40, preferentemente realizada en un material eléctricamente aislante. Tal como se verá más claramente a continuación, en realizaciones preferentes, los módulos del recubrimiento 20 tienen como conjunto una estructura con distintas capas, que incluye:

15 como mínimo una capa de carga, preferentemente realizada de un material rígido o semirrígido, necesaria para otorgar una forma predefinida deseada al módulo;
 como mínimo una capa de material comprimible, diseñada para absorber cualquier posible impacto; y, preferentemente,
 20 como mínimo una capa exterior de recubrimiento.

En una o varias realizaciones, los módulos sensorizados comprenden una o varias capas activas distintas, correspondientes a los medios de detección que están dispuestos, y una o varias capas pasivas distintas, correspondientes a la parte estructural o de carga del módulo, a su parte elásticamente comprimible, y a su recubrimiento exterior. La estructura de carga 40, que en sí misma constituye la capa del módulo del recubrimiento, está dispuesta previamente para soportar las distintas capas activas y pasivas mencionadas anteriormente.

30 Las estructuras 40 de los módulos están dispuestas sustancialmente en forma de conchas conformadas para reproducir la forma de las partes correspondientes del manipulador 1, o envolverlo o cubrirlo parcialmente, y para proporcionar una superficie sustancialmente homogénea para el soporte de las capas activas y pasivas mencionadas anteriormente, así como para el recubrimiento 20 como un conjunto.

35 Las estructuras 40 tienen una forma preferente de modo que, definido entre su lado interior y las partes subyacentes del manipulador 1, quede un espacio libre, suficiente para alojar, por ejemplo, la electrónica de control de los módulos de recubrimiento y/o el cableado correspondiente y/o los elementos posiblemente sobresalientes de las partes cubiertas mencionadas anteriormente del manipulador, así como otros posibles elementos, por ejemplo, elementos para ventilación forzada, tales como ventiladores. Por supuesto, por las razones expuestas anteriormente, las estructuras 40 de los diversos módulos de recubrimiento estarán diferenciadas entre sí, según la zona del manipulador a cubrir. En diversas realizaciones, la estructura 40, que puede tener, por ejemplo, un grosor comprendido entre 2 y 30 mm, está realizada de plástico reforzado con vidrio u otro material compuesto y, por lo tanto, puede ser obtenida fácilmente con equipos de concepción conocida. Sin embargo, no queda excluida del alcance de la invención la utilización de materiales termoplásticos o termoendurecibles y/o la formación de las estructuras 40 mediante termoconformado u otras tecnologías conocidas en sí, por ejemplo, mediante impresión tridimensional. La propia estructura 40 puede ser posiblemente de tipo multicapa, comprendiendo, por ejemplo, dos capas exteriores más rígidas y como mínimo una capa intermedia menos rígida. En diversas realizaciones, el grosor de la estructura es variable, es decir, no constante; por ejemplo, la estructura 40 de un módulo puede ser más gruesa en sus partes diseñadas para la conexión mecánica a la estructura del robot y/o a otros módulos, y menos gruesa en otras partes, por ejemplo, diseñadas para proporcionar un sustrato para las capas activas y pasivas del recubrimiento.

55 Haciendo referencia a las figuras 4 y 5, se puede observar cómo, en una o varias realizaciones preferentes, las estructuras 40 tienen sustancialmente la forma de una concha estampada, definiendo preferentemente una corona o cavidad más o menos pronunciada, cuyo lado interior puede estar dotado de nervios de refuerzo, algunos de los cuales están designados con 41. Las placas de control de los módulos, cuando estén previstas, pueden estar fijadas al lado interior de una estructura 40 respectiva, pero esto no constituye una característica esencial, siendo posible que las placas estén montadas en la estructura del manipulador 1. Tal como se ha dicho, en realizaciones preferentes, una o varias placas de control de los módulos sensorizados (tanto en el caso de placas de control previstas para el control de un solo módulo como en el caso de placas de control previstas para el control de una pluralidad de módulos) están montadas en la estructura de carga del manipulador 1, incluso en una posición alejada de un módulo sensorizado controlado correspondiente. En el ejemplo no limitativo representado, ambos módulos 23 y 24 están dotados de respectivas placas de control, designadas con 50 y representadas esquemáticamente. La fijación de las placas 50 a las estructuras 40 o a la estructura de carga del manipulador 1 puede ser realizada según una técnica conocida, por ejemplo, mediante elementos roscados o bien proporcionando soportes o asientos para el acoplamiento rápido de las

placas 50.

Designado con 51 está dispuesto un sistema de cableado que consta de varios conductores para la conexión de las placas 50 a los medios de detección del módulo respectivo, que pueden comprender sensores de contacto, o bien sensores de proximidad, o bien una combinación de sensores de contacto y sensores de proximidad. Puesto que los sensores mencionados anteriormente están colocados más allá del lado exterior de las estructuras 40 (no visibles en las figuras 4 y 5), estas últimas pueden estar dotadas de orificios para el paso del cableado 51 o de sus conductores.

En diversas realizaciones, la estructura de carga 40 de como mínimo algunos de los módulos tiene asociados elementos de conexión mecánica, para conectar mecánicamente entre sí, de manera desmontable, como mínimo dos módulos de recubrimiento. En realizaciones preferentes, los elementos de conexión mecánica mencionados anteriormente son del tipo de acoplamiento rápido, por ejemplo, con acoplamiento de conexión rápida.

Tal como se ejemplifica 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 ser dispuesta orientada hacia una superficie periférica o pared 42 correspondiente de un segundo módulo adyacente (en el ejemplo, el módulo 24), donde las superficies o paredes enfrentadas mencionadas anteriormente definen o tienen asociados los elementos de conexión mencionados anteriormente para conexión mecánica, designadas con 45 y 46. En el ejemplo, los elementos de conexión 45 son sustancialmente de tipo macho, mientras que los elementos de conexión 46 son sustancialmente de tipo hembra. Los conectores mecánicos del tipo mencionado anteriormente también pueden estar dispuestos en módulos no equipados con medios de detección.

En diversas realizaciones (no representadas), la estructura de carga 40 de como mínimo algunos de los módulos puede tener elementos de conexión eléctrica asociados, para conectar eléctricamente entre sí dos módulos de recubrimiento, o el cableado correspondiente, de manera desmontable. Asimismo, los elementos de conexión eléctrica mencionados anteriormente pueden ser sustancialmente de tipo macho y hembra. Si está previsto, los elementos de conexión eléctrica pueden estar asociados a paredes enfrentadas 42 de dos módulos a acoplar eléctricamente entre sí, por ejemplo, los módulos 23 y 24, preferentemente además de, pero posiblemente también como alternativa a los elementos de conexión mecánica 45, 46. Cabe señalar a este respecto que los elementos de conexión eléctrica mencionados anteriormente pueden estar dispuestos previamente para realizar las funciones de los elementos de conexión mecánica mencionados anteriormente, y viceversa.

Está claro que la estructura 40 de un módulo (también sin medios de detección) puede tener una serie de superficies o paredes que están diseñadas para estar orientadas hacia superficies o paredes correspondientes de módulos adyacentes, teniendo dichas paredes enfrentadas sus respectivos elementos de conexión mecánica y/o elementos de conexión eléctrica asociados. La figura 4 muestra, 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 dotada de elementos de conexión mecánica 45, diseñados para ser acoplados con respectivos elementos de conexión mecánica complementarios dispuestos en la superficie o pared del módulo 26 designado con 43 en la figura 3. Además, o como alternativa, en las paredes 43 de los módulos 23 y 26 podrían estar dispuestos elementos de conexión eléctrica del tipo referido anteriormente. Obviamente, también es posible disponer varios elementos de conexión mecánica y/o elementos de conexión eléctrica, en una misma pared 42 o en varias paredes 42, 43 de un primer módulo, diseñados para un acoplamiento desmontable a elementos de conexión mecánica complementarios y/o a elementos de conexión eléctrica dispuestos en las paredes correspondientes de segundos módulos, adyacentes al primero.

Una vez más en la figura 4, designado con 52, se puede ver un cableado para la conexión eléctrica de una placa de control 50 a la unidad de control 15 de la figura 1. La estructura de soporte 40 de los módulos pueden tener una forma tal que defina, en una pared periférica de los mismos, como mínimo un paso para guiar el cableado, tal como se muestra, por ejemplo, para el módulo 23, en relación con el cableado 51 correspondiente.

Tal como se puede apreciar a partir de la figura 4, la forma sustancialmente de concha, en general cóncava o en forma de corona, de las estructuras 40 permite, si es necesario, un alojamiento efectivo de las placas de control 50, ya sea que estas estén montadas en el lado interior de las propias estructuras 40 o bien en la estructura del manipulador 1, y de todo el cableado 51 y 52, este último también puede estar anclado localmente al lado interior de las estructuras 40, por ejemplo, mediante cintas adhesivas o formas adecuadas de cables.

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 elementos de conexión

mecánica 45, 46 acoplados entre sí. Haciendo referencia a la figura mencionada anteriormente, supóngase que los extremos del cableado 52 están conectados eléctricamente a la unidad de control 15 de la figura 1, siendo utilizados algunos conductores del cableado mencionado anteriormente por la unidad de control 15 para proporcionar la alimentación eléctrica necesaria (preferentemente una alimentación de baja tensión) a las placas de control 50, y otros conductores del cableado mencionado anteriormente que, en cambio, son utilizados por las placas de control 50 para suministrar a la unidad de control 15 las señales que indican detecciones realizadas por los medios de detección, es decir, que indican 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 las proximidades del propio manipulador.

De esta manera, gracias a las conexiones eléctricas independientes, diversos módulos sensorizados del recubrimiento 20 (ejemplificados en el presente documento por los módulos 23 y 24) pueden funcionar independientemente unos de otros, incluso en el caso de fallo de uno de los módulos. Evidentemente, un enfoque de este tipo permite diversas configuraciones posibles para el recubrimiento 20, que puede comprender módulos sensorizados que cubren sustancialmente toda la estructura móvil del manipulador 1 o bien solo una parte de la misma considerada crítica a efectos de colaboración con un operario humano, según el tipo de aplicación final del robot o de otro dispositivo automatizado.

También se apreciará que la unidad de control 15 puede estar convenientemente dispuesta previamente para identificar la placa de control 50 del módulo sensorizado que suministra una de las señales representativas mencionadas anteriormente, reconociendo de este modo la unidad de control 15 el módulo en cuestión, correspondiente a la zona del manipulador en la que se ha detectado el contacto y/o la proximidad de un operario o de otro cuerpo extraño, con el fin de implementar las acciones necesarias. Por supuesto, esto se aplica también en el caso de una placa electrónica 50 dispuesta previamente para el control de varios módulos sensorizados. En otras palabras, una placa electrónica 50 de este tipo puede estar convenientemente dispuesta previamente para identificar cuál de los módulos sensorizados controlados ha generado una señal, y comunicar la información correspondiente a la unidad de control 15.

Por ejemplo, suponiendo que los medios de detección de proximidad estén configurados para detectar la presencia de un cuerpo extraño dentro de una distancia máxima de aproximadamente 5 cm, tras una detección realizada por medio del medio de detección mencionado anteriormente, la unidad de control puede emitir una orden para reducir la velocidad de desplazamiento del manipulador 1 a un valor considerado seguro para un operario humano, por ejemplo, entre 150 y 250 mm/s.

Se pueden implementar estrategias similares después de un contacto causado por un operario humano en el manipulador. Por ejemplo, supongamos que, tras una reducción de velocidad provocada por una señal previa generada por unos medios de detección de proximidad, el operario humano se mueve de manera inesperada y choca accidentalmente contra la superficie de un módulo sensorizado. Como respuesta a la consiguiente señal generada por los correspondientes medios de detección de contacto, la unidad de control 15 puede detener el movimiento del manipulador 1, o bien invertir la dirección de su movimiento. Cabe señalar que el contacto realizado por el operario sobre el recubrimiento sensorizado puede incluso ser voluntario, por ejemplo, cuando el operario desea detener el funcionamiento del robot.

El hecho de que la unidad de control 15 sea capaz de identificar el módulo sensorizado del cual proceden las señales de contacto y/o proximidad, posiblemente permite adoptar 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 a la figura 2, supóngase, por ejemplo, que se detecta un contacto a través del módulo 39, cuando el antebrazo (7, figura 1) del manipulador 1 está situado en una posición inclinada hacia abajo. Por lo tanto, una posible estrategia de control puede prever que la unidad de control 15 emitirá una orden tanto para levantar el antebrazo mencionado anteriormente como para una oscilación simultánea hacia atrás (haciendo referencia a la vista de la figura 1) del brazo 5. Obviamente, esto es solo un ejemplo no limitativo, puesto que las posibles combinaciones de movimientos son innumerables.

Se apreciará que, en una o varias realizaciones, la unidad de control 15 puede ser configurada, mediante una programación adecuada, para aprovechar los módulos de recubrimiento sensorizados como una especie de "interfaz de usuario", destinada a permitir que el operario humano imparta instrucciones básicas a la unidad de control 15.

Tal como ya se mencionó, un solo contacto con un módulo sensorizado puede ser considerado indicativo de una situación que es potencialmente peligrosa para un operario humano, tras lo cual se implementan estrategias de seguridad. Por otra parte, por ejemplo, tres contactos en un módulo sensorizado que se producen en rápida sucesión (que el operario puede realizar también con el dedo de una mano) pueden indicar la voluntad del operario de detener temporalmente el manipulador, sin que el robot tenga que implementar ninguna estrategia de seguridad. A partir de la situación mencionada anteriormente de detención controlada, una secuencia posterior de contactos en un módulo (por ejemplo, dos o cuatro contactos en rápida sucesión) puede indicar la voluntad del operario de reiniciar el funcionamiento del manipulador.

En diversas realizaciones, los módulos adyacentes del recubrimiento sensorizado 20 no están dotados de elementos de conexión mecánica y/o elementos de conexión eléctrica del tipo mencionado anteriormente. Este es habitualmente el caso de módulos que, aunque bastante cerca uno del otro, cubren partes del manipulador 1 que son capaces de moverse con movimiento relativo.

Haciendo referencia a la figura 2, se apreciará, por ejemplo, que el módulo 23, por una parte, y el módulo 28 (o 29), por otra parte, cubren parcialmente la columna 4 y el brazo 5 del manipulador 1 (véase la figura 1), respectivamente, es decir, partes del manipulador que son capaces de realizar desplazamientos relativos. Por lo tanto, entre los módulos 23 y 28 mencionados anteriormente no están dispuestos elementos de conexión de acoplamiento mutuo, ni mecánico ni eléctrico. Por supuesto, consideraciones de este tipo se aplican también a otros módulos del recubrimiento sensorizado 20, 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 una parte, y los módulos 36 y 37, por otra parte, o de nuevo los módulos 30, 31, 34, 35, por una parte, y los módulos 36 y 37, por otra parte (los módulos 36 y 37 están fijados con respecto al antebrazo 7 y, por lo tanto, son capaces de girar con el mismo 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 del recubrimiento 20 comprenden una pluralidad de capas activas y capas pasivas soportadas por la estructura de carga 40.

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

En realizaciones preferentes, asociada a un lado exterior de la estructura de soporte 40 de un módulo de recubrimiento está dispuesta como mínimo una capa de amortiguación, realizada de un material elásticamente comprimible y preferentemente eléctricamente aislante, por ejemplo, un material elastomérico, que está diseñado para absorber la energía cinética derivada del impacto en el módulo en cuestión. Una capa de amortiguación, tal como la designada con 60 en el ejemplo de la figura 6, puede estar realizada de una espuma polimérica, por ejemplo, de poliuretano en espuma. La capa 60 puede tener un grosor comprendido entre 5 y 20 mm, preferentemente entre 8 y 13 mm. De manera indicativa, la capa de amortiguación 60 puede estar dispuesta para absorber el impacto con la fuerza transmitida según los estándares actualmente en vigor, por ejemplo, los estándares ISO 10218-1, -2 y TS 15066.

Cabe señalar que, en diversas realizaciones preferentes, el lado exterior de la estructura 40 al que deben estar asociadas las distintas capas activas y/o pasivas del recubrimiento correspondiente está conformado para tener una superficie exterior lo más uniforme y regular posible, por ejemplo, una superficie plana, o bien una superficie cilíndrica, o bien una superficie cónica. Las superficies de este tipo facilitan la aplicación de las distintas capas activas y/o pasivas sobre la estructura, evitando, por ejemplo, la formación de pliegues o arrugas que pueden tener un efecto adverso sobre la calidad del funcionamiento de algunas capas activas, tal como, por ejemplo, una capa eléctricamente conductora que pertenece a un sensor de proximidad o bien a un sensor de contacto.

En una o varias realizaciones, en el lado superior de la capa de amortiguación 60 de un módulo sensorizado están dispuestos medios de detección de contacto.

En general, los medios de detección de contacto pueden ser de cualquier tipo conocido. Sin embargo, en realizaciones preferentes de la invención, los medios de detección de contacto son de un tipo relativamente flexible y están previstos para extenderse sobre un área sustancialmente correspondiente a la de la cara exterior del módulo en cuestión, o a una parte predominante del mismo. En el ejemplo no limitativo de la figura 6, un dispositivo de detección de contacto está designado como un conjunto con C y tiene en sí mismo una estructura con distintas capas apiladas.

En una o varias realizaciones, el dispositivo de detección de contacto C comprende una capa de material eléctricamente aislante 62, que está dispuesta entre una capa inferior 61 eléctricamente conductora y una capa superior 63 eléctricamente conductora, conectadas a las cuales están dispuestos respectivos conductores, designados con "+" y "-". La capa aislante 62 está realizada preferentemente de un elastómero o, en cualquier caso, de un material elásticamente comprimible, tal como un material en espuma, y tiene una serie de aberturas pasantes. Cada una de las capas 61 y 63 comprende, preferentemente, un tejido que está realizado, como mínimo en parte, de un material eléctricamente conductor o que es convertido en eléctricamente conductor. Simplemente a modo de ejemplo, cada una de las capas 61 y 63 pueden comprender, por ejemplo, un tejido de poliéster recubierto de cobre, posiblemente recubierto de níquel, o bien un tejido de nailon recubierto de plata. También es posible utilizar para las capas 61 y 63 dos tejidos eléctricamente conductores diferentes, por ejemplo, de los dos tipos recién mencionados, que se distinguen

por diferentes características mecánicas. Por ejemplo, para la capa 61, que se va a fijar con respecto a la capa de amortiguación 60, puede resultar ventajoso utilizar un tejido conductor sustancialmente anelástico, mientras que para la capa 63, que debe sufrir una mayor deformación después del impacto para entrar en contacto con la capa 61 (tal como se explica más adelante), puede resultar ventajoso utilizar un tejido conductor sustancialmente elástico, preferentemente bielástico.

En general, es preferente que las capas 61 y 63 tengan una resistencia eléctrica superficial muy baja, a título indicativo, no superior a 100 mΩ.

Las capas o tejidos 61 a 63 son relativamente delgadas (de manera indicativa, el grosor total de las capas 61 a 63 apiladas no excede los 5 o 6 mm) y, por lo tanto, son intrínsecamente flexibles, para ser adaptable al perfil subyacente de la capa de amortiguación 60 que, a su vez, depende del perfil de la estructura subyacente 40. La capa intermedia 62 tiene un grosor mayor que las capas 61 y 63 y, aunque comprimible, es más rígida que estas. La capa 62 puede tener, de manera indicativa, un grosor comprendido entre 2 y 4 mm, mientras que las capas 61 y 63 pueden tener un grosor, de manera indicativa, comprendido entre 0,10 y 0,30 mm.

La capa comprimible intermedia 62 tiene, como se ha dicho, una serie de aberturas u orificios pasantes. Haciendo referencia al ejemplo no limitativo de la figura 7, los orificios mencionados anteriormente (designados con 62a) se extienden por la mayor parte de la capa 62. Tal como se puede apreciar, de esta manera, la capa eléctricamente conductora 61 y la capa eléctricamente conductora 63 localmente están enfrentadas entre sí en las aberturas 62a. Asimismo, se apreciará que, de esta manera, la capa 63 puede entrar en contacto con la capa 61 como mínimo en una de dichas aberturas pasantes 62a, tras una deformación de la capa 63 y de la capa elásticamente flexible 62.

Los orificios 62 son preferentemente circulares, para garantizar una mayor uniformidad, pero esto no constituye una característica esencial. A título indicativo, el diámetro de los orificios 62a está comprendido entre 10 y 20 mm, y su paso (es decir, la distancia entre ellos) está comprendido entre 3 y 8 mm.

Tal como se representa esquemáticamente en la figura 8a, en ausencia de presión sobre el dispositivo de detección C, la capa aislante intermedia 62 mantiene distanciadas entre sí las capas conductoras 61 y 63, también en las zonas de los orificios 62a, dando lugar a través de los conductores "+" y "-" a una señal eléctrica que la correspondiente placa de control 50 puede interpretar como ausencia de impacto sobre el módulo sensorizado en cuestión. Por otra parte, tal como se representa esquemáticamente en la figura 8b, en presencia de impacto, es decir, de una presión, sobre el dispositivo de detección C, la capa intermedia 62 puede sufrir deformación elástica y permitir el contacto entre las capas 61 y 63 como mínimo en uno de sus orificios pasantes 62a. Se obtiene de este modo una conducción eléctrica directa entre las dos capas 61 y 63, con la consiguiente variación de dicha señal eléctrica a través de los conductores "+" y "-", que la correspondiente placa electrónica 50 puede interpretar como correspondiente al impacto que ha tenido lugar en el módulo sensorizado.

El contacto directo de la capa 63 sobre la capa 61 en uno o varios orificios 62a, es decir, la conmutación del sensor C, se permite mediante la deformación de la propia capa 63 y de la capa flexible 62 y depende del grado del impacto sobre el recubrimiento 20. En otras palabras, el umbral de conmutación del sensor C es función de la capacidad de deformación de las capas que recubren el propio sensor. El grosor o, más en general, las características de resistencia a la deformación de las capas superpuestas mencionadas anteriormente se eligen por lo tanto de modo que la conmutación del sensor C se produzca en el caso de que el respectivo módulo de recubrimiento está involucrado en un impacto que se produce con una energía cinética superior a un umbral de seguridad sustancialmente predefinido. El umbral indicado anteriormente se elige preferentemente de modo que evite riesgos graves para la seguridad de un operario humano en caso de impacto con el módulo en cuestión. A título indicativo, el umbral mencionado anteriormente, que representa la fuerza límite del impacto, puede estar comprendido entre 60 N y 200 N. En el caso en que se desee garantizar la máxima protección, por ejemplo, para salvaguardar también la cara de un operario de posibles daños, el umbral de seguridad puede estar comprendido entre 50 N y 100 N.

Por lo tanto, tal como se puede ver, en diversas realizaciones preferentes, el dispositivo de detección de contacto C funciona sustancialmente como sensor de tipo ENCENDIDO/APAGADO, sin necesidad de establecer, a efectos de detección de la presencia o ausencia de impacto, valores umbral concretos de la resistencia eléctrica, como es en cambio habitualmente el caso de los sensores de contacto de tipo piezoeléctrico. Además, aunque el sensor C tiene una superficie de detección extensa, su coste de fabricación es decididamente limitado, por ejemplo, en comparación con los sensores piezoeléctricos mencionados anteriormente, con la ventaja adicional de garantizar la repetibilidad de la detección. El funcionamiento del sensor C no depende de la precarga impuesta sobre sus capas eléctricamente conductoras 61 y 63 durante la fabricación del módulo sensorizado (a diferencia, por ejemplo, de los tejidos piezorresistivos utilizados en los sensores piezoeléctricos, donde correspondiendo a variaciones de la tensión mecánica de tracción aplicada existe una variación de las características funcionales).

En diversas realizaciones preferentes, el dispositivo de detección de contacto C incluye como mínimo dos resistencias, de las cuales una primera resistencia está conectada entre las dos capas conductoras 61 y 63, y una segunda resistencia está conectada, en concreto en serie, al conductor "+" o al conductor "-", estando previstas dichas resistencias en concreto para permitir la discriminación de posibles condiciones de mal funcionamiento del dispositivo C. Haciendo referencia al caso mostrado en las figuras 6 y 7, la primera resistencia mencionada anteriormente se designa con Rp, mientras que la segunda resistencia mencionada anteriormente se designa con Rs. Las dos resistencias tienen preferentemente diferentes valores de resistencia eléctrica (por ejemplo, la resistencia Rs puede tener un valor de aproximadamente una décima parte del valor de la resistencia Rp).

Con el fin de clarificar más completamente este aspecto, se supone simplemente a modo de ejemplo que la resistencia Rp tiene un valor de resistencia comprendido entre 3000 y 5000 Ω, y que la resistencia Rs tiene un valor comprendido entre 300 y 500 Ω.

En ausencia de impacto o presión ejercida sobre el dispositivo C, es decir, una situación correspondiente a la de la figura 8a, a través de los conductores "+" y "-" se podrá detectar un valor de resistencia igual a $R_p + R_s$ a través de la correspondiente placa de control 50. Por otra parte, en presencia de impacto o presión sobre el dispositivo C, es decir, una situación correspondiente a la de la figura 8b, a través de los conductores "+" y "-" se podrá detectar un valor de resistencia igual al valor de solo la resistencia Rs a través de la correspondiente placa de control 50. Tal como se mencionó anteriormente, la placa de control 50 podrá de este modo distinguir entre las dos condiciones (presencia o ausencia de impacto) en base al diferente valor de resistencia detectado. En el caso de que, por el contrario, la placa 50 detecte un valor infinito de resistencia o, en cualquier caso, un valor muy superior al intervalo normal de funcionamiento (3300 a 5500 Ω, en el ejemplo no limitativo mencionado anteriormente), se producirá un fallo de funcionamiento debido, por ejemplo, a una interrupción de uno de los dos conductores "+" y "-", o bien debido a una desconexión no deseada de un conector al que están conectados los conductores desde el conector complementario dispuesto en la placa de control 50. Si, por el contrario, la placa 50 detecta un valor nulo de resistencia o, en cualquier caso, un valor muy inferior al intervalo normal de funcionamiento (3300 a 5500 Ω, en el ejemplo no limitativo mencionado anteriormente), se producirá un fallo de funcionamiento diferente, habitualmente debido a un cortocircuito entre los propios conductores "+" y "-" o de un conector correspondiente.

En realizaciones preferentes, los medios de detección de contacto de un módulo de recubrimiento sensorizado, por ejemplo, un dispositivo de detección C tal como se ejemplificó anteriormente, pueden estar dispuestos entre una capa de recubrimiento inferior y una capa de recubrimiento superior, que están realizadas de un material elásticamente comprimible y eléctricamente aislante. Haciendo referencia al ejemplo no limitativo de la figura 6, la capa de recubrimiento inferior mencionada anteriormente está proporcionada por la capa de amortiguación 60, mientras que la capa de recubrimiento superior está proporcionada por una capa de amortiguación adicional, designada con 64, preferentemente realizada de un material eléctricamente aislante y un material elásticamente comprimible. En diversas realizaciones, la capa 64 es sustancialmente la misma (en cuanto a material y dimensiones) que la capa de amortiguación 60.

Cuando se aplica una carga sobre la capa de amortiguación 64, por ejemplo, después de un impacto entre el módulo de recubrimiento en cuestión y un operario humano, como mínimo el material comprimible de la capa 64 sufre deformación, determinando por lo tanto una presión sobre las capas 61 a 63, y activando por lo tanto el dispositivo de detección de contacto C, tal como se explicó anteriormente.

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 los medios de detección de contacto como los medios de detección de proximidad, estos últimos están dispuestos en una posición más elevada que los primeros, es decir, en una posición más externa con respecto a la estructura 40, que representa la capa más interior de un módulo de recubrimiento. Por otra parte, no queda excluida del alcance de la invención una disposición inversa, es decir, con los medios de detección de contacto en una posición superior a los medios de detección de proximidad.

En el caso de módulos sensorizados que incluyen, en cambio, solamente los medios de detección de proximidad, se pueden omitir las capas 61 a 64 de la figura 6, posiblemente aumentando en consecuencia el grosor de la capa de amortiguación 60.

Los medios de detección de proximidad pueden ser de cualquier tipo conocido, pero también son preferentemente de un tipo relativamente flexible y se obtienen de modo que se tenga un área superficial que corresponda sustancialmente a la de la cara exterior del módulo en cuestión o de una parte predominante del mismo. En el ejemplo no limitativo de la figura 6, un dispositivo de detección de proximidad se designa como conjunto con P.

En una o varias realizaciones, el dispositivo de detección de proximidad P es de tipo capacitivo y comprende

una capa de material eléctricamente conductor. Haciendo referencia al ejemplo no limitativo de la figura 6, la mencionada capa eléctricamente conductora, sensible o activa a los efectos de la detección de proximidad está designada con 65.

5 Preferentemente, la capa 65 comprende un tejido que está realizado de un material eléctricamente conductor o que se convierte en tal, por ejemplo, un tejido realizado de poliéster recubierto de cobre, posiblemente recubierto con níquel, o también un tejido realizado de nailon recubierto de plata.

10 En el ejemplo no limitativo de la figura 6, la capa eléctricamente conductora 65 está dispuesta encima de la capa de amortiguación 64.

15 En una posible realización práctica, en el dispositivo de detección de proximidad P, la capa conductora 65, utilizada como sensor capacitivo, está conectada a un chip de detección capacitiva basado en un circuito LC (tal como el chip FDC2214 fabricado por Texas Instruments Incorporated, EE. UU.), dispuesto en la placa de control 50 para la obtención y el procesamiento de los datos (véase la ficha técnica del chip mencionado anteriormente y la documentación de aplicación correlacionada). Básicamente, cuando un operario humano (u otro cuerpo extraño) se acerca a la capa conductora 65, hay una variación de capacitancia en el circuito LC, y una variación consiguiente de la frecuencia de oscilación. La medición de esta variación de frecuencia, realizada por el chip, indica por lo tanto la proximidad del operario humano (o de otro cuerpo extraño) a la capa 65, es decir, al lado exterior del recubrimiento sensorizado. Tal como ya se mencionó, los medios de detección P pueden ser configurados de tal manera que la distancia máxima desde la capa 65 dentro de la cual se puede detectar la presencia de un cuerpo extraño es de aproximadamente 5 cm. Por otra parte, se apreciará que, por ejemplo, basándose en la variación de capacitancia en el circuito LC y en la consiguiente variación de la frecuencia de oscilación, también es posible establecer una pluralidad de umbrales de detección por parte del dispositivo de detección de proximidad P, que corresponden a diversas distancias de un cuerpo extraño desde el lado exterior del recubrimiento sensorizado (por ejemplo, un primer umbral PT1 correspondiente a una distancia de 3 cm desde la superficie más exterior del recubrimiento y a una distancia sustancialmente cero de la superficie exterior mencionada anteriormente).

20 25 30 En diversas realizaciones, una capa de amortiguación adicional está dispuesta por encima de los medios de detección de proximidad, preferentemente con un grosor menor que el de las capas 60 y/o 64. Haciendo referencia a la figura 6, por lo tanto, dispuesta sobre la capa sensible 65 está la capa de amortiguación adicional mencionada anteriormente, designada con 66, realizada de un material eléctricamente aislante y elásticamente comprimible. La capa 66 está realizada preferentemente de un material elastomérico, tal como un material en espuma, que tiene, por ejemplo, un grosor comprendido entre 2 y 4 mm.

35 40 45 Preferentemente, cada módulo comprende una capa de recubrimiento exterior, preferentemente realizada de un material eléctricamente aislante. Haciendo referencia al ejemplo no limitativo de la figura 6, la capa de recubrimiento exterior, designada con 67, puede estar formada por una pintura, preferentemente una pintura a base de poliuretano, aplicada en el lado exterior de la capa 66. Para este fin, en realizaciones preferentes, en el lado exterior mencionado anteriormente de la capa 66 se puede aplicar previamente una imprimación, destinada a facilitar la adhesión de la capa pintada 67. En el caso de módulos sensorizados que incluyen solo los medios de detección de contacto C, la capa de recubrimiento 67 puede ser aplicada sobre la capa de amortiguación 64 (que posiblemente haya sido previamente dotada de una imprimación). La capa de recubrimiento 67 puede tener un grosor comprendido entre 0,5 y 1,5 mm, aunque no se excluye un grosor mayor de la misma con la condición de que se garantice su flexibilidad o deformación elástica.

50 En diversas realizaciones, la capa de recubrimiento 67 se extiende también en los lados periféricos de la estructura constituida por las capas 40, 60 a 66, en concreto hasta la estructura de carga 40, por ejemplo, hasta su lado interior y/o hasta las paredes del tipo designado con 42 y 43 en las figuras 4 y 5: esto no constituye, sin embargo, una característica esencial. Tal como se ha dicho, de hecho, la capa de recubrimiento está formada preferentemente por una pintura adecuada, preferentemente una pintura que no sea eléctricamente conductora, que recubre el lado más exterior de la estructura multicapa del módulo.

55 También se representa esquemáticamente en la figura 6 la placa de control 50 del módulo 24 ejemplificado, así como una disposición para ventilación forzada, designada con 70, que comprende, por ejemplo, un ventilador accionado por un motor eléctrico.

60 65 En diversas realizaciones, pueden estar montados uno o varios ventiladores 70 en partes de la estructura del manipulador 1 cubiertas por el recubrimiento 20, estando las partes mencionadas anteriormente dotadas de soportes adecuados diseñados para este propósito. Por otra parte, según otras realizaciones, los ventiladores pueden estar montados en el lado interior de la estructura 40 de uno o varios módulos, no necesariamente módulos sensorizados. La presencia de estos medios de ventilación forzada favorece la circulación de aire en el interior de las cavidades definidas por el recubrimiento 20, por ejemplo, para facilitar la refrigeración de los componentes encerrados en el interior de dicha cubierta mencionada anteriormente (tal como las placas 50 o los motores M de las articulaciones del manipulador 1). Con el fin de permitir la circulación del aire de

refrigeración (es decir, aspiración de aire del exterior y expulsión del aire más caliente al exterior), uno o varios módulos del recubrimiento 20 pueden estar dotados de conductos, por ejemplo, en forma de una serie de hendiduras, tal como se representa esquemáticamente con una línea discontinua en la figura 2.

5 El funcionamiento de la disposición de ventilación 70 puede ser controlado mediante la placa de control 50 de un módulo sensorizado o mediante la placa de control 50 a la que están conectados una pluralidad de módulos sensorizados. Para este fin, en posibles realizaciones, dicha placa 50 está dotada ventajosamente de un sensor de temperatura (por ejemplo, de tipo NTC), para activar la disposición de ventilación cuando la temperatura del aire detectada en el interior de un área circunscrita por el recubrimiento 20 alcanza o supera un umbral predefinido.

10 En diversas realizaciones, para el propósito de la fabricación de un módulo sensorizado, tal como el módulo 24 de la figura 6, las diversas capas son ensambladas mediante pegamentos o adhesivos, diseñados para mantener las propias capas adheridas unas a otras y evitar un posible deslizamiento de las mismas tras un contacto o un impacto.

Tal como ya se mencionó, la capa base representada por la estructura de carga 40 está dotada de la forma determinada en la etapa de diseño, siendo esta forma variable según el área del manipulador a cubrir.

20 A continuación, la capa de amortiguación 60 se coloca sobre la correspondiente estructura de carga 40 y se fija a la misma mediante pegamento. Para ello, la capa 60 presenta una forma y unas dimensiones tales que reproducen como mínimo las del lado exterior de la estructura de carga 40, de modo que la cubra totalmente o prácticamente enteramente. La capa 60 puede, por ejemplo, ser cortada o troquelada a partir de una lámina del material utilizado. Asimismo, las capas 61 a 63 y las capas 64 a 66 están dispuestas en las formas y dimensiones necesarias, por ejemplo, mediante corte o troquelado, y a continuación, pegadas unas a otras. Pegadas en sucesión sobre la capa de amortiguación 60 están dispuestas las capas 61 a 63, siendo pegada a continuación la capa de amortiguación 64 sobre la capa 63. Las capas 61 a 64 se ensamblan entre sí, por ejemplo, en el orden mostrado en la figura 6, utilizando preferentemente uno o varios pegamentos que tienen una capacidad adhesiva que es reducida o en cualquier caso inferior a la del pegamento o pegamentos utilizados para fijar la capa 60 sobre la estructura 40: el propósito de esto es no alterar la elasticidad de las capas 61, 63, activas obteniendo al mismo tiempo un sensor estable. Por supuesto, la aplicación de los pegamentos entre las capas 61 a 63 es tal que no aísla eléctricamente las capas mencionadas anteriormente unas de otras. Cabe señalar que, en lugar de la utilización de un pegamento añadido, una o varias de las capas 61 y 63 pueden estar ya dispuestas previamente en la etapa de fabricación para tener una superficie de las mismas dotada de adhesivo, equipada con una película correspondiente que puede ser desprendida.

40 A continuación, también están dispuestas la capa activa 65 adicional y la correspondiente capa pasiva superior 66 en las formas y dimensiones necesarias para cubrir un área sustancialmente correspondiente a la cara exterior del módulo de recubrimiento, o a una parte predominante del mismo. A continuación, las capas 65 y 66 son pegadas sucesivamente sobre la capa 64, también en este caso utilizando preferentemente pegamentos con características de adhesividad reducidas, por las razones explicadas anteriormente en relación con las capas 61 a 64 (asimismo, la capa 65 posiblemente ya podría estar dispuesta en la etapa de fabricación para presentar una superficie de la misma dotada de adhesivo con una película que puede ser desprendida). Finalmente, se aplica la capa de recubrimiento exterior 67 que, tal como se ha mencionado anteriormente, puede ser aplicada en forma de pintura, posiblemente después de la aplicación de una imprimación sobre la capa 66.

50 La estructura en capas descrita haciendo referencia a la figura 6 puede, por supuesto, ser utilizada para obtener todos los módulos sensorizados del recubrimiento 20. Tal como se ha mencionado anteriormente, la secuencia y/o el número de capas de un módulo, ya sea sensorizado o no, puede incluso ser diferente de los descritos y mostrados a modo de ejemplo.

60 La figura 9 es una ilustración esquemática de un posible modo de conexión de algunos módulos sensorizados, tales como los módulos 23 y 24 de las figuras 4 y 5 y los módulos 28 y 29 de la figura 2. Tal como ya se mencionó, en implementaciones de este tipo está dispuesto el cableado 51 para la conexión de los medios de detección C y/o P de los diversos módulos a las placas de control 50, y el cableado 52 para la conexión de las diversas placas 50 a la unidad de control 15, donde dicho cableado 51, 52 incluye cables para llevar el suministro eléctrico desde la unidad 15 a las placas 50 y, por lo tanto, a los correspondientes medios de detección C y/o P, y para transportar desde las placas 50 a la unidad 15 las señales correspondientes a las detecciones realizadas por los medios de detección C y/o P. Por supuesto, las configuraciones de conexión eléctrica de los módulos de recubrimiento a la unidad de control 15 pueden ser múltiples, según el enfoque de diseño adoptado. La figura 9 ejemplifica tanto el caso de módulos sensorizados individuales (en este caso los módulos 28 y 29) cada uno dotado de una placa de control electrónico 50 propia, como el caso de varios módulos sensorizados (en este caso los módulos 23 y 24) conectados a la misma placa 50 que, por lo tanto, funciona como "concentrador". Se apreciará en cualquier caso que, en diversas realizaciones, la configuración de la red utilizada para conectar entre sí la unidad de

control 15 y una pluralidad de módulos puede ser diferente de la ejemplificada, por ejemplo, utilizando una arquitectura de bus de tipo bucle, de tipo estrella, de tipo cadena margarita, etc.

5 En diversas realizaciones, una o varias placas de control 50 están equipadas con un módulo de comunicación inalámbrica, para la transmisión por radiofrecuencia de como mínimo las señales correspondientes a las
 10 detecciones realizadas por los medios de detección C y/o P conectados. Para ello, la unidad de control 15 estará dotada de un correspondiente módulo de comunicación inalámbrica. A los efectos de la transmisión inalámbrica de los datos se podrá utilizar el estándar de comunicación que se considere más conveniente para la aplicación (WiFi, Bluetooth, ZigBee, etc). Asimismo, la transmisión de los datos puede ser realizada
 15 según un estándar adecuado o un protocolo patentado. El cableado entre la unidad de control 15 y las distintas placas 50 se utilizará para el suministro eléctrico de las propias placas con los módulos de comunicación asociados, que, si así se requiere, también pueden ser de un tipo capaz de gestionar la comunicación bidireccional. Obviamente, en el caso de la implementación de comunicación inalámbrica de datos, el cableado 51, 52 puede incluir solamente conductores para el suministro eléctrico de las placas 50 y de los medios de detección C y/o P de los diversos módulos sensorizados.

20 Los conceptos expuestos anteriormente en cuanto a construcción, funcionamiento y conexión de módulos de un recubrimiento sensorizado se pueden aplicar a los dispositivos automatizados que tengan una o varias partes móviles incluso diferentes de un manipulador de un robot industrial.

25 Por ejemplo, un recubrimiento sensorizado del tipo descrito anteriormente, aunque dotado de módulos que tienen formas diferentes de las representadas en las figuras 2 a 5, puede ser utilizado ventajosamente para el recubrimiento parcial de herramientas de robot o efectores finales. Un caso de este tipo se ejemplifica en la figura 10, en la que designada como conjunto con 100 está dispuesta una herramienta de sujeción o pinza,
 30 cuya estructura de carga 101 incluye una pieza de fijación dispuesta previamente (según técnicas conocidas per se) para conexión mecánica y posiblemente conexión de potencia (conexión eléctrica, o neumática o hidráulica) en la brida 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 provocar la apertura y el cierre de elementos o mordazas de sujeción (uno de los cuales se puede ver en 103 en la figura 11) de una pieza a trabajar o manipular.

35 Tal como se puede observar, en el ejemplo esquemático mostrado, asociados a la estructura 101 están dispuestos una pluralidad de módulos 110, 111 y 112, 113 de recubrimiento, que proporcionan dos recubrimientos sensorizados 120 para diferentes zonas de la herramienta 100. En concreto, los módulos 110 y 111 están diseñados para envolver una parte superior de la herramienta 100, más cercana a la parte de unión a la brida del manipulador, mientras que los módulos 112 y 113 están diseñados para envolver una parte inferior de la herramienta 100, en cuyo interior los elementos de sujeción 103 mencionados anteriormente son móviles. Cabe señalar que, en aras de una mayor claridad, la representación de la placa o placas de control 50 y del cableado 51, 52 correspondiente se ha omitido en las figuras 10 y 11.

40 En la figura 11, la representación del módulo 111 se ha omitido, mientras que el módulo 113 se representa en una situación en la que está separado del módulo 112. Los módulos 110 y 111 y 112 y 113 están dotados de los respectivos elementos de conexión mecánica y/o eléctrica, que son capaces de acoplar entre sí los dos módulos en cuestión en la situación montada, pudiéndose ver parcialmente en la figura 11 solo los elementos de conexión 45 y 46 de los módulos 112 y 113. Los elementos de conexión mecánica mencionados anteriormente pueden ser configurados posiblemente también para realizar la función de conexión eléctrica entre los dos módulos. En cualquier caso, en realizaciones del tipo ejemplificado en las figuras 10 y 11, los módulos 110 y 111 y 112 y 113 pueden estar dotados de respectivos medios de conexión mecánica desmontables, en concreto medios de acoplamiento rápido.

50 En diversas realizaciones, se da a conocer una herramienta de robot u otro efector final, cuya estructura está cubierta, como mínimo en parte, por un recubrimiento sensorizado del tipo descrito en el presente documento para su utilización en colaboración estricta con un operario humano, e incluye para este propósito un dispositivo de guía manual.

55 Por ejemplo, las figuras 10 y 11 ejemplifican una realización en la que dicho dispositivo de guía incluye una pluralidad de empuñaduras 115, sobre cada una de las cuales el operario puede ejercer una fuerza en una determinada dirección (empujar, tirar, subir, bajar) para conseguir que el manipulador 1 realice movimientos correspondientes a, y necesarios para la ejecución del proceso. Asociado a las empuñaduras 115 está
 60 dispuesto un sensor de fuerza, que está conectado en comunicación de señales a la unidad de control 15 (en modo cableado o inalámbrico) para permitir a esta última reconocer la dirección de desplazamiento deseada por el operario. Preferentemente asociado a cada pomo 115 está dispuesto un botón pulsador correspondiente, para controlar la conmutación de los elementos de sujeción 103 entre las respectivas posiciones de apertura y cierre.

65 En el caso ejemplificado, se prevén cuatro empuñaduras 115, en cuatro lados diferentes de la herramienta

100, con el fin de permitir al operario humano elegir cada vez la empuñadura que considere más conveniente para llevar a cabo la operación que se realizará en colaboración con el robot.

5 En las figuras 12 y 13 se ejemplifica una herramienta o efector final diferente, designado como conjunto con 200, en concreto una herramienta de rectificado o pulido. También en este caso, la estructura de carga 201 de la herramienta 200 incluye una pieza de unión dispuesta previamente para su conexión a la brida 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 provocar la rotación de un disco 203 para desgastar o pulir una pieza de trabajo. También en las figuras 12 y 13, en aras de una mayor claridad, la representación de la placa o placas de control 50 y del cableado 51, 52 correspondiente ha sido omitida.

15 En el ejemplo esquemático mostrado en la figura 12, asociados a la estructura 201 están dispuestos dos módulos de recubrimiento 210, 211, destinados a proporcionar un recubrimiento sensorizado 220 que, en su mayor parte, envuelve la estructura 201, dejando el disco de mecanizado 203 expuesto. En la figura 13, donde se ha omitido la representación del módulo 210, se puede apreciar cómo, también en este caso, los módulos 210 y 211 están dotados de los respectivos elementos de conexión mecánica (y posiblemente eléctrica), pudiendo verse en este caso solo el conector 46 asociado a la estructura de carga del módulo 211, con los elementos de conexión mencionados anteriormente que son capaces de acoplar entre sí los dos módulos en cuestión en la situación montada. Para el resto, se aplican las consideraciones ya expuestas en relación con la herramienta 100 de las figuras 10 y 11.

25 En el caso ejemplificado, también la herramienta 200 está dotada de un dispositivo de guía manual que, en este caso, incluye dos pomos 215, que son en general paralelos y están asociados 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, cada una de las empuñaduras dispone de un botón pulsador correspondiente para controlar la rotación del motor 102.

30 El recubrimiento sensorizado según la invención puede ser aplicado también a dispositivos para mover componentes que están siendo sometidos a un mecanizado. Un ejemplo en este sentido se muestra esquemáticamente en la figura 14, en la que se designa como conjunto con 300 un vehículo guiado automáticamente (AGV, Automated Guided Vehicle), para el transporte de una pieza K genérica en un contexto de fabricación. Asociadas a la estructura de carga 301 del vehículo 300 están dispuestas ruedas 302, algunas de las cuales son accionadas en rotación mediante 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 configurar parámetros de funcionamiento, según una técnica conocida per se. Según la invención, la estructura 301 está dotada de un recubrimiento sensorizado, designado como conjunto con 320, conectado eléctricamente a la unidad de control mencionada anteriormente. En el ejemplo se dan a conocer una pluralidad de módulos de recubrimiento 321 a 328, preferentemente pero no necesariamente todos sensorizados, conformados de tal manera que, en su situación ensamblada, rodean sustancialmente la estructura 301 por completo. Preferentemente, la parte superior de la estructura 301 se mantiene en cambio expuesta, para soportar sobre ella la pieza K soportada. Asimismo, en este tipo de implementaciones se aplican los principios descritos anteriormente y, por ello, por ejemplo, la provisión en como mínimo algunos de los módulos 321 a 328 de medios de detección de contacto y/o medios de detección de proximidad y, preferentemente, medios de conexión mecánica y posiblemente medios de conexión eléctrica, para la interconexión mecánica y posiblemente eléctrica, respectivamente, de varios módulos adyacentes, etc.

50 Los módulos mostrados haciendo referencia a las figuras 10 a 14 pueden ser obtenidos como los módulos descritos haciendo referencia a las figuras 1 a 9 anteriores. Por supuesto, la invención puede ser aplicada también a otros tipos de dispositivos automatizados utilizados en la fabricación industrial y que se distinguen por la presencia de una o varias piezas sujetas a movimiento en zonas potencialmente cercanas a un operario humano, tales como mesas giratorias y correderas.

55 En diversas realizaciones, el recubrimiento sensorizado según la invención comprende una disposición de señalización, configurada para suministrar información sobre un estado de funcionamiento del mismo, y posiblemente información sobre el estado de funcionamiento del dispositivo automatizado en el que está instalado el recubrimiento.

60 En diversas realizaciones preferentes, la disposición de señalización es una disposición de tipo óptico, que comprende un dispositivo emisor de luz multicolor, que puede ser controlado para generar señales luminosas, cuyo color y/o modalidad de emisión (continua o intermitente) depende/dependen del tipo de información a suministrar.

65 Por ejemplo, se puede suponer que un dispositivo emisor de luz genérico de tipo RGB está asociado a un

recubrimiento sensorizado según la invención, montado sobre un robot, por ejemplo, del tipo descrito anteriormente.

5 La emisión continua de luz con un primer color (por ejemplo, azul) puede ser comprendida como una indicación de que el robot se encuentra en un estado de colaboración, es decir, en un modo de funcionamiento "automático" o "a distancia" que prevé la presencia de un operario humano en la proximidad del robot, al que se le ha impuesto una velocidad reducida de desplazamiento del manipulador correspondiente. La emisión de luz del mismo color, pero parpadeante o intermitente, puede ser comprendida como una indicación de que el robot se encuentra en un estado de guiado manual por parte de un operario humano, por ejemplo, obtenido a través de los dispositivos de guía 115 o 215 de las figuras 9 y 10 y 11 y 12, respectivamente, estando impuesta también en este caso una velocidad reducida de desplazamiento del manipulador.

15 La emisión continua de luz con un segundo color (por ejemplo, rojo) puede ser comprendida como una indicación de que se ha producido un impacto sobre el recubrimiento sensorizado, detectado a través de los medios de detección de contacto C, mientras que la emisión de luz del mismo color, pero parpadeante o intermitente, puede ser comprendida como una indicación de la presencia de un cuerpo extraño, incluido un operario, a una distancia del recubrimiento sensorizado que puede ser detectada a través de los medios de detección de proximidad P (también en estos casos, preferentemente en condiciones de funcionamiento del robot, al que se le impone una velocidad de desplazamiento reducida).

25 La emisión de luz con un tercer color (por ejemplo, verde) puede ser comprendida como una indicación de que el robot está funcionando en modo de funcionamiento "automático" o "a distancia" a velocidad normal (es decir, no reducida), lo que no prevé la presencia de un operario humano cerca del manipulador. Para este fin, la zona de trabajo del manipulador puede estar equipada, por ejemplo, con un sistema conocido para detectar la posible presencia de un operario, tal como un sistema de escáner láser (en los casos mencionados anteriormente, tras la detección de la presencia de un operario, la unidad de control del robot puede, por ejemplo, interrumpir el funcionamiento del propio robot o imponer al manipulador la velocidad reducida de desplazamiento mencionada anteriormente).

30 Finalmente, la ausencia de emisión de luz puede ser comprendida como una indicación de que el robot está en un modo de "programación".

35 La lógica que supervisa el control del dispositivo emisor de luz está implementada preferentemente en la unidad de control del robot, tal como en la unidad 15 de la figura 1.

40 En diversas realizaciones, el dispositivo emisor de luz comprende una o varias tiras de LED RGB, que pueden ser montadas en el lado exterior del recubrimiento sensorizado o bien en su lado interior, o nuevamente en una estructura subyacente, en hendiduras o espacios adecuados de la propia cubierta.

45 Por ejemplo, el caso de una tira de LED RGB está ejemplificado en las figuras 2 y 3, representada esquemáticamente con trazos y designada con 80, que está montada por debajo del recubrimiento 20, sustancialmente en posiciones correspondientes a partes enfrentadas entre sí de dos módulos del propio recubrimiento (en el ejemplo, los módulos 31 y 32). En dicho tipo de implementación, las partes enfrentadas de los dos módulos en cuestión pueden tener una forma para definir entre ellas una hendidura que tiene una anchura suficiente para garantizar que la luz emitida por la tira de LED 80 sea visible desde fuera del recubrimiento; en las figuras 2 y 3 dicha hendidura está designada con 81. En el caso ejemplificado, la tira de LED 80 puede ser fijada en su posición en la estructura del manipulador 1, por ejemplo, por medio de soportes proporcionados a tal efecto. Obviamente son posibles otras configuraciones de montaje, por ejemplo, en la estructura 40 de un módulo; tal como se ha dicho, el emisor de luz 80 también podría estar montado en el lado exterior del recubrimiento 20. Por supuesto, es posible montar varios emisores de luz 80 en diferentes partes del manipulador, con el fin de garantizar que las señales de luz sean visibles desde varios lados.

55 Lo que se ha descrito en relación con la disposición de señalización óptica, y ejemplificado en relación con un robot, puede ser implementado también en otros dispositivos automatizados, tales como los dispositivos de las figuras 10 y 11, 12 y 13 y 14.

60 Las figuras 15, 16 y 17 son ilustraciones esquemáticas de algunas posibles situaciones de detección mediante un recubrimiento sensorizado según la invención, instalado, por ejemplo, en un robot del tipo descrito haciendo referencia a las figuras 1 a 9. En estas figuras, el recubrimiento designado con 20, está representado solo de manera esquemática. Las líneas PT1 y PT2 representan esquemáticamente dos posibles umbrales de detección predefinidos para los medios de detección de proximidad (P) del recubrimiento, que pueden corresponder, por ejemplo, a una distancia de aproximadamente 5 cm y aproximadamente 0,5 cm, respectivamente, desde la superficie más exterior del recubrimiento. La línea CT representa esquemáticamente un umbral de activación de los medios de detección de contacto (C) del

recubrimiento (el umbral CT mencionado anteriormente puede ser comprendido, por ejemplo, como el umbral de deformación de las capas 62 a 67 de la figura 6 necesario para provocar la conmutación del dispositivo de detección C de las figuras 6 a 8).

5 La figura 15 muestra el caso en el que un operario humano 20 resulta estar a una distancia del recubrimiento 20 que está dentro del intervalo del umbral PT1 (5 cm, en el ejemplo no limitativo). Después de la detección mencionada anteriormente, la unidad de control 15 emite una orden para detener el movimiento del manipulador 1. En dicho caso, si dentro de un cierto tiempo preestablecido (por ejemplo, comprendido entre 2 y 5 s), la unidad 15 no detecta (a través de los medios de detección C) un impacto sobre el recubrimiento 20, se reanuda el movimiento del manipulador 1. El umbral o distancia PT1 es preferentemente configurable, por ejemplo, según el tipo de aplicación del robot.

15 La figura 16 muestra, en cambio, el caso en el que un operario humano 20 se encuentra dentro de una distancia del recubrimiento 20 que está dentro del rango del umbral PT2 (0,5 cm, en el ejemplo no limitativo), o, en la práctica, en una situación en la que ha rozado o ha entrado en ligero contacto con la superficie exterior del recubrimiento. También después de dicha detección, la unidad de control 15 emite una orden para detener el movimiento del manipulador 1. También en este caso, si dentro de un cierto tiempo preestablecido (por ejemplo, comprendido entre 2 y 5 s), la unidad 15 no detecta (a través de los medios de detección C) un impacto sobre el recubrimiento 20, se reanuda el movimiento del manipulador 1. El umbral o distancia PT2 es preferentemente un umbral no modificable, en la medida en que representa una situación crítica, es decir, un contacto o cuasi contacto del recubrimiento con un cuerpo extraño. En otras palabras, el umbral PT1 puede ser considerado como un umbral funcional, es decir, un umbral que puede ser establecido libremente en función del tipo de aplicación del robot o de determinadas funciones que se van a asignar al recubrimiento sensorizado, mientras que el umbral PT2 es un umbral de seguridad, que está diseñado para garantizar la seguridad de un operario humano.

Finalmente, la figura 17 muestra el caso en el que ocurre un impacto en el recubrimiento 20, como para provocar la conmutación de los medios de detección de contacto C (umbral TC), así como, evidentemente, la detección de proximidad representada por la superación de ambos umbrales PT1 y PT2. En este caso (señales de ambos sensores P y C), la unidad de control 15 detiene el movimiento del manipulador 1, que puede, por ejemplo, ser reiniciado solamente accionando un elemento de control específico (por ejemplo, un botón pulsador de inicio o reinicio) presente en la unidad de control 15.

35 Tal como se mencionó anteriormente, las situaciones correspondientes a las figuras 15 y 16 pueden ser señaladas visualmente mediante un dispositivo emisor de luz, tal como la tira de LED 80, con una primera modalidad predefinida de emisión de luz (por ejemplo, luz roja parpadeante), mientras que la situación correspondiente a la parte C) de la figura 15 puede ser señalada con una segunda modalidad predefinida de emisión de luz (por ejemplo, una luz de un color diferente, o bien una vez más una luz roja, pero emitida de manera continua). Tal como se ha dicho, se pueden utilizar otros colores y/o modalidades de encendido/apagado del emisor 80 para señalar otros estados del recubrimiento y/o del robot (por ejemplo, tal como se ejemplificó anteriormente, una luz azul continua para indicar un estado de colaboración, una luz azul intermitente para indicar un estado de guía manual, una luz verde continua para indicar un modo de funcionamiento "automático" o "a distancia" no colaborativo, ausencia de emisión de luz, para indicar un modo "de programación").

45 De la descripción anterior se desprenden claramente las características de la presente invención, así como sus ventajas.

50 La naturaleza modular del recubrimiento sensorizado descrito permite obtener múltiples configuraciones, con la posibilidad de sensorizar sustancialmente toda la estructura móvil de un automatismo o solo una parte de ella, según el tipo de aplicación. La solución permite una cómoda instalación de los módulos de recubrimiento, así como una igualmente cómoda retirada de los mismos en caso de necesidad. La presencia de una estructura de carga permite definir la forma de los módulos individuales según la aplicación, con la posibilidad de prever recubrimientos sensorizados para diversos tipos de automatismos. La naturaleza en forma de concha de las estructuras de carga de los módulos permite definir espacios útiles para alojar las partes eléctricas/electrónicas del sistema de recubrimiento y de partes del dispositivo automatizado, además de ser aprovechables a efectos de ventilación.

60 La presencia de los medios de detección integrados como mínimo en algunos de los módulos del recubrimiento permite la detección del contacto y/o la proximidad de cuerpos extraños al propio recubrimiento, así como identificar qué zona del recubrimiento está implicada en el contacto con el cuerpo extraño o en el enfoque de este último, con la posibilidad de regular la implementación de las consiguientes acciones correctivas. Los medios de detección, en concreto los medios de detección de contacto, presentan una estructura y una construcción simples, y no requieren calibraciones concretas, aunque garantizan una alta fiabilidad y repetibilidad y precisión de intervención. También se garantizan las funciones de seguridad pasiva, gracias a la presencia de una o varias capas elásticamente flexibles que, por lo tanto, son capaces de

absorber el impacto y prevenir o limitar sus consecuencias negativas.

5 La presencia de una disposición de señalización permite suministrar, en un modo simple e intuitivo, información sobre los estados o situaciones de funcionamiento del recubrimiento sensorizado, incluida la detección del tipo de contacto o impacto y, posiblemente, información sobre el estado de funcionamiento del dispositivo automatizado en el que está instalada la propia cubierta.

10 Está claro que el experto en la materia puede realizar numerosas variaciones al recubrimiento sensorizado y al dispositivo automatizado descrito a modo de ejemplo, sin por ello apartarse del alcance de la invención tal como está definida en las reivindicaciones siguientes.

15 La invención puede ser aplicada a robots industriales de diferentes dimensiones y cargas, es decir, tanto a robots para cargas modestas (por ejemplo, unos pocos kilogramos) como a robots para cargas pesadas (por ejemplo, cientos de kilogramos), así como a robots de un tipo diferente a los antropomórficos ejemplificados en el presente documento, por ejemplo, robots con una configuración cartesiana, una configuración cilíndrica, una configuración polar o una configuración de SCARA (*Selective Compliance Assembly Robot Arm*).

20 Una o varias capas pasivas mencionadas anteriormente, por ejemplo, las capas de amortiguación 60 y/o 64, pueden estar constituidas a su vez por varias capas de material superpuestas y fijadas entre sí, por ejemplo, mediante encolado.

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 (15, 50; 303), configurado para controlar los medios de accionamiento (M; 102; 202); y
 10 - un recubrimiento sensorizado (20; 120; 220; 320), que cubre como mínimo parte de la estructura móvil (4 a 8; 103; 203; 301),
 en el que el recubrimiento sensorizado (20; 120; 220; 320) comprende una pluralidad de módulos de recubrimiento (21 a 39; 110 a 113; 210 y 211; 321 a 328), que incluyen uno o varios módulos de recubrimiento sensorizados (23, 24, 28, 29) que tienen medios de detección (C, P),
 en el que cada módulo de recubrimiento sensorizado (23, 24, 28, 29) tiene una estructura que comprende una
 15 pluralidad de capas (40, 60 a 67) distintas superpuestas, que comprende una capa de carga (40) realizada de un material rígido o semirrígido, que tiene una forma predefinida y, como mínimo, una capa de amortiguación (60, 64, 65) realizada de un material elásticamente comprimible, soportada por la capa de carga (40),
 en el que cada módulo de recubrimiento sensorizado (23, 24, 28, 29) integra como mínimo un dispositivo de detección de contacto (C),

20 **caracterizado por que:**

- el como mínimo un dispositivo de detección de contacto incluye una primera capa inferior eléctricamente conductora (61) y una segunda capa superior eléctricamente conductora (63) entre las que está dispuesta una capa eléctricamente aislante (62),
 25 - la capa eléctricamente aislante (62) del como mínimo un dispositivo de detección de contacto (C) está realizada de un material elásticamente comprimible y tiene una pluralidad de aberturas pasantes (62a) dispuestas de tal manera que la primera capa inferior eléctricamente conductora (61) y la segunda capa superior eléctricamente conductora (63) están enfrentadas localmente entre sí en dichas aberturas pasantes (62a).

30 2. Dispositivo automatizado, según la reivindicación 1, en el que el dispositivo de detección de contacto (C) comprende:

- un primer conductor eléctrico (-) y un segundo conductor eléctrico (+) conectados a la primera capa inferior eléctricamente conductora (61) y a la segunda capa superior eléctricamente conductora (63),
 35 respectivamente, para aplicar una diferencia de potencial entre ellas; y
 - como mínimo dos resistencias (Rs, Rp), de las cuales una primera resistencia (Rp) conectada entre la primera capa inferior eléctricamente conductora (61) y la segunda capa superior eléctricamente conductora (63), y una segunda resistencia (Rs) conectada a uno del primer conductor eléctrico (-) y el segundo conductor eléctrico (+),
 40 teniendo la primera resistencia (Rp) y la segunda resistencia (Rs) preferentemente diferentes valores de resistencia eléctrica, siendo el valor de la resistencia eléctrica de la primera resistencia (Rp) preferentemente mayor que el valor de la resistencia eléctrica de la segunda resistencia (Rs).

45 3. Dispositivo automatizado, según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, que comprende, además, una disposición de señalización de tipo óptico (80, 81), configurada para suministrar información que representa como mínimo una situación detectable a través de los medios de detección (C, P), comprendiendo la disposición de señalización de tipo óptico (80, 81) como mínimo un dispositivo emisor de luz multicolor (80) controlable para generar señales luminosas, cuyo color y/o o modalidad de emisión dependen del tipo de
 50 información que se desea suministrar.

4. Dispositivo automatizado, según la reivindicación 3, en el que el como mínimo un dispositivo emisor de luz multicolor (80) comprende una tira de LED RGB.

55 5. Dispositivo automatizado, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la capa de carga (40) de como mínimo algunos de los módulos de recubrimiento (21 a 39; 110 a 113; 210 a 211; 321 a 328) define o tiene elementos de conexión asociados (45, 46), configurados para permitir que como mínimo dos módulos de recubrimiento (23, 24, 28, 29) diferentes que son adyacentes entre sí se conecten mecánica y/o eléctricamente entre sí de manera desmontable, en el que preferentemente la capa de carga (40) de un
 60 primer módulo de recubrimiento (23) tiene como mínimo una superficie o pared (42, 43) orientada hacia una superficie o pared (42, 43) correspondiente de un segundo módulo de recubrimiento (24) adyacente, estando asociados los respectivos elementos de conexión a la superficie o pared del primer módulo de recubrimiento (23) y a la superficie o pared del segundo módulo de recubrimiento (24).

65 6. Dispositivo automatizado, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la primera capa inferior eléctricamente conductora (61) y la segunda capa superior eléctricamente conductora (63) comprenden cada

una un tejido eléctricamente conductor, siendo la segunda capa superior eléctricamente conductora (63) preferentemente más elástica que la primera capa inferior eléctricamente conductora (62).

5 7. Dispositivo automatizado, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que como mínimo un módulo de recubrimiento sensorizado (23, 24, 28, 29) integra como mínimo un dispositivo de detección de proximidad (P), que comprende como mínimo una capa respectiva de material eléctricamente conductor (65), en concreto un tejido eléctricamente conductor.

10 8. Dispositivo automatizado, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende una pluralidad de dichos módulos de recubrimiento sensorizados (23, 24, 28, 29) conectados en comunicación de señal con una unidad de control (15) del sistema de control (15, 50; 303), y configurados para suministrar señales o datos que representan detecciones realizadas a través de los respectivos medios de detección (C, P), estando configurada la unidad de control (15) para identificar un módulo de recubrimiento sensorizado de dicha pluralidad (23, 24, 28, 29) que suministra dichas señales o datos.

15 9. Dispositivo automatizado, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la pluralidad de distintas capas superpuestas (40, 60 a 67) comprende una o varias de las siguientes:

20 - una capa inferior de amortiguación (60), colocada por debajo del dispositivo de detección de contacto (C), realizada de un material elásticamente comprimible, y asociada a un lado exterior de la capa de carga (40);
 - una capa superior de amortiguación (64, 66), colocada por encima del dispositivo de detección de contacto (C), realizada de un material elásticamente comprimible;
 - una capa de recubrimiento exterior (67), realizada de un material eléctricamente aislante y que define como mínimo parte de una superficie exterior de un respectivo módulo de recubrimiento.

25 10. Dispositivo automatizado, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que las distintas capas superpuestas (60 a 67) que se extienden por encima de la capa de carga (40) son flexibles y/o tienen un área superficial sustancialmente correspondiente al área de una cara exterior del correspondiente módulo de recubrimiento (23, 24, 28, 29) o de una parte predominante del mismo.

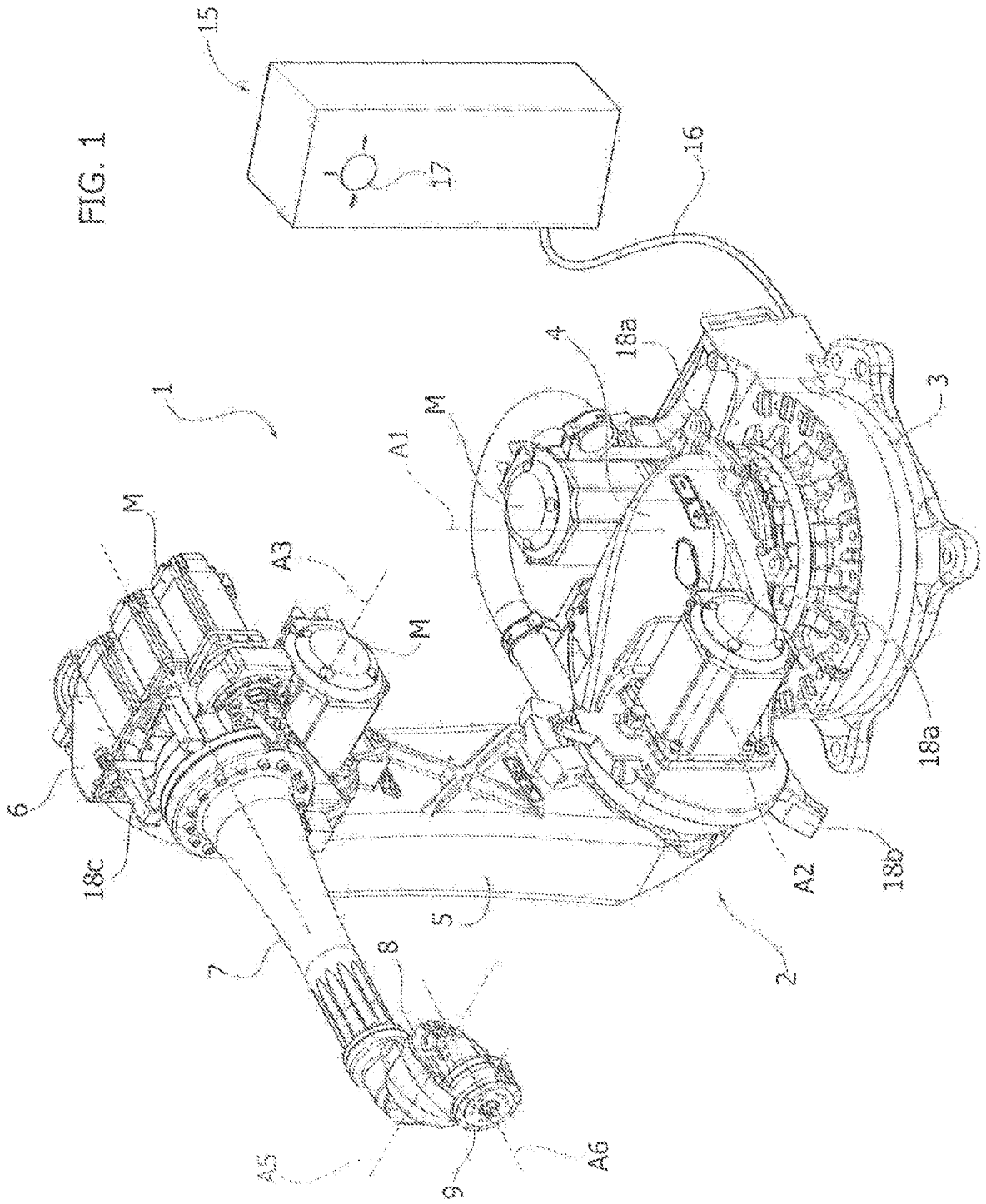
30 11. Dispositivo automatizado, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que la capa de carga (40) tiene una forma para definir un espacio libre entre un lado interior de la misma y una parte subyacente de la estructura móvil (4 a 8; 103; 203; 301), en concreto para alojar componentes (50, 51, 52, 70, 80) y/o para definir conductos de ventilación.

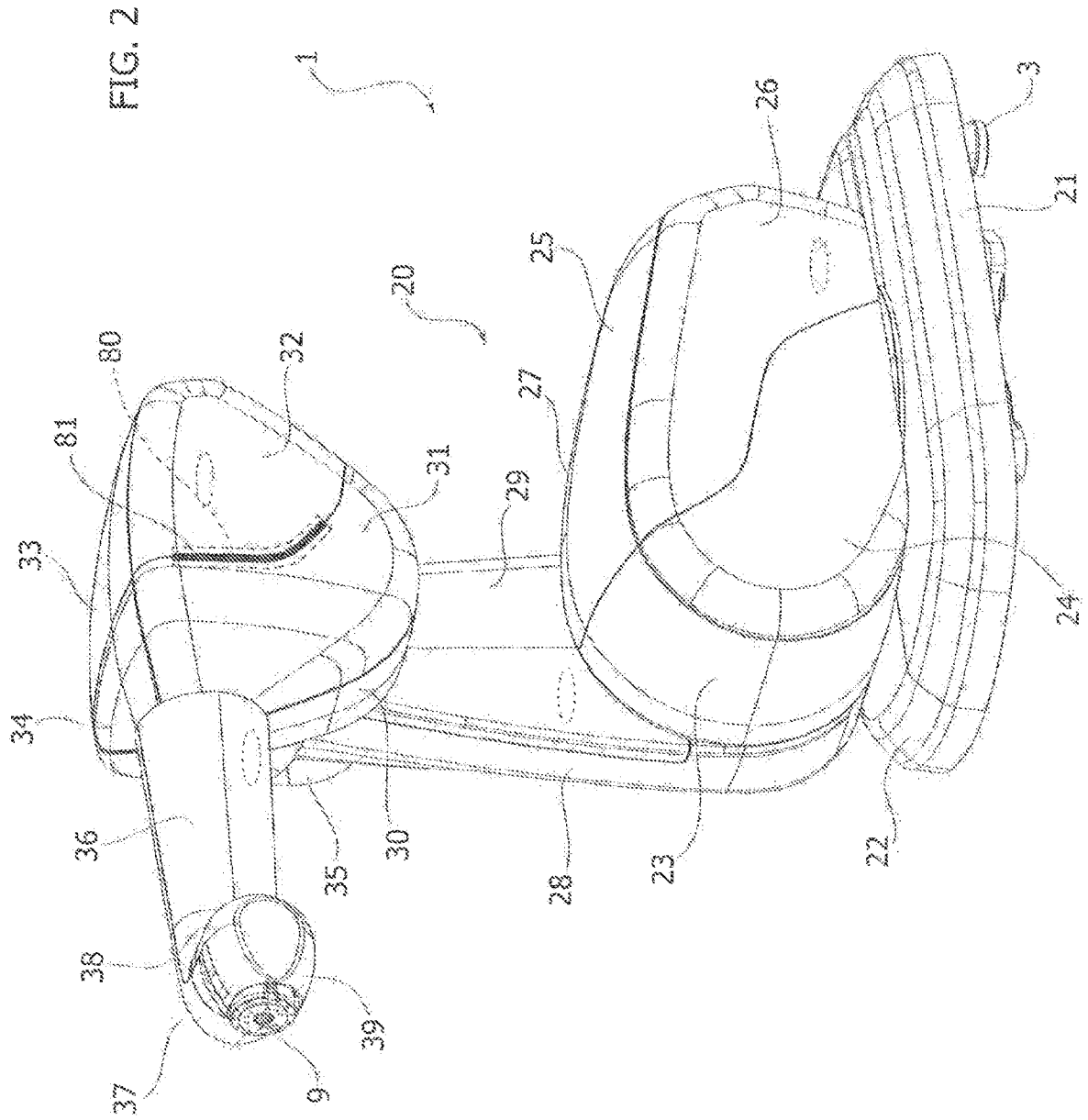
35 12. Dispositivo automatizado, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, que comprende como mínimo una placa de control electrónico (50) conectados a la cual están los medios de detección (C, P) de un módulo sensorizado (28, 29) respectivo o bien los medios de detección (C, P) de una pluralidad de módulos sensorizados (23, 24), estando configurada como mínimo una placa de control electrónico (50) para la conexión en comunicación de señal con una unidad de control (15) del sistema de control (15, 50; 303) del dispositivo automatizado (1, 15; 100; 200; 300).

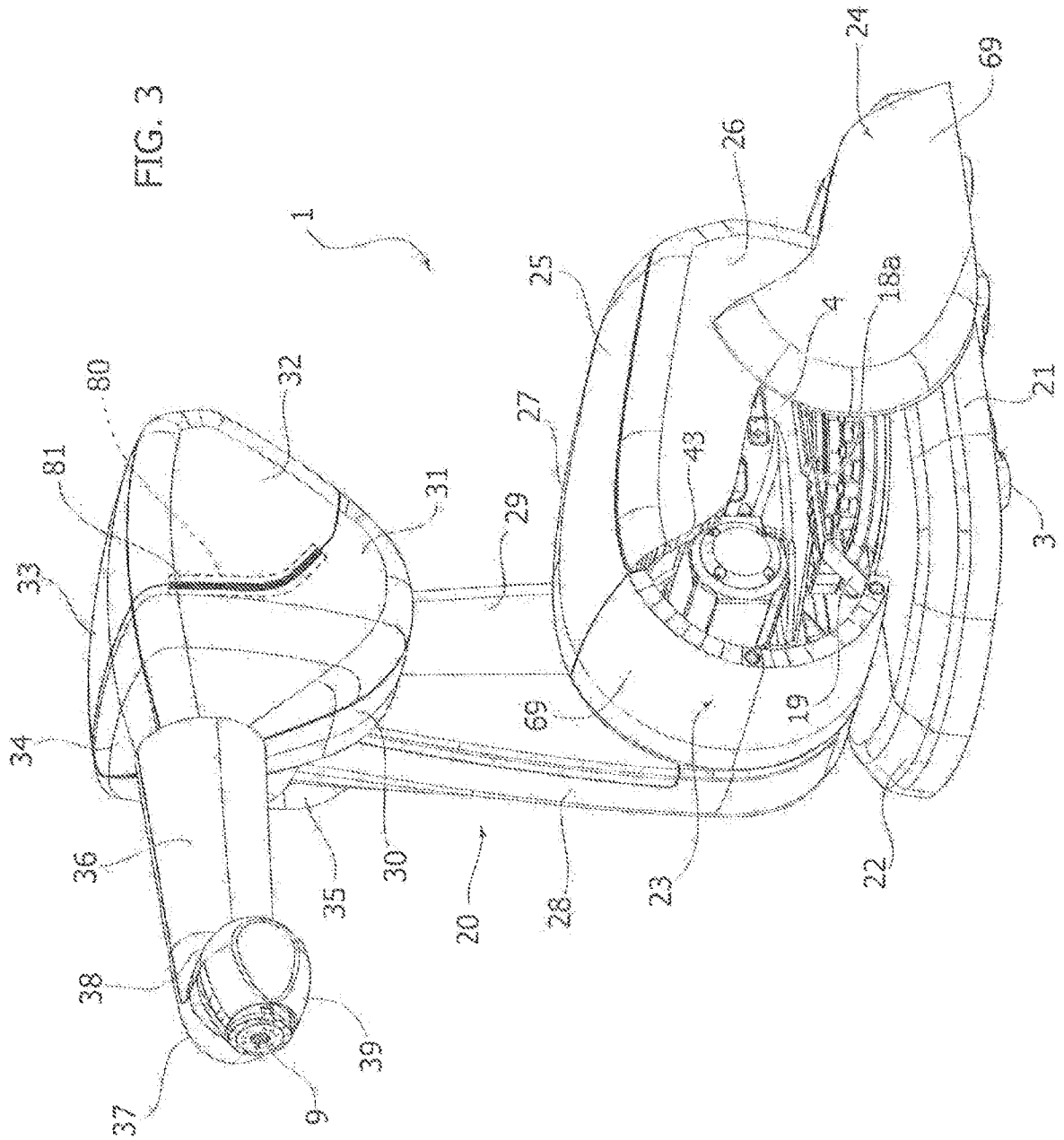
45 13. Recubrimiento sensorizado (20; 120; 220; 320), configurado para cubrir como mínimo parte de una estructura (4 a 8; 103; 203; 301) de un dispositivo automatizado (1, 15; 100; 200; 300), comprendiendo el recubrimiento sensorizado (20; 120; 220; 320) una pluralidad de módulos de recubrimiento (21 a 39; 110 a 113; 210 y 211; 321 a 328), teniendo cada uno una respectiva estructura de carga de forma predefinida (40), asociada a la cual está dispuesta como mínimo una capa de material elásticamente comprimible (60, 64, 66), incluyendo el recubrimiento sensorizado (20; 120; 220; 320) uno o varios elementos de detección (C, P), comprendiendo el uno o varios elementos de detección (C, P) un dispositivo de detección de contacto (C),
 50 **caracterizado por que** el dispositivo de detección de contacto (C) incluye una primera capa eléctricamente conductora (61) y una segunda capa eléctricamente conductora (63), situada entre las cuales se encuentra una capa intermedia eléctricamente aislante (62) realizada de un material elásticamente comprimible, teniendo la capa intermedia eléctricamente aislante (62) una pluralidad de aberturas pasantes (62a) dispuestas de tal manera que la primera capa eléctricamente conductora (61) y la segunda capa
 55 eléctricamente conductora (63) están localmente una frente a la otra en dichas aberturas pasantes (62a).

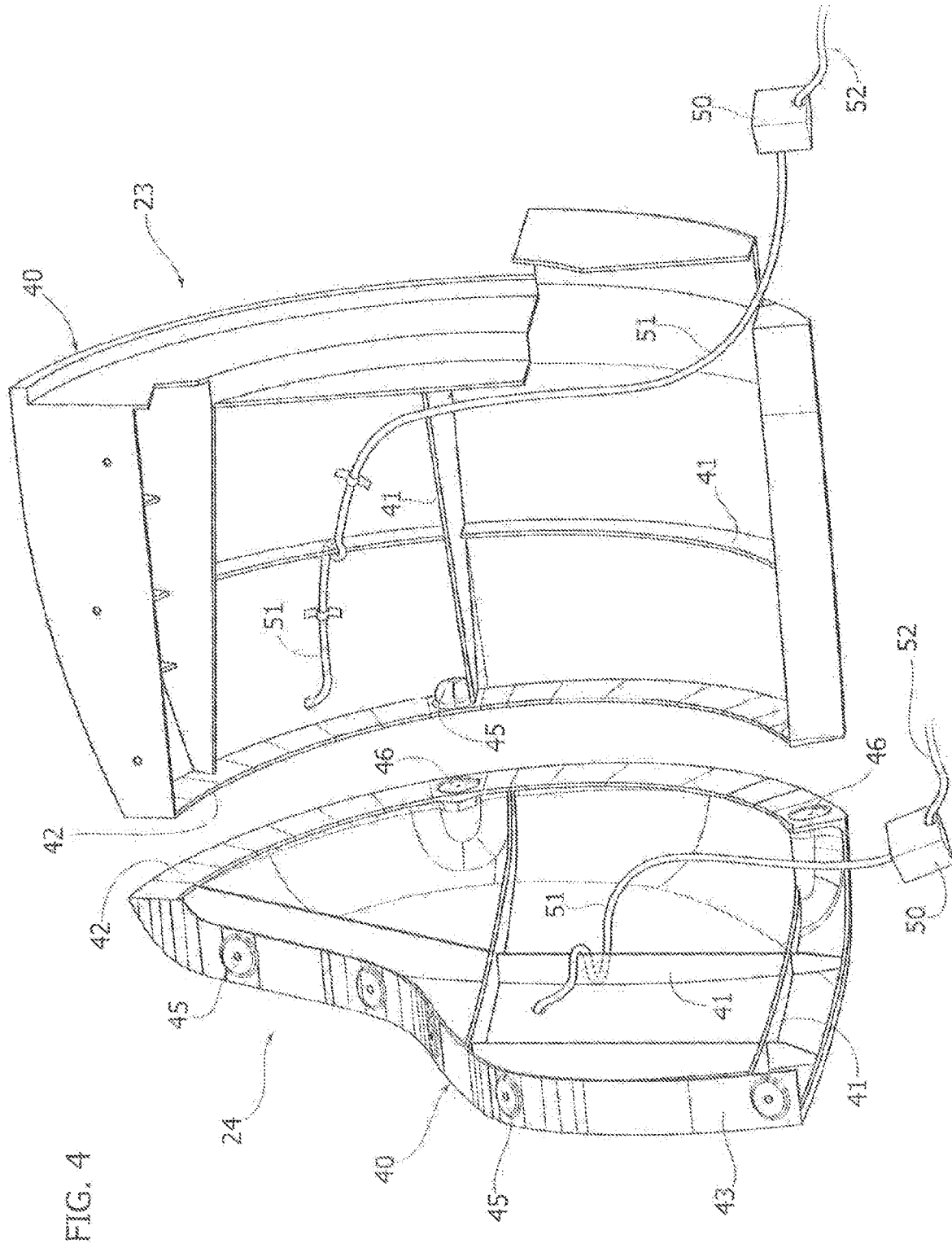
60 14. Recubrimiento sensorizado (20; 120; 220; 320), según la reivindicación 13, que comprende, además, una disposición de señalización de tipo óptico (80, 81), configurada para suministrar información sobre como mínimo un estado operativo del recubrimiento sensorizado (20; 120; 220; 320) que puede ser detectado por el uno o varios elementos de detección (C, P), comprendiendo la disposición de señalización de tipo óptico (80, 81) como mínimo un dispositivo emisor de luz multicolor (80), que puede ser controlado para generar señales luminosas, cuyo color y/o modalidad de emisión dependen del tipo de información que se desea suministrar.

65 15. Dispositivo automatizado, en concreto un robot, que comprende un recubrimiento sensorizado (20; 120; 220; 320) según la reivindicación 13 o 14.









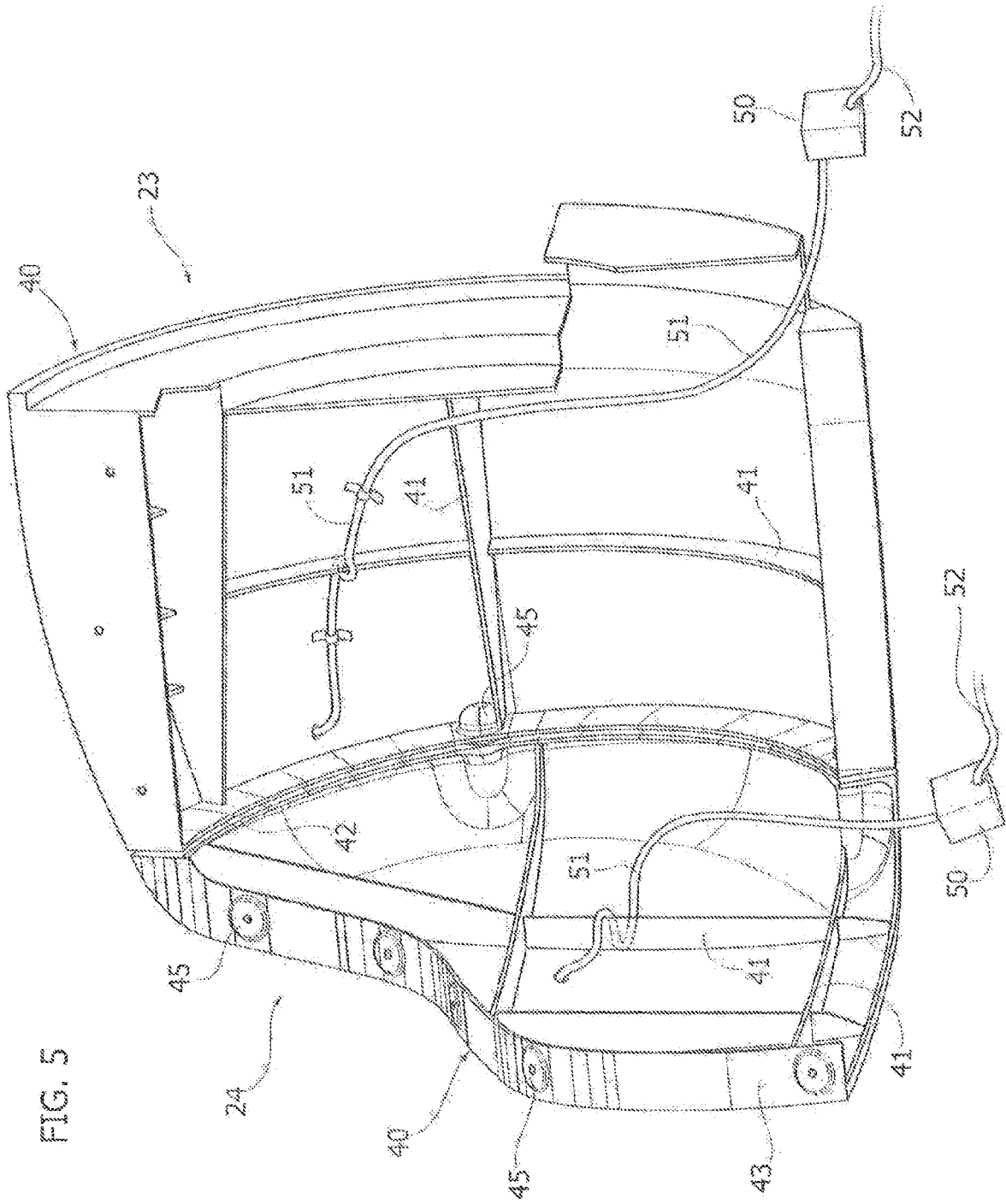


FIG. 5

FIG. 6

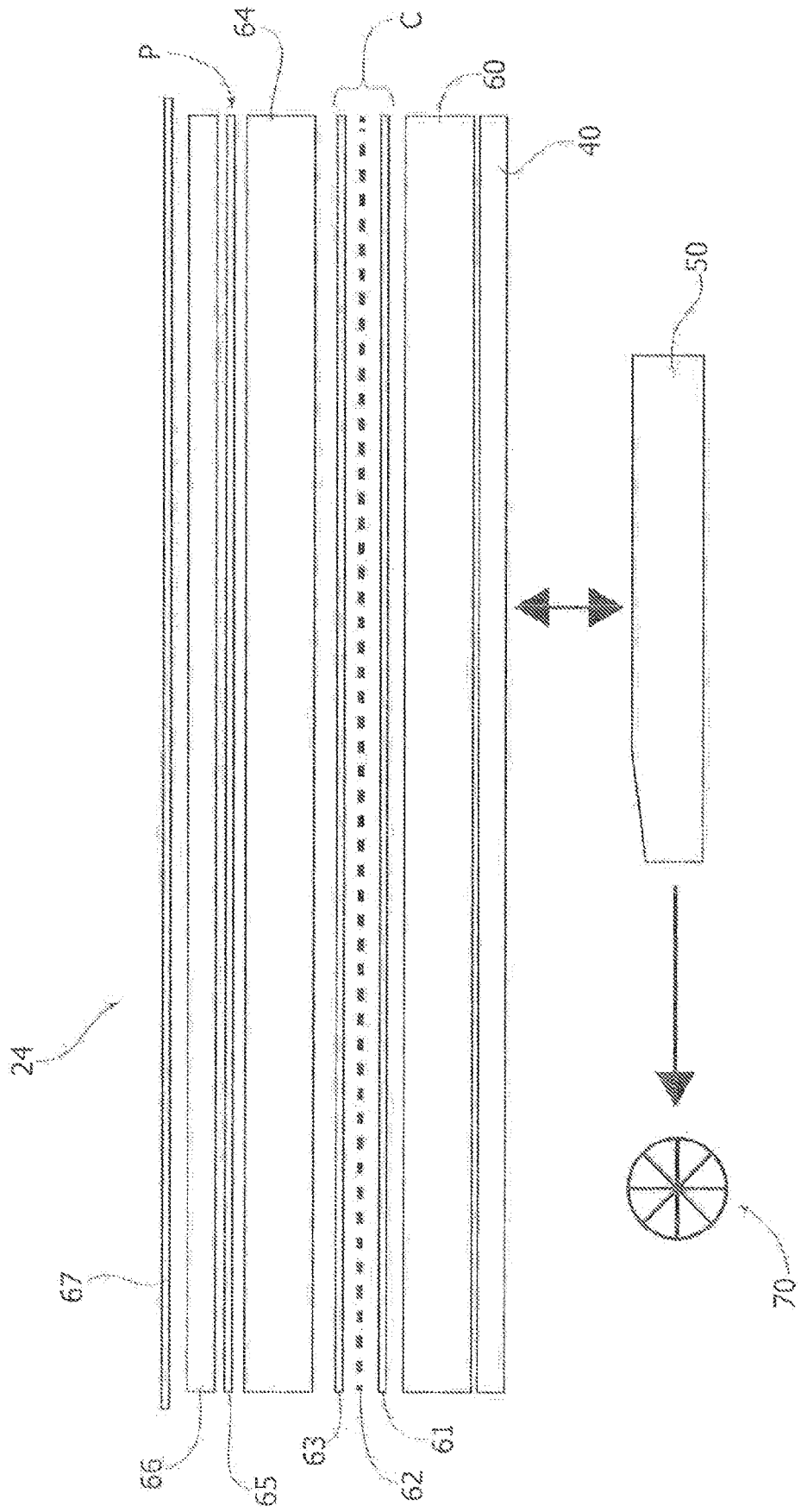


FIG. 8

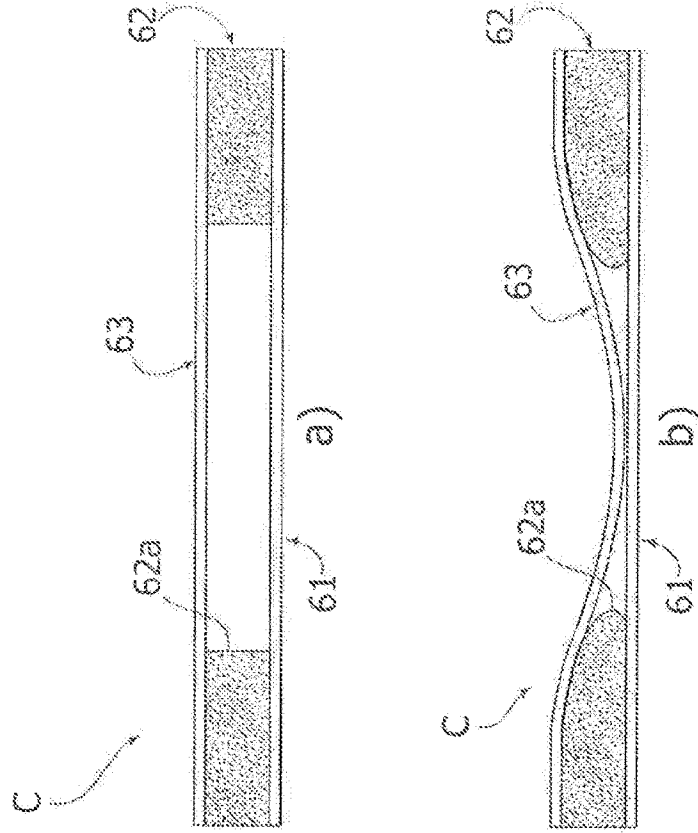


FIG. 7

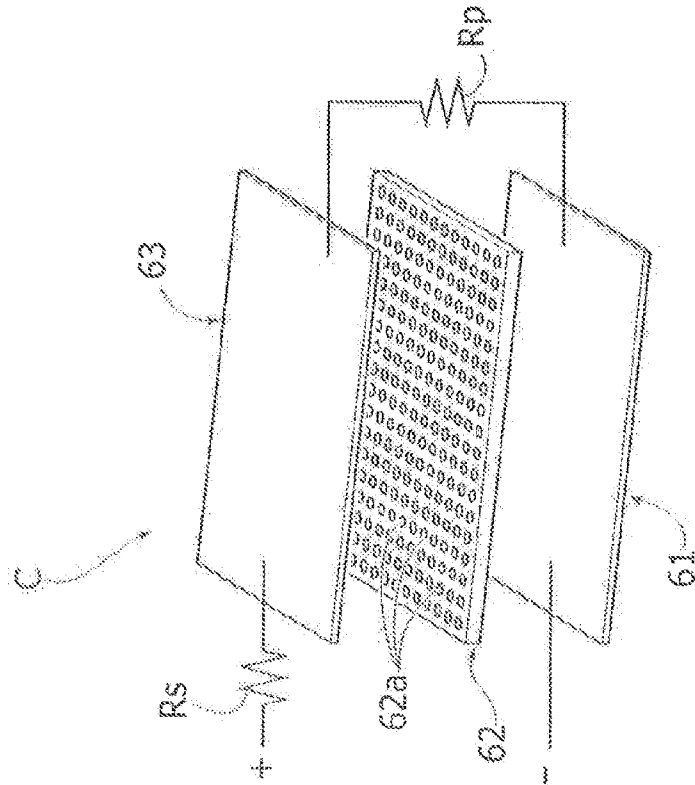


FIG. 9

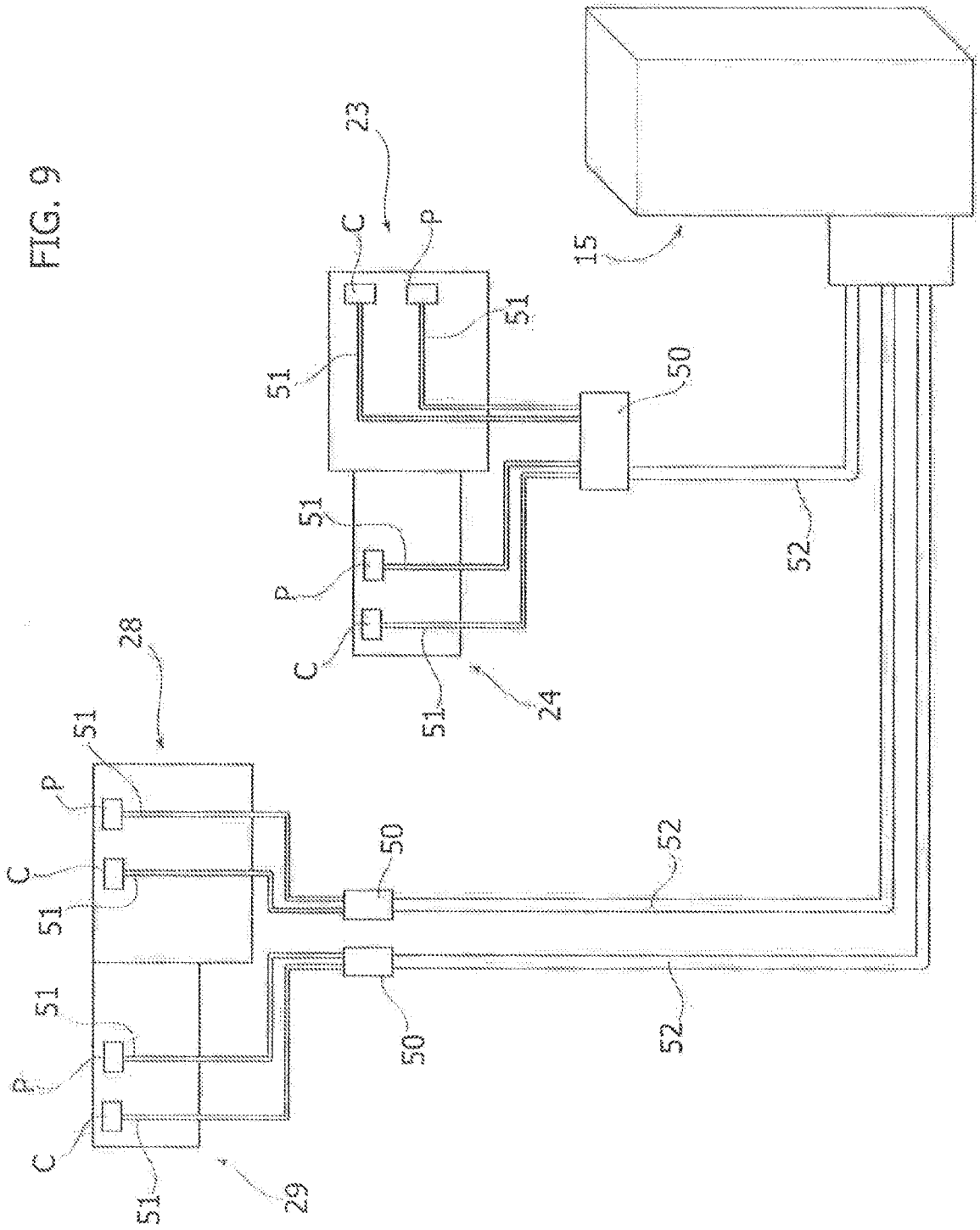


FIG. 10

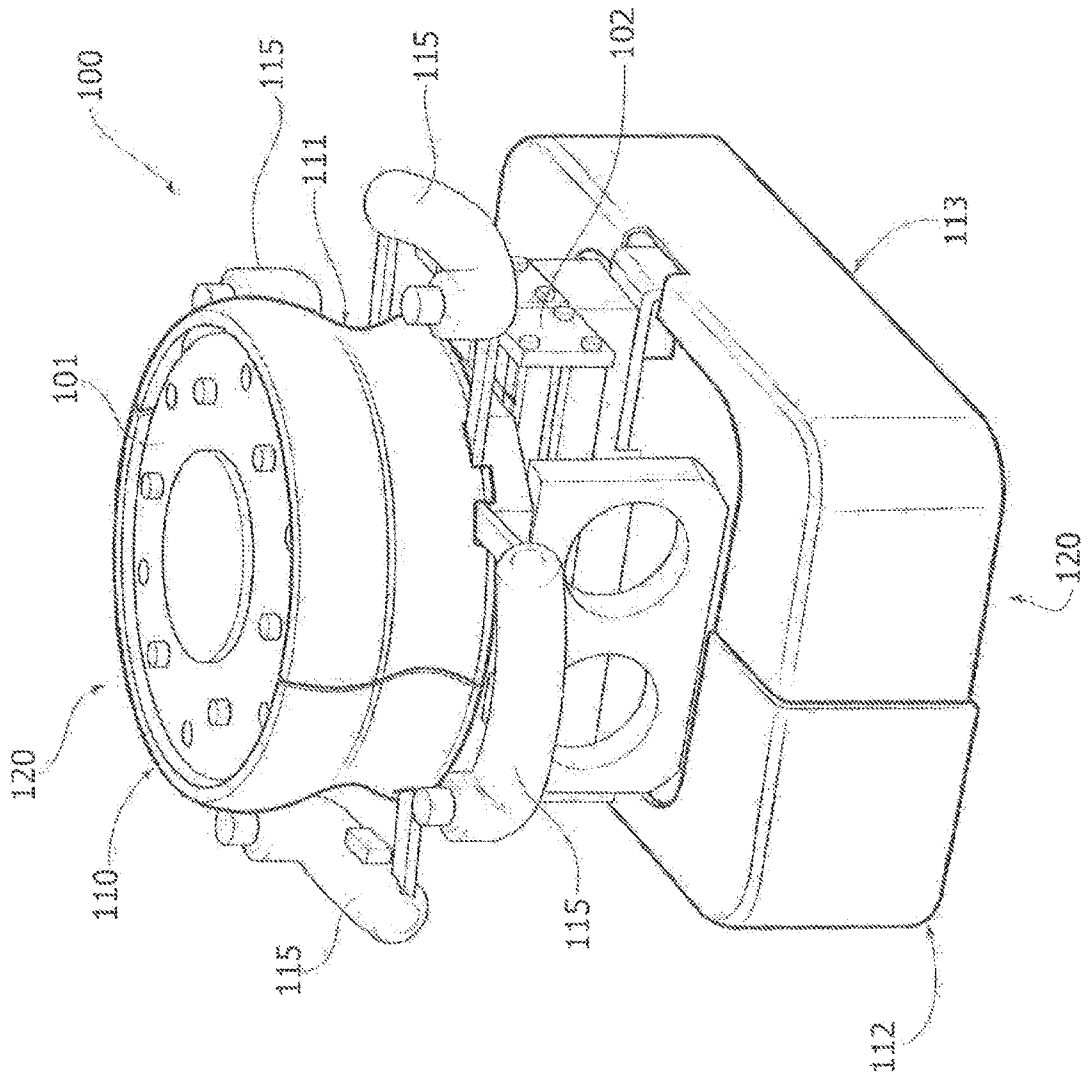


FIG. 12

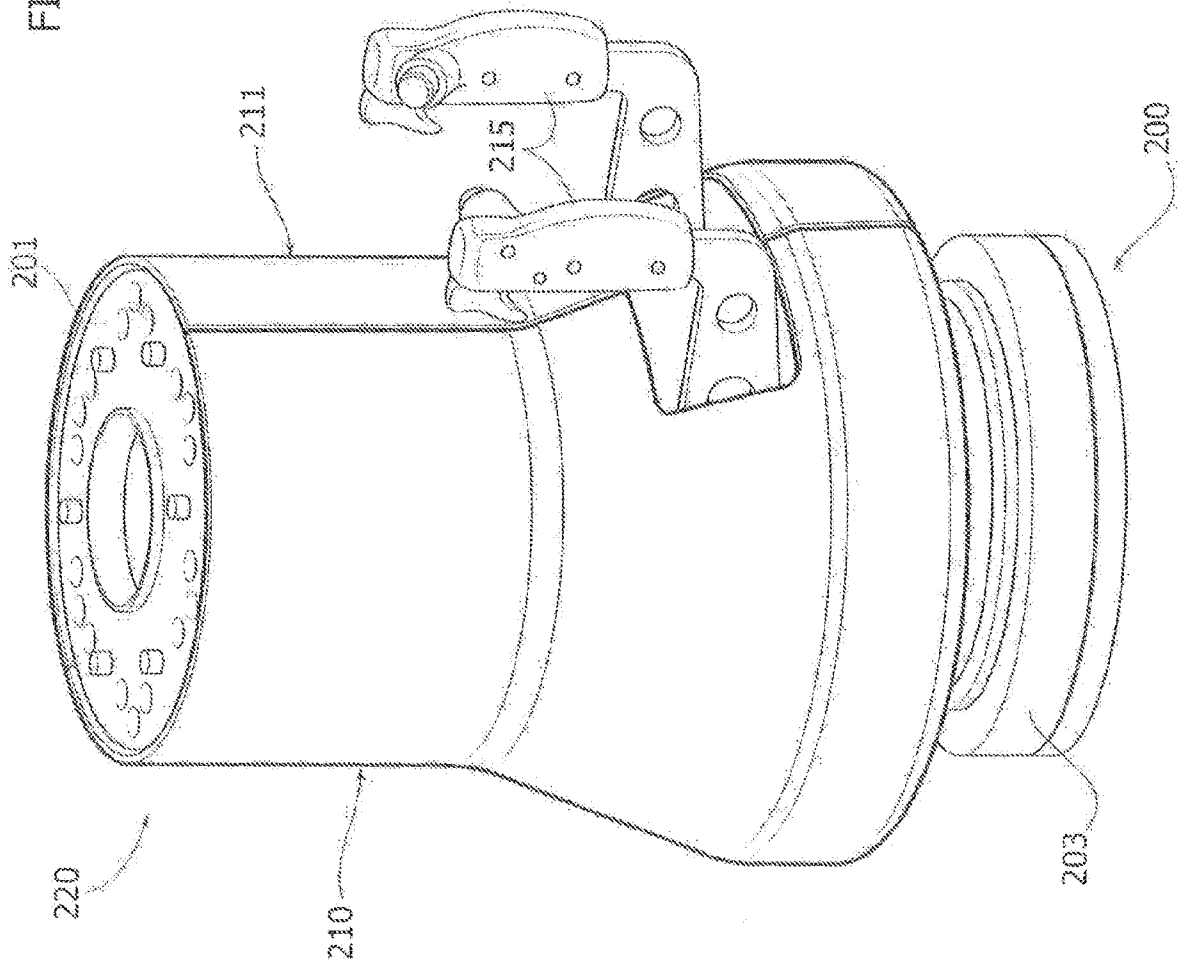


FIG. 13

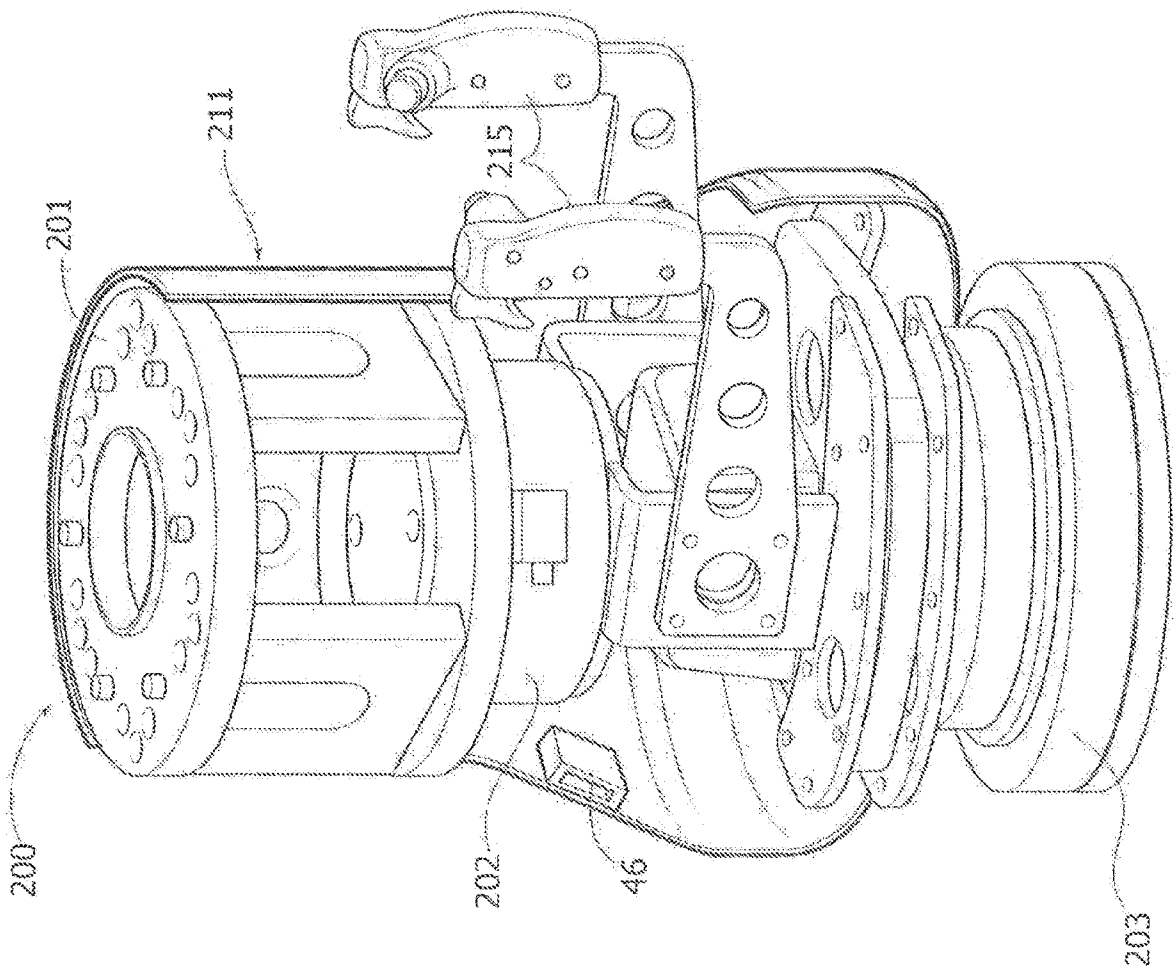


FIG. 15

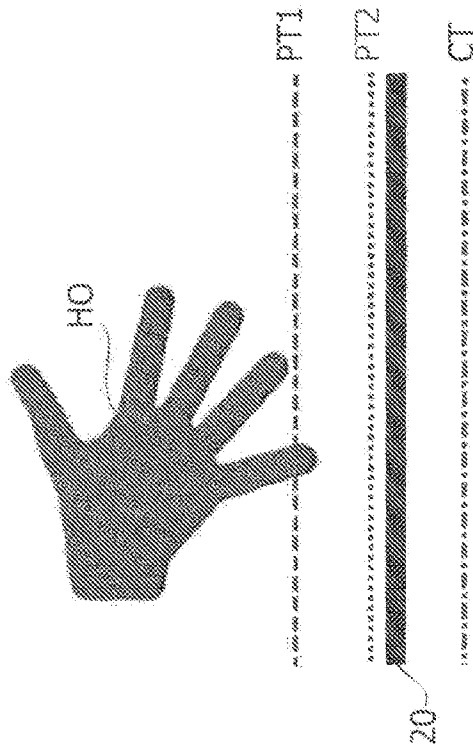


FIG. 16

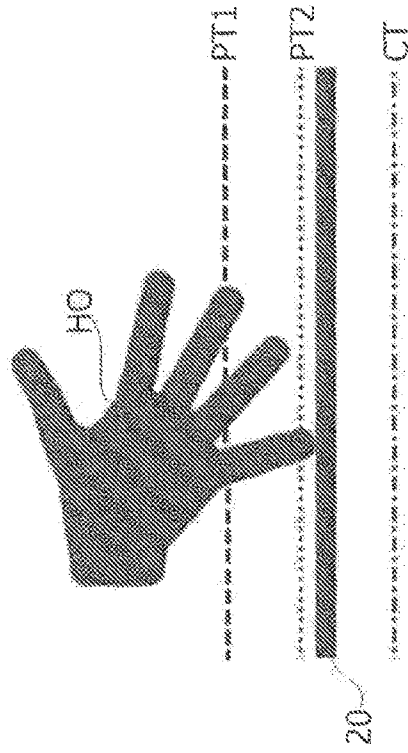
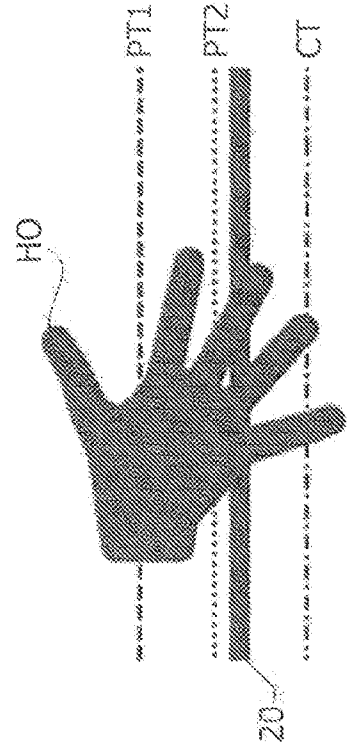


FIG. 17



REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

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

• JP 2007102719 A

• EP 3147752 A1