

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 383 718**

51 Int. Cl.:
B25B 11/00 (2006.01)
B25J 15/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08754109 .0**
96 Fecha de presentación: **25.04.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2146821**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.01.2010**

54 Título: **Aparato de agarre por vacío**

30 Prioridad:
26.04.2007 US 926329 P

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
25.06.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
25.06.2012

73 Titular/es:
**Adept Technology Inc.
5960 Inglewood Drive
Pleasanton, CA 94588 , US**

72 Inventor/es:
HJORNET, Preben, K.

74 Agente/Representante:
de Elzaburu Márquez, Alberto

ES 2 383 718 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

Aparato de agarre por vacío.

ANTECEDENTES

5 Esta invención se refiere al campo del asimiento de piezas de trabajo irregulares y deformables con el fin de elevar y sostener las piezas de trabajo, ya estén empaquetadas, procesadas o tratadas, o en bruto, y manipular las piezas de trabajo para el propósito del manejo, ensamblaje, empaquetamiento o envasado de material y otras funciones de manipulación robóticas y automatizadas.

10 La ISO [Organización Internacional de Normalización –“International Standardization Organization”] define los robots industriales como dispositivos manipuladores para múltiples propósitos, automáticamente controlados y reprogramables, susceptibles de programarse en tres o más ejes. Aunque el control del movimiento de los robots industriales ha alcanzado un alto nivel de sofisticación y flexibilidad, las dificultades relativas al elemento más crítico de un sistema robótico, el dispositivo de accionamiento final, o instrumental terminal del brazo, han impedido la adopción de autómatas o robots industriales en muchos segmentos de la industria.

15 Los dispositivos de accionamiento finales comunes incluyen dispositivos de soldadura, rociadores de pintura, esmeriladoras o rectificadoras y dispositivos de desbarbado, así como mordazas. Los dispositivos de accionamiento finales y, en particular, los tipos de asimiento son, con frecuencia, altamente complejos y altamente particularizados o especializados para ajustarse a la pieza de trabajo que es manejada. Los dispositivos de accionamiento finales pueden servirse de diversos sensores para ayudar al sistema robótico a localizar, manejar y colocar los productos. Sin embargo, la tecnología se ha quedado atrás en este campo debido a las dificultades inherentes al manejo de
20 objetos irregulares y a la fabricación de dispositivos de agarre adecuados para una variedad suficientemente amplia de usos, a fin de generar las economías de escala requeridas para su adopción comercial generalizada.

Muchas soluciones han venido disponiendo, asimismo, de programación o software inadecuado, lo que conducía a efectos colaterales imprevistos a la hora de tratar de manipular productos naturales. El software de visión artificial, un componente importante para una implementación robótica industrial satisfactoria, se ve, a menudo, limitado por la
25 iluminación inadecuada o irregular que se da en entornos industriales reales. De esta forma, persiste la necesidad de un mejor aparato de agarre.

El documento DE 4.129.289 divulga un dispositivo asidor de acuerdo con la parte de preámbulo de la reivindicación 1.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

30 De acuerdo con la presente invención, se proporciona un dispositivo asidor según se define en las reivindicaciones independientes que se acompañan.

El aparato divulgado puede asir, elevar, sostener, empaquetar y mover piezas de trabajo irregulares y deformables, tales como vegetales, fruta, carne de cerdo, aves de corral y carne vacuna, o artículos no alimenticios, ya sean procesados o en bruto: El aparato es capaz de manipular bolsas para el propósito del manejo, ensamblaje,
35 empaquetamiento o envasado de material y otras funciones de manipulación robóticas y automatizadas. El aparato puede también agarrar objetos envueltos o irregularmente formados, con o sin envoltorios permeables al aire u orificios de ventilación en la superficie externa, garantizando un rozamiento y fuerzas de sujeción suficientes para soportar las fuerzas de aceleración extremas que resultan de un manejo robótico a alta velocidad.

El aparato comprende un dispositivo de agarre por vacío susceptible de ser manipulado por un brazo de robot, así como un sistema óptico destinado a proporcionar información de la colocación del dispositivo de agarre. El dispositivo asidor facilita un agarre seguro y firme, pero suave, que permite el manejo de una amplia variedad de piezas de trabajo de diversos tamaños y formas, así como su desplazamiento con rápidas aceleraciones verticales y horizontales para operaciones reales de empaquetamiento eficientes.

Mediante una acción adaptativa, el aparato distribuye la fuerza del dispositivo de asimiento uniformemente sobre la máxima área de los productos encapsulados. El aparato incorpora un método para supervisar el funcionamiento de las herramientas de manejo por vacío in situ. El aparato también facilita capacidades de manejo de productos automáticas para productos embolsados, con independencia de si el envase o pieza de trabajo se ha llenado totalmente o solo parcialmente.

El dispositivo de agarre tiene una campana flexible montada en una placa de base. La campana incluye una membrana y un labio circunferencial. La membrana de agarre está hecha de un material blando, tal como silicona o una mezcla termoplástica blanda, que le permite adaptarse a la superficie irregular de la pieza de trabajo de manera tal, que se generará una diferencia en la presión del aire entre la superficie de la pieza de trabajo y el labio del dispositivo asidor. La campana puede haberse moldeado por un procedimiento de moldeo secuencial termoplástico en el que el labio de la campana se moldea de un polímero con una temperatura de fusión más alta que la del
50 polímero de la membrana. A menudo, es este un método eficiente en cuanto a costes y que proporciona una buena

unión entre el labio-membrana y la base. Unos tubos pequeños y flexibles (dedos de paso de vacío) se han formado a través de unos canales existentes en la campana de agarre flexible.

La placa de base tiene un gran orificio central para dar acomodo a una línea o conducción de vacío. La succión se genera en un orificio central situado en la parte superior de la campana, así como a través de tubos flexibles o dedos que se extienden a lo largo de la pared de la campana hasta unos extremos abiertos, que proporcionan fuerza de agarre en múltiples puntos más cercanos al borde de la campana. En aplicaciones relacionadas con la alimentación, estos tubos pueden ser retirados tras el moldeo, dejando el paso o canal abierto, pero suficientemente rígidos para no aplastarse cuando se genera un elevado grado de vacío. Esto reduce el riesgo de desprendimiento o exfoliación entre el tubo y la membrana y la posibilidad concomitante de que caiga un objeto extraño dentro de la pieza de trabajo o el envase.

Se introduce inicialmente un flujo de aire en torno al reborde de la placa de base. No hay ningún flujo de aire hasta que el labio se coloca sobre la pieza de trabajo. Con un vacío de aproximadamente el 80%, puede crearse un grado suficiente de vacío en aproximadamente 1/10 de segundo. Esto crea un repentino choque en la pieza de trabajo y en el labio del dispositivo asidor. Dentro de aproximadamente 5/100 de segundo, la pieza de trabajo es atrapada contra el reborde de la placa de base. En ese momento, el flujo de aire en torno a la placa de base se bloquea y el único flujo de aire es el que desciende por los tubos flexibles. Esto provoca que el labio del dispositivo asidor, al estar hecho de un material flexible, se deforme hasta adoptar la forma de la pieza de trabajo, formando una conexión o unión fuerte en múltiples lugares de la pieza de trabajo.

En el momento en que se han cerrado los pequeños intersticios existentes entre la superficie de la pieza de trabajo y la superficie de fijación de la membrana del dispositivo asidor, ya no hay, por lo común, necesidad de un elevado flujo de aire y es posible mantener, típicamente, un vacío reducido, de entre el 20 y el 40 por ciento. En ausencia de baja presión en torno al reborde del labio, al ser sometida a un movimiento rápido la pieza de trabajo por parte del aparato robótico, la pieza de trabajo se liberará del vacío. La gran área existente en el dispositivo asidor, que comprende el orificio central y los tubos periféricos, funciona como un conjunto normal de copas o ventosas de succión. En la mayoría de los casos, la pieza de trabajo está fuertemente adherida a la campana, con lo que se consigue una capacidad de elevación del orden de 20 a 100 kilogramos para una membrana del dispositivo asidor con un área de reborde de aproximadamente 300 cm². Esta gran fuerza de agarre facilita una rápida aceleración de la pieza de trabajo por parte del aparato robótico desde la cinta o superficie de trabajo, por lo que se aumenta significativamente la eficiencia global del sistema de manejo de material.

Por lo común, el dispositivo asidor es capaz de elevar una pieza de trabajo desde una cinta transportadora de material típica en aproximadamente 8/100 de segundo, a menudo con una tasa o proporción de éxito de más del 99% cuando se aplica a piezas de trabajo que comprenden bolsas encintadas o provistas de tiras (las que se atan por un extremo). El diseño del dispositivo asidor puede ser optimizado en diferentes configuraciones para bolsas provistas de tiras o para las bolsas o fundas de almohada más planas. Con tal optimización, la forma del labio del dispositivo asidor se ha modificado apropiadamente para encajar con la forma aproximada y la longitud de labio para diferentes tipos de bolsas. Pueden crearse diversas configuraciones de dispositivo asidor para diferentes familias de bolsas que se utilizan en el envasado estándar de productos para el consumidor o industriales. El sistema puede haberse configurado para permitir una fácil particularización mediante el cambio al sistema de labio apropiado para el tipo de envase que se ha de manipular.

Es posible utilizar tres técnicas diferentes para proporcionar un control interactivo del sistema. Un sensor de altura por vacío coloca el dispositivo asidor. Este sensor detecta la presión sobre la placa y proporciona una realimentación para el movimiento del brazo de colocación. Como se ha indicado en lo anterior, el intersticio y la membrana más los tubos periféricos flexibles proporcionan una gran área de superficie de agarre distribuida. El sistema proporciona, preferiblemente, un agarre total antes del rápido movimiento de la pieza de trabajo o de que la bolsa que la contiene pudiera rasgarse. El aire comprimido puede ser forzado a retroceder descendiendo por las aberturas de vacío existentes en la placa de base o los tubos flexibles, para una rápida liberación de la pieza de trabajo una vez que ha sido movida. Estas conducciones de presión positiva pueden estar ubicadas en el interior del brazo de movimiento principal.

A fin de facilitar una colocación precisa del dispositivo asidor con respecto a la pieza de trabajo, el aparato incorpora un sistema de iluminación y de cámara único. Un conjunto geoméricamente ordenado circular de fuentes de luz constantes o capaces de funcionar de forma estroboscópica, es soportado por encima de una posición concreta del recorrido que lleva las piezas de trabajo al aparato de manipulación robótico. Al objeto de proporcionar una iluminación uniforme con un alto contraste, al tiempo que se mantiene el conjunto geoméricamente ordenado de iluminación aislado de otros componentes del sistema o de influencias contaminantes, el conjunto geoméricamente ordenado de fuentes de luz es dirigido hacia abajo y hacia fuera, en dirección a uno o más conjuntos geoméricamente ordenado de espejos. Los conjuntos geoméricamente ordenados de espejos se alinean con las fuentes individuales del conjunto geoméricamente ordenado de iluminación para reflejar la luz hacia abajo y hacia dentro, en torno a la circunferencia o contorno de la pieza de trabajo.

Este método de iluminación proporciona, típicamente, uniformidad de iluminación y contraste. Una cámara digital situada por encima el recorrido de trabajo puede tomar, entonces, una o más imágenes de la pieza de trabajo

conforme esta pasa hacia el brazo de robot. El uso de elementos de iluminación estroboscópicos de alta velocidad puede producir imágenes nítidas incluso cuando las piezas de trabajo están en movimiento. Una imagen captada por la cámara puede ser almacenada en una computadora. El aparato incorpora un sistema de captación visual genérico que permite que un software de visión artificial localice de una forma precisa y rápida las bolsas dispuestas sobre una plataforma o cinta de desplazamiento. Las formas de los productos varían ampliamente, de modo que el sistema puede ser adaptado a una amplia varianza de tamaños, formas, texturas, colores y otras características visuales.

La iluminación uniforme produce imágenes digitales de alto contraste que pueden ser comparadas con imágenes previamente almacenadas de piezas de trabajo modelo basándose en el tamaño, la forma, la técnica del envasado y otros factores. La imagen previamente almacenada puede estar asociada con una posición de agarre optimizada para ese tipo concreto de pieza de trabajo. Mediante el uso de programación o software de control robótico por imágenes visuales, según se conoce en la técnica, el brazo de robot puede situar entonces el dispositivo asidor para que asa la pieza de trabajo en la posición optimizada, independientemente de la orientación de la pieza de trabajo en el recorrido de trabajo. Esta solución aumenta la precisión y la velocidad y elimina el tiempo así como los daños en las piezas de trabajo que resultan de errores de colocación.

De acuerdo con un primer aspecto, se proporciona un aparato de agarre por vacío adecuado para asir y soltar objetos irregulares, de tal manera que el aparato comprende: un dispositivo asidor que comprende: una campana de agarre flexible y unitaria que incluye una base formada alrededor de un primer orificio central y que tiene una circunferencia o contorno de una forma predeterminada, rodeado por un labio que se extiende alrededor del contorno de la base y que se extiende hacia abajo, hasta un reborde circunferencial de acuerdo con una curva generalmente con forma de coseno que produce un perfil de deformación predeterminado, habiéndose formado una pluralidad de pasos o canales en la campana, de tal modo que cada canal pasa radialmente hacia fuera desde el primer orificio central y hacia abajo por el labio, hasta una distancia predeterminada del reborde, de tal modo que el labio es lo suficientemente flexible como para que el labio y el reborde puedan ser adaptables para conformarse a una pieza de trabajo de forma irregular cuando se crea una diferencia de presiones entre la campana y la pieza de trabajo, de tal modo que cada uno de los canales está separado de los canales adyacentes por una protuberancia, una base de labio, montada en la base de la campana y que tiene un segundo orificio central; una línea o conducción de vacío, que pasa a través de los primer y segundo orificios centrales; y una pluralidad de dedos de canal o paso de vacío flexibles, tubulares y huecos, cada uno de los cuales tiene un extremo proximal y un extremo distal, de tal manera que cada dedo está fijado a la campana de agarre por montaje dentro de uno respectivo de los canales; un brazo de robot, que tiene un punto central de la herramienta al que está conectado o unido el dispositivo asidor, de tal manera que el brazo de robot es controlable por un controlador computerizado de funcionamiento instantáneo o en tiempo real, que incorpora realimentación táctil y visual con el fin de colocar el dispositivo asidor en posición adyacente a la pieza de trabajo que se ha de asir; al menos una manguera de vacío, que tiene unos primer y segundo extremos, de tal manera que el primer extremo está en comunicación con los extremos proximales, o más cercanos, de los dedos a través de los primer y segundo orificios, el segundo extremo está conectado a una fuente de vacío y configurado para proporcionar una fuerza de succión en el interior de la campana, en posición próxima al primer orificio central, y para proporcionar una fuerza de succión a través de la manguera de vacío, hacia los extremos distales, o más alejados, de los dedos, con lo que se hace posible el agarre por succión en una pluralidad de puntos próximos al reborde de la campana de agarre, por lo cual, con la aplicación inicial de una succión, la mayor parte de la fuerza de vacío es aplicada a través del primer orificio, lo que provoca que ciertas partes de la pieza de trabajo se muevan hacia el primer orificio, con lo cual la fuerza de vacío es dirigida a través de los dedos, causando, con ello, que la campana se deforme en torno a, y se adapte a, una superficie de la pieza de trabajo; una válvula de flujo accionada electrónicamente, de alta velocidad y alto vacío, destinada a controlar la magnitud o grado de succión en el interior de la manguera de vacío; un sistema óptico, destinado a proporcionar información sobre la posición del brazo de robot, de tal manera que el sistema óptico comprende: una pluralidad de diodos emisores de luz o diodos electroluminiscentes para iluminar la pieza de trabajo; una pluralidad de anillos segmentados de espejos que reflejan la luz desde los diodos electroluminiscentes con el fin de proporcionar una iluminación homogénea de la pieza de trabajo; una cámara que tiene una lente de objetivo para grabar información de imagen predeterminada de la pieza de trabajo; memoria para almacenar imágenes captadas por la cámara; de tal manera que los diodos electroluminiscentes iluminan la pieza de trabajo a través de los espejos para hacer posible que la cámara tome una imagen de la pieza de trabajo, tras lo cual se extraen características o rasgos geométricos de la pieza de trabajo irregular a partir de la imagen, y se comparan con un modelo geométrico predefinido que tiene características similares y una posición excéntrica o descentrada de agarre predeterminada, en virtud del cual el brazo de robot es orientado en general de manera que se alinee con el dispositivo asidor con respecto a la posición excéntrica predeterminada; y un sensor, destinado a señalar al controlador que se ha alcanzado una fuerza de sustentación segura por parte de la fuerza de succión, y, además, a supervisar la fuerza de sustentación y a responder si la fuerza de sustentación cae por debajo de una magnitud predeterminada.

El aparato puede comprender, de manera adicional, una placa de fondo conectada o unida a la base del labio y que flota dentro del contorno de la campana. El aparato puede comprender, de manera adicional, un obstáculo formado dentro de la base del labio al objeto de impedir que porciones sueltas de la pieza de trabajo llenen el primer orificio. El aparato puede comprender, de manera adicional, un controlador computerizado de funcionamiento instantáneo o en tiempo real para el brazo de robot, que incorpora realimentación destinada a colocar el dispositivo asidor adyacente a la pieza de trabajo que se va a asir. El aparato puede comprender, adicionalmente, un adaptador

basculante montado entre el brazo de robot y el dispositivo asidor con el fin de permitir la rotación del dispositivo asidor alrededor de un eje predeterminado sin que rote la manguera de vacío. El aparato puede comprender, de manera adicional, una válvula para controlar la magnitud de la fuerza de vacío en el interior de la manguera de vacío. Los diodos electroluminiscentes pueden tener un espectro de longitudes de onda predeterminadas.

5 De acuerdo con un segundo aspecto, se proporciona un aparato de agarre por vacío que comprende: un dispositivo asidor, que tiene: una campana de agarre flexible, que incluye una base formada en torno a un primer orificio central y que tiene una circunferencia o contorno predeterminado, rodeado por un labio flexible que se extiende alrededor del contorno de la base y se extiende hacia abajo hasta un reborde circunferencial, una pluralidad de pasos o canales que pasan radialmente hacia fuera desde el primer orificio central y bajan por el labio hasta llegar a una distancia predeterminada desde el reborde, de tal manera que el labio y el reborde son adaptables para conformarse o ajustarse a una pieza de trabajo cuando se crea una diferencia de presiones entre la campana y la pieza de trabajo; una base de labio, montada en la base de la campana y que tiene un segundo orificio central, una línea o conducción de vacío, que pasa a través de los primer y segundo orificios centrales; y una pluralidad de dedos de paso o canal, cada uno de los cuales tiene unos extremos proximal y distal, de tal manera que cada dedo está fijado a la campana de agarre a través del montaje en uno respectivo de los canales; un brazo de robot, que tiene un punto central de herramienta al que se conecta o une el dispositivo asidor; y al menos una manguera de vacío, en comunicación con los extremos proximales de los dedos a través de los primer y segundo orificios, y conectada a una fuente de vacío y configurada para proporcionar una fuerza de succión en el interior de la campana de agarre, en posición próxima al primer orificio central, y para proporcionar una fuerza de succión a través de la manguera de vacío, a los extremos distales de los dedos, con lo que se hace posible el agarre por succión en una pluralidad de puntos próximos al reborde de la campana de agarre, por lo cual, con su aplicación, se aplica inicialmente una fuerza de vacío a través del primer orificio, lo que hace que ciertas partes de la pieza de trabajo se desplacen hacia el primer orificio, tras lo cual la fuerza de vacío es dirigida a lo largo de los dedos, causando con ello que la campana se deforme en torno a una superficie de la pieza de trabajo y se adapte a ella. La campana puede extenderse hacia abajo hasta un reborde circunferencial, de acuerdo con una curva generalmente con forma de coseno, que produce un perfil de deformación predeterminado. Cada uno de los canales puede estar separado de canales adyacentes por una protuberancia. Los dedos pueden haberse moldeado integralmente o de una pieza en el interior de los canales de la campana. El aparato puede comprender, de manera adicional, una placa de fondo conectada o unida a la base de labio y que flota dentro de la circunferencia o contorno de la campana. El aparato puede comprender, de manera adicional, un obstáculo formado dentro de la base de labio con el fin de impedir que porciones sueltas de la pieza de trabajo llenen el primer orificio. El aparato puede comprender, adicionalmente, un controlador computerizado de tiempo real para el brazo de robot, que incorpora realimentación para colocar el dispositivo asidor en posición adyacente a la pieza de trabajo que se ha de agarrar.

El aparato puede comprender, de manera adicional, un adaptador basculante montado entre el brazo de robot y el dispositivo asidor con el fin de permitir la rotación del dispositivo asidor alrededor de un eje predeterminado, sin que rote la manguera de vacío. El aparato puede comprender, de manera adicional, un sensor para supervisar la fuerza de vacío y para responder si la fuerza de sustentación cae por debajo de una magnitud predeterminada. El aparato puede comprender, adicionalmente, una válvula para controlar la magnitud de la fuerza de vacío dentro de la manguera de vacío.

El aparato de acuerdo con el segundo aspecto puede comprender, de manera adicional, un sistema óptico que comprende: una fuente de luz, destinada a iluminar la pieza de trabajo; al menos un anillo segmentado de espejos para reflejar la luz desde la fuente de luz y para iluminar la pieza de trabajo; y una cámara que tiene una lente de objetivo para grabar información de imagen predeterminada de la pieza de trabajo. Los espejos pueden formar un conjunto geoméricamente ordenado y estático de espejos concéntricos. La luz puede ser reflejada por los espejos para que incida en la pieza de trabajo con un ángulo agudo, a fin de evitar reflexiones y maximizar el contraste. La fuente de luz puede iluminar la pieza de trabajo para permitir a la cámara tomar una imagen de la pieza de trabajo, después de lo cual las características geométricas de la pieza de trabajo son extraídas de la imagen y comparadas con un modelo geométrico predefinido que tiene características o rasgos similares y una posición de agarre descentrada predeterminada, de tal modo que el brazo de robot se orienta generalmente para alinear el dispositivo asidor con respecto a la posición descentrada predeterminada.

De acuerdo con un tercer aspecto, se proporciona un sistema óptico destinado a proporcionar información de la posición del brazo de robot, que comprende: una fuente de luz para iluminar una pieza de trabajo; al menos un anillo segmentado de espejos para reflejar la luz desde la fuente de luz y, de esta forma, iluminar la pieza de trabajo; y una cámara que tiene una lente de objetivo y destinada a grabar información de imagen predeterminada de la pieza de trabajo.

La fuente de luz puede consistir en una pluralidad de diodos emisores de luz o electroluminiscentes. A fuente de luz puede tener un espectro de longitudes de onda predeterminadas. Los espejos pueden ser resistentes a la rotura o a la corrosión. El aparato puede comprender, de manera adicional, memoria para almacenar imágenes captadas por la cámara. La fuente de luz puede iluminar la pieza de trabajo por medio de los espejos con el fin de permitir que la cámara tome una imagen de la pieza de trabajo, tras lo cual se extraen de la imagen características geométricas de la pieza de trabajo irregular y se comparan con un modelo geométrico predefinido que tiene características similares y una posición de agarre descentrada predeterminada, por lo que puede orientarse un brazo de robot para alinear el

dispositivo asidor con respecto a una posición descentrada predeterminada.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Otras características y ventajas del presente aparato resultarán evidentes de la siguiente Descripción detallada, tomada en combinación con los Dibujos que se acompañan, en los cuales:

- 5 La Figura 1 representa una primera vista en perspectiva desde un lado de un sistema de empaquetamiento o envasado que incorpora el aparato;
- La Figura 1A representa una segunda vista en perspectiva desde otro lado de un sistema de envasado que incorpora el aparato;
- 10 LA Figura 2 ilustra una vista en alzado lateral de un sistema de iluminación óptica y cámara incorporado en el aparato de la Figura 1;
- La Figura 2A representa una vista en planta superior de un sistema de iluminación óptica y cámara incorporado en el aparato de la Figura 1;
- La Figura 2B ilustra una vista en perspectiva del bastidor de alambre de un sistema de iluminación óptica y cámara incorporado en el aparato de la Figura 1;
- 15 La Figura 3 representa una vista en perspectiva desde arriba de un conjunto de agarre flexible y un adaptador basculante para el aparato de la Figura 1;
- La Figura 3A representa una vista en perspectiva desde debajo del conjunto de agarre flexible y un adaptador basculante mostrados en la Figura 3;
- La Figura 4 representa una vista fragmentaria o en despiece del conjunto asidor;
- 20 La Figura 5 ilustra una vista lateral de un brazo de robot que soporta el conjunto de agarre con cero grados de rotación;
- La Figura 5A ilustra una vista lateral del brazo de robot que soporta el conjunto de agarre con una rotación de 180 grados;
- La Figura 6 representa una perspectiva de una realización alternativa del conjunto asidor; y
- 25 La Figura 6A ilustra una vista desde debajo del diseño de dispositivo asidor alternativo de la Figura 6.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

El presente aparato de agarre por vacío es adecuado para asir piezas de trabajo irregulares y deformables con el fin de elevar y sostener las piezas de trabajo, ya estén empaquetadas, procesadas o tratadas, o en bruto, y manipular las piezas de trabajo para el propósito de manejo, ensamblaje, empaquetamiento o envasado de material y otras funciones de manipulación robóticas y automatizadas. El aparato también ilumina las piezas de trabajo para colocar de forma precisa el dispositivo asidor con respecto a la pieza de trabajo.

La fuerza de succión por vacío se genera desde un tanque de vacío provisto de una válvula de flujo de alta velocidad y elevado vacío, que está conectada a través de una manguera al dispositivo asidor. El conjunto asidor se mueve utilizando un brazo de robot que puede ser controlado por un controlador computerizado de funcionamiento instantáneo o en tiempo real que incorpora una realimentación táctil y/o visual para colocar el dispositivo asidor sobre la pieza de trabajo. El aparato 100 incluye un sistema de localización visual que tiene software de visión artificial tal como los conocidos en la técnica.

Las Figuras 1 y 1A ilustran un aparato robótico 100 de manejo de materiales. El aparato tiene un bastidor o armazón de soporte a través del cual pasa una superficie de trabajo o transportadora 110. Unas piezas de trabajo 114 están situadas sobre, o son transportadas a lo largo de, la superficie de trabajo. El aparato 100 sitúa las piezas de trabajo dentro de unos recipientes 120 utilizando un brazo de robot 124 en el que se ha montado un conjunto de agarre 130. El conjunto de agarre eleva, manipula, mueve y coloca las piezas de trabajo dentro de los recipientes, y los recipientes pueden ser entonces transportados lejos del aparato, a lo largo de un carril transportador 132. El aparato 100 incluye una bomba de vacío 134 destinada a proporcionar una succión o fuerza de vacío a través de una línea o conducción de vacío 136, hasta el conjunto asidor 130. La fuerza de vacío dentro de la conducción de vacío puede ser controlada por una válvula 138, y la conducción de vacío puede incluir un filtro 140. Una cámara digital 144, un conjunto geoméricamente ordenado de fuentes luminosas 146, y un doble conjunto geoméricamente ordenado de espejos reflectantes 148 se utilizan para situar las piezas de trabajo sobre la superficie de trabajo.

Las Figuras 2, 2A y 2B representan un sistema 160 de iluminación óptica y cámara. Una fuente de luz, tal como un anillo de diodos electroluminiscentes (LEDs –“light emitting devices”) 166, está montada por encima de la superficie

de trabajo 110. El conjunto geoméricamente ordenado de LEDs 166 puede utilizar luz de diferente longitud de onda con respecto a la luz ambiental, para una superior discriminación. La longitud de onda de la luz puede ser modificada buscando el contraste entre los elementos existentes en la pieza de trabajo (tales como elementos de diseño sobre una bolsa o paquete), el anillo de la pieza de trabajo y la superficie transportadora o de trabajo 110. El conjunto geoméricamente ordenado de LEDs y la cámara 144 pueden ser colocados en un recinto herméticamente cerrado u obturado, de tal manera que el sistema pueda trabajar eficazmente en un entorno que, de otra manera, sería agresivo para el sistema óptico, tal como el vapor o rociado de un sistema de limpieza que se utiliza en las piezas de trabajo en el curso de su manipulación o a ciertos intervalos para limpiar o desinfectar, en caso de que se requiera en industrias de manejo de alimentos.

El sistema visual 160 emplea dos anillos segmentados 170 de espejos 172. Los rayos de luz 174 procedentes de los LEDs 166 se reflejan desde ambos anillos para proporcionar una iluminación homogénea sobre un gran intervalo de alturas de las piezas de trabajo 114. De esta forma, un conjunto geoméricamente ordenado y estático de espejos dispuestos en la configuración de doble anillo puede proporcionar una fuente universal de información visual que es captada por la cámara en un formato digital para su tratamiento por el software de visión artificial, como se conoce en la técnica. Si bien el número y la posición o el ángulo de los espejos en el conjunto geoméricamente ordenado pueden ser modificados, funciona bien la aproximación consistente en que el sistema optimizado individual puede mantenerse para una variedad de usos, con lo que se evita el coste prohibitivo de un sistema que se optimiza de forma independiente para usos diferentes. A la hora de proporcionar un sistema optimizado, la configuración de doble anillo proporciona ventajas sobre la técnica anterior que incluyen configuraciones de un único conjunto geoméricamente ordenado.

Los espejos 172 del conjunto geoméricamente ordenado son concéntricos y están alineados en altura para evitar señales espurias en la iluminación. Debido a que las bolsas u otras piezas de trabajo 114 pueden rotar en torno a un eje vertical, el sistema 160 proporciona iluminación desde todos los ángulos con el fin de producir la misma imagen independientemente de la orientación. El conjunto geoméricamente ordenado de espejos 170 proporciona una solución genérica en gran medida independiente de la forma, el tamaño, el diseño o los motivos gráficos de las bolsas y la orientación de la pieza de trabajo a lo largo del recorrido de trabajo. El conjunto geoméricamente ordenado facilita también el uso de la salida óptica con una amplia variedad de software y sistemas de visión artificial, y no sobrecarga el software con un exceso de datos fuera de las limitaciones previamente programadas. Los espejos 172 pueden ser de acero inoxidable para su uso en una amplia variedad de entornos en los que sean factores implicados la resistencia a la rotura o la corrosión.

Las Figuras 3, 3A y 4 representan el conjunto asidor flexible 130, el cual incluye una campana flexible 180 montada sobre una placa de base 182. En una realización, existe un adaptador basculante 184 montado entre la placa de base y un punto de fijación central 188 para herramienta. En una realización, la campana 180 del dispositivo asidor se fabrica utilizando un procedimiento de moldeo en superposición, o sobremoldeo, que permite que partes previamente moldeadas sean reinsertadas y se forme una nueva capa de material en torno a la parte original. Esto puede hacerse aplicando un procedimiento de moldeo secuencial termoplástico en el que el labio 190 de la campana 180 se moldea de un polímero con una temperatura de fusión más alta que la del polímero utilizado para la membrana 192 de la campana, como es sabido en la técnica que se trata de un método eficaz en cuanto a costes y que proporciona una buena unión entre el labio-membrana y la placa de base.

Un orificio central 194 pasa a través del conjunto asidor 130 y de la placa de base 182 con el fin de permitir que se forme un vacío dentro del conjunto asidor 182, a través de una lumbrera de vacío 198. El conjunto asidor 130 está configurado para ser acoplado con la fijación central para herramienta existente en el brazo de robot 124, por medio del punto de fijación central 188 para herramienta. El conjunto asidor puede estar conectado o unido al brazo de robot a través del adaptador basculante 184, a fin de permitir que el conjunto asidor se haga rotar independientemente de la lumbrera de vacío. Esta alternativa hace posible el movimiento rotacional del conjunto asidor y de la pieza de trabajo 114 que está siendo manipulada, sin que se mueva la manguera de vacío 136 u otras conducciones de control, por lo que se reduce, de esta forma, el desgaste y la fatiga de los materiales.

La membrana 192 de la campana del dispositivo asidor está hecha de un material blando tal como silicona o una mezcla termoplástica blanda que hace posible que esta se conforme o adapte a la superficie irregular de la pieza de trabajo 114 lo suficientemente cerca de esta como para que las leyes de la aerodinámica y del flujo de aire generen una fuerza de arrastre suficiente para que el vacío (presión baja) lleve la superficie interna del labio 190 a fijarse firme pero suavemente a la superficie de la pieza de trabajo. Gracias a estos medios, el intersticio de fuga inicial (antes de que se aplique flujo de vacío) entre las dos superficies que se unen se cerrará, de tal modo que se generará una diferencia de presiones de aire entre la superficie encapsulada de la pieza de trabajo y el labio. A fin de evitar deformaciones impredecibles y sin causa aparente (caóticas) de la membrana 192 a medida que se acumula la presión baja en el interior del dispositivo asidor, se prefiere que la curvatura horizontal de la membrana se defina por el cumplimiento de la regla de que la derivada $d(f(\theta, z)/d(\theta))$, donde f es la curvatura horizontal de la membrana; y θ es el ángulo de rotación alrededor del eje de rotación vertical, sea monótona, y la derivada $d(f(\theta, z)/d(z))$ sea una función continua familiar con un periodo con una forma de coseno, de manera que $z=0$ en la parte superior y apunte hacia abajo, la cual se conoce como función en forma de S.

El área proyectada en el plano normal a la trayectoria de movimiento del brazo de robot 124 al que se fija el conjunto

asidor 130, sumada a la fuerza natural de la gravedad, definirá la fuerza de sustentación proporcional del conjunto asidor. La forma del perfil de la membrana 192 del dispositivo asidor se ha optimizado, preferiblemente, para maximizar esta área de manera que también se optimice la capacidad de sustentación del dispositivo asidor. Este principio se ha adoptado partiendo de la forma de la medusa, y la cavidad de succión, del pulpo.

5 Como se ha representado en las Figuras 3A y 4, unos tubos de paso o canal de vacío, pequeños y flexibles, o dedos 200, provistos de extremos abiertos, sobresalen a través de unos pasos o canales 204 formados en la campana 130 del dispositivo de agarre. Los dedos de canal de vacío pueden haberse moldeado integralmente o de una pieza dentro de la campana del dispositivo asidor, o bien pueden haberse formado como canales individuales independientes y unido a la campana o a la placa de base 182. En la realización que se ha representado en la
10 Figura 4, un conjunto de placa de base de fondo 208 está unido a la placa de base 182; este conjunto de placa de base de fondo típicamente “flota” en el interior de la campana del dispositivo asidor, y es de utilidad para distribuir la fuerza de vacío primeramente al interior de la membrana y, a continuación, a los dedos 200.

Se genera succión por la bomba de vacío 134 en el orificio central 194 existente en la parte superior de la campana 180 y, también, a través de los dedos de canal de vacío flexibles 200, a fin de proporcionar una fuerza de agarre en
15 múltiples puntos situados más cerca del conjunto asidor 130. En aplicaciones relacionadas con la alimentación, los dedos de vacío pueden ser retirados después del moldeo, dejando los canales 204 abiertos, pero de modo que sean lo suficientemente rígidos para no aplastarse o hundirse cuando se genera un alto grado de vacío. Pueden añadirse al conjunto asidor unas pequeñas protuberancias 214, o formarse dentro de él, entre los canales 204, como protección contra el aplastamiento y el cierre bajo un elevado grado de vacío. Esto reduce el riesgo de
20 desprendimiento o exfoliación entre los dedos 200 y la membrana 192, y la posibilidad concomitante de dejar caer la pieza de trabajo durante su tratamiento.

El flujo de aire se introduce inicialmente en torno al labio 190 de la placa de base 182. Por lo común, existe un escaso o nulo flujo de aire hasta que el labio se coloca sobre la pieza de trabajo 114. Mediante la bomba de vacío 134 u otra fuente capaz de producir hasta un 80% de vacío, es posible crear un grado de vacío suficiente para
25 proporcionar un agarre inicial de la pieza de trabajo en aproximadamente 1/10 de segundo. Esto crea un choque repentino en la pieza de trabajo y el labio 190 del conjunto asidor 130. Dentro de aproximadamente 5/100 de segundo, la pieza de trabajo es atrapada contra el labio de la placa de base.

En ese momento, el flujo de aire en torno a la placa de base 182 es bloqueado por la pieza de trabajo 114 que contacta a tope con la placa de base y, por tanto, el flujo de aire de succión pasa a través de los dedos de canal de vacío 200. Esto hace que la membrana 192 del dispositivo asidor, que está hecha de material flexible, se deforme hasta adoptar la forma general de la pieza de trabajo. Esto produce, típicamente, una unión fuerte en múltiples
30 puntos de la pieza de trabajo, debido a la aspiración generada por el elevado flujo de aire de vacío, de acuerdo con los mismos principios de la dinámica de fluidos que se aplican a las alas de un avión.

La evacuación del aire desde un volumen cerrado desarrolla una diferencia de presiones entre el volumen cerrado y la atmósfera circundante. Si este volumen cerrado está limitado por la superficie de la membrana 192 de la campana y una pieza de trabajo 114, la presión atmosférica presionará los dos objetos uno contra otro. La magnitud de la fuerza de sustentación depende del área de superficie compartida por los dos objetos y del grado de vacío. En un sistema de vacío industrial, una bomba o generador de vacío extrae aire de un sistema con el fin de crear una
35 diferencia de presiones.

Debido a que es difícil, si no imposible, extraer todas las moléculas de aire de un recipiente, no se puede conseguir un vacío perfecto. En consecuencia, a medida que se extrae más aire por unidad de tiempo, la diferencia de presiones aumenta y la fuerza de vacío potencial se hace más grande. En las condiciones de trabajo no ideales de una aplicación real típica, la velocidad o caudal volumétrico (litros / segundo) será el factor determinante tanto para el deseado incremento en un tiempo ultracorto del grado de vacío, como para el vacío de sustentación real en caso
40 de exista cualquier fuga significativa entre la copa o ventosa de succión y el espécimen o artículo. En esta situación, el grado de vacío D_p se determina por la analogía aerodinámica de la ley de Ohm:

$$\Delta p = R \cdot \frac{dV}{dt}$$

Donde $\frac{dV}{dt}$ es la velocidad o caudal volumétrico de bombeo, y R , la resistencia aerodinámica total en el sistema de vacío. Preferiblemente, R se minimiza escogiendo partes, conexiones y dedos de vacío de un tamaño apropiado. En
50 el aparato 100, la resistencia al flujo ha de ser minimizada, ya que todas las partes de la invención son, típicamente, para evacuación. Cualquier fracción del vacío encapsulado sostiene un vacío parcial que representa una resistencia al flujo y se iguala con una presión manométrica negativa. Para la ventosa de vacío ideal, la fuerza de sustentación se define por:

$$F_{tot} = (P_{atm} - P_{vac}) \cdot A_{ventosa}$$

Donde:

P_{atm} = Presión atmosférica (Pa)

P_{vac} = Presión de vacío (Pa)

5 A_c = Área de ventosa de vacío (m²)

Por ejemplo, un volumen de 0,3 m² con un grado de vacío de 0,4 bar (40.000 Pa) da 1,2 kN o 120 kg no acelerados por el movimiento robótico; o 30 kg suponiendo la aceleración de 4g típica de un robot industrial de alta velocidad, sin aplicar ningún factor de margen de seguridad.

10 Debido al comportamiento altamente dinámico y caótico de una bolsa de objetos empaquetada de una forma suelta, se realizan consideraciones con respecto a los intervalos de fuerzas resultantes necesarios para conseguir un manejo a alta velocidad y con gran aceleración del espécimen o artículo por parte del robot. Cuando la pieza de trabajo 114 contiene una sustancia líquida, debe tenerse especial cuidado en asegurarse de una correcta colocación (utilizando tecnología de visión computerizada) y propiedades fiables para el material de la bolsa. Estas determinaciones son específicas de la situación, pero pueden ser resueltas por métodos conocidos en la técnica. La fuerza de vacío requerida puede ser determinada tanto en el eje vertical como en el horizontal y aplicarse fácilmente a configuraciones robóticas de SCARA (Brazo de Robot de Conjunto Selectivo Adaptable –“Selective Compliant Assembly Robot Arm”) con una construcción o estructura de ejes paralelos, las cuales son, generalmente, más rápidas y más limpias que los sistemas cartesianos comparables que requieren un espacio en planta o “huella” más pequeña y hacen posible un montaje más simple. En el caso de un robot articulado, se lleva a cabo una determinación del vector dinámico con el fin de asegurarse de que se tienen en cuenta las rotaciones en alejamiento de la horizontal y el cambio rápido de la orientación de la colocación.

A la hora de alzar una pieza de trabajo 114, la fuerza vertical necesaria puede definirse por:

$$F = M(a_{elevación} + a_g) \cdot FactorSeguridad$$

Donde:

25 $a_{elevación}$ = aceleración de elevación; a_g = aceleración debida a la gravedad;

Factor de seguridad normalmente = 4 para elevaciones en horizontal.

De forma similar, la fuerza horizontal requerida puede definirse por:

$$\vec{F} = M \cdot \vec{a} \cdot FactorSeguridad$$

30 Donde \vec{a} incluye tanto las componentes de aceleración lineal como las contribuciones centrífugas que se originan de todas las rotaciones con respecto a todos los ejes de robot verticales. Se aplica generalmente un factor de seguridad de dos para desplazamientos horizontales. El rozamiento en seco viene dado por:

$$I_{seco} = m_{seco} \cdot A_{ventosa}$$

35 Por otra parte, el coeficiente de rozamiento μ_{seco} es un complejo formado tanto por el comportamiento de rozamiento dinámico como por el estático, normalmente con un máximo cuando la diferencia de velocidades entre el dispositivo asidor y el objeto es igual a cero. Debido a que el rozamiento en seco λ_{seco} está limitado, en la práctica, en las aplicaciones reales, se indica un factor de multiplicación de seguridad. Las magnitudes de este factor son empíricas o se deducen experimentalmente por los fabricantes de ventosas de succión comerciales, y están basadas en una pieza de trabajo rígida que coincide o encaja geométricamente con la superficie de interfaz de la superficie de fijación de la ventosa de succión.

40 Para piezas de trabajo 114 que tienen superficies de contacto que no se adaptan íntimamente a la superficie interna de la campana 180, la fórmula de elevación por vacío básica no proporciona, por lo común, un modelo utilizable y deben aplicarse factores de seguridad empíricos, lo que conduce a necesidades de vacío que no son alcanzables en la práctica. Tales escenarios se encuentran en el campo de los productos naturales, tanto alimenticios como no alimenticios. También los artículos preempaquetados en bolsas, tales como las bolsas de patatas en forma de almohada, se perfilan genuinamente para satisfacer el principio y la fórmula básicos de elevación por vacío. La variedad de formas de tales bolsas preempaquetadas es, en teoría, muy grande si no infinita.

El asimiento de artículos preempaquetados en bolsas sobredimensionadas aplicando el principio básico de la

ventosa de succión por vacío introduce un desafío más difícil por lo que respecta al manejo robótico. La fuerza aplicada a la bolsa como consecuencia de la aceleración del conjunto de agarre 130 por parte del brazo de robot 124, puede superar significativamente la aceleración debida a la gravedad. Debido a las grandes necesidades de capacidad basal en los procedimientos de manejo en estas áreas –cuyo valor está basado en su velocidad, ya que se relaciona directamente con el retorno de inversión del usuario–, el aparato 100 debe haberse diseñado poniendo el foco principalmente en la velocidad de tratamiento. Lo que significa utilizar el intervalo máximo de aceleraciones posible con el respeto debido a la resistencia de las bolsas y al peligro de dañar las piezas de trabajo empaquetadas. El aparato proporciona este grado requerido de aceleración y de capacidad de velocidad para generar un alto retorno de inversión por el uso de aparatos robóticos equipados con el conjunto asidor.

Una alternativa para evitar las dificultades inesperadas de muchos esquemas de empaquetamiento consiste en utilizar en el empaquetamiento por vacío. Aunque esto puede evitar que los artículos envasados caigan unos sobre otros y puede ayudar a mantener un alineamiento adecuado, también conlleva unos costes totales elevados y un funcionamiento más lento. El aparato 100 permite una precisión similar en el manejo sin la desventaja del coste adicional inherente a la solución de empaquetamiento por vacío. La necesidad de manejar piezas de trabajo 114 que comprenden una bolsa suelta que contiene una pluralidad de artículos, lo que es una aplicación real habitual (por ejemplo, patadas envasadas), ha creado una necesidad de metrología y dispositivos de asimiento compatibles, necesidad que es afrontada por el aparato.

En ciertos entornos de trabajo, la pieza de trabajo 114 ha de ser recogida de un espacio de trabajo o transportador horizontal y colgada verticalmente en un gancho o cono, tal como se hace con las pechugas de aves de corral o con los cuerpos de pollo enteros. En tales casos, la reorientación desde la horizontal a la vertical ha de llevarse a cabo por el brazo de robot 124. En una configuración convencional en la que el brazo de robot está suspendido verticalmente, ello requiere a menudo la manipulación en al menos cinco ejes.

Como se ha representado en las Figuras 5 y 5A, el aparato 100 proporciona una solución alternativa. El brazo de robot 124 puede ser suspendido en un ángulo de 45 grados con respecto a la vertical, y el conjunto asidor 130 puede montarse con una inclinación de 45 grados entre la cara de fijación 218 y el reborde 220 de la membrana 192. Esto tiene la ventaja de ofrecer una reorientación de la horizontal a la vertical simplemente haciendo rotar el conjunto asidor 130 grados mediante el uso del adaptador basculante 184. El diseño resultante proporciona una reorientación desde la horizontal a la vertical utilizando un brazo de robot menos complejo y menos caro que se ha diseñado para ser manipulado solo en cuatro ejes. La Figura 5 representa el conjunto asidor 130 con los ejes del conjunto asidor formando un ángulo de 45 grados entre la horizontal y la vertical, y el conjunto asidor rotado a una rotación de 0 grados, con lo que se sitúa el conjunto asidor para una recogida o liberación horizontal de la pieza de trabajo 114. La Figura 5A representa el conjunto asidor 130 rotado en una rotación de 180 grados, de manera que se coloca el conjunto asidor para una recogida o liberación en vertical de la pieza de trabajo 114, sin que se modifique la orientación del brazo de robot 124 con respecto a la posición de recogida horizontal representada en la Figura 5.

Como se ha ilustrado en las Figuras 6 y 6A, la campana 130 del dispositivo asidor puede haberse diseñado de manera que los dedos de vacío 200 se extienden significativamente en el interior de la campana. De acuerdo con esta realización, la campana incluye una cadera o faldón lateral y tiene un tamaño del reborde 220 que es demasiado pequeño como para expandirse hasta cubrir toda la pieza de trabajo 114 que se ha de empaquetar. El resultado es que, cuando se aplica una fuerza de vacío al interior de la campana y el reborde entra en contacto con la pieza de trabajo, la campana se deforma en torno a la pieza de trabajo, de modo que se crea una deformación similar, si no equivalente, a la de membranas de mayor tamaño. Los dedos de vacío se encuentran entonces en una posición en la que agarran la pieza de trabajo para ayudar a su izamiento. Este diseño puede también reducir el riesgo de que se desprenda película de cubierta u hoja suelta de la bolsa, u otro material semejante, de manera que quede atrapado dentro del conjunto asidor 130 y se produzcan, con ello, situaciones de liberación complejas.

Si bien el propósito principal del aparato 100 concierne a la generación de fuerza de levantamiento y de sustentación en una pieza de trabajo 114 para su manejo en el espacio por manipulación robótica, el método puede, en principio, llevarse a la práctica por parte de un operario humano que controle las etapas del método de agarre. ES posible, alternativamente, una combinación del control por el operario y el control automático.

A fin de poder realizar un seguimiento y almacenar datos sobre el tiempo de vida útil de un conjunto asidor 130, puede fijarse un chip de RFID (Identificación por Radiofrecuencia –“Radio Frequency Identification”) a, o moldearse directamente dentro de, el conjunto asidor o el brazo de robot 124. Esta etiqueta de RFID puede ser del tipo pasivo o del tipo activo, como es conocido en la técnica, y puede también ser utilizada para asegurarse e informar al operario de que se ha montado el conjunto asidor adecuado para el trabajo, en los casos en que una de las piezas del equipo se ha configurado para utilizar múltiples dispositivos asidores diferentes para diferentes tipos de trabajos de manejo o de envasado.

El conjunto asidor 130 puede estar también equipado con un transductor cinemático de color que se sirve de una realimentación por sensor que detecta el grado de vacío inmediato y convierte la medición de ese nivel o grado en una señal eléctrica. Esta señal puede entonces accionar un LED (diodo electroluminiscente –“light emitting diode”), un OLED (diodo electroluminiscente orgánico –“organic light emitting diode”) o un polímero iluminador. Con este tipo de sistema de realimentación óptico emplazado, el personal de instalación, de mantenimiento u operativo puede

observar el grado de vacío inmediato (fuerza de asimiento) del conjunto asidor y aplicar esta información visual retroactiva a la optimización del sistema, a procedimientos de arreglo o a otros propósitos.

- 5 El ojo humano y la velocidad de interpretación visual humana son, por lo común, superiores a las de otros sistemas de medición, tales como la lectura de un dispositivo de presentación visual numérico digital. Y como el intervalo de las velocidades utilizadas por los sistemas de envasado robóticos y sus aplicaciones relacionadas son relativamente elevadas, la realimentación cinemática por color proporciona una capacidad de supervisión inmediata que sobrepasa la de los dispositivos de presentación visual convencionales típicos. También, el hecho de que la realimentación por LED se origine en el conjunto asidor 130 o en el adaptador basculante 184 permite que el indicador y la acción real del dispositivo asidor se observen simultáneamente.
- 10 Las realizaciones descritas resultan adecuadas para asir y liberar objetos irregulares difíciles, pero los principios son igualmente válidos también para objetos simples o rígidos. Los tipos de piezas de trabajo 114 que pueden ser efectivamente asidas y transportadas por el conjunto asidor 130 incluyen una amplia variedad de objetos empaquetados o envasados, tales como frutas y verduras embolsadas, bolsas que contienen artículos discretos tales como dulces, carbón o briquetas de carbón vegetal, productos granulados en bolsas, e incluso aves de corral
- 15 en bruto o procesadas, pescado o carne de vacuno al corte. El aparato 100 permite también el manejo, a velocidad y aceleración elevadas, incluso de piezas de trabajo relativamente pesadas, a menudo limitadas únicamente por la resistencia al desgarramiento del labio 220 y la rigidez de la parte de la herramienta y del manipulador. El conjunto asidor ha sido ensayado satisfactoriamente con artículos con un peso de hasta 15 kilogramos, pero el límite práctico parece actualmente ser significativamente más alto.
- 20 El aparato 100 puede ser utilizado para piezas de trabajo 114 que incluyen materiales sueltos en bolsas, pero el diseño esencial se aplica a piezas de trabajo similares pero geométricamente diferentes. De esta forma, la presente invención ofrece diversas ventajas frente a la técnica anterior. Resultará obvio para los expertos de la técnica que la invención descrita en esta memoria e ilustrada en las Figuras puede ser modificada para producir diferentes realizaciones de la presente invención. Si bien se han ilustrado y descrito realizaciones de la invención, pueden
- 25 llevarse a cabo diversas modificaciones y cambios por parte de los expertos de la técnica sin apartarse del ámbito de la invención, conforme se define en las reivindicaciones que se acompañan.

REIVINDICACIONES

1.- Un dispositivo asidor (130) que tiene una campana de agarre flexible (180), la cual incluye una base y una pluralidad de pasos o canales, **caracterizado por que:**

5 la base está formada en torno a un primer orificio central (194) y tiene un contorno o circunferencia predeterminada, rodeada por un labio flexible (190) que se extiende en torno a la circunferencia de la base y se extiende hacia abajo hasta un reborde circunferencial (220), de tal modo que la pluralidad de canales (204) pasan radialmente hacia fuera desde el primer orificio central (194) y hacia abajo por el labio (190) hasta llegar a una distancia predeterminada desde el reborde (220), de tal manera que el labio (190) y el reborde (220) son adaptables para adecuarse o ajustarse a una pieza de trabajo cuando se crea una diferencia de presiones entre la campana y la pieza de trabajo;

una base (182) de labio, montada en la base de la campana y que tiene un segundo orificio central (194);

una línea o conducción de vacío, que pasa a través de los primer y segundo orificios centrales; y

15 una pluralidad de dedos (200) de paso o canal, cada uno de los cuales tiene un extremo proximal y un extremo distal, de manera que cada dedo (200) está fijado a la campana de agarre (180) mediante su montaje dentro de uno respectivo de los canales (204);

20 por lo que, al ser aplicado, se aplica inicialmente una fuerza de vacío a través del primer orificio (194), que hace que ciertas partes de la pieza de trabajo se desplacen hacia el primer orificio (194), tras lo cual la fuerza de vacío es dirigida a lo largo de los dedos (200), con lo que se hace posible un agarre por succión en una pluralidad de puntos próximos al reborde (220) de la campana de agarre (180), y se provoca que la campana (180) se deforme en torno a una superficie de una pieza de trabajo y se adapte a esta.

2.- El dispositivo asidor de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual la campana (180) se extiende hacia abajo hasta un reborde circunferencial (220), de acuerdo con una curva generalmente con forma de coseno que produce un perfil de deformación predeterminado.

25 3.- El dispositivo asidor de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual cada uno de los canales (204) está separado de los canales adyacentes por una protuberancia (214).

4.- El dispositivo asidor de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual los dedos (200) están moldeados integralmente o de una pieza dentro de los canales (204) de la campana.

5.- El dispositivo asidor de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente una placa de fondo (208) conectada o unida a la base (182) del labio y que flota dentro de la circunferencia de la campana.

30 6.- El dispositivo asidor 1 de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente un obstáculo formado dentro de la base (182) del labio con el fin de evitar que porciones sueltas de la pieza de trabajo llenen el primer orificio.

35 7.- Un aparato de agarre por vacío que comprende un dispositivo asidor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, un brazo de robot (124) que tiene un punto central (188) para herramienta, al que se conecta o une el dispositivo asidor (130), y al menos una manguera de vacío en comunicación con los extremos proximales de los dedos (200) a través de los primer y segundo orificios (194), y conectada a una fuente de vacío (134) y configurada para proporcionar una fuerza de succión dentro de la campana (180) del dispositivo asidor, en posición próxima al primer orificio central, y para proporcionar una fuerza de succión a través de la manguera de vacío, hasta los extremos distales, o más alejados, de los dedos, con lo que se permite el agarre por succión en una pluralidad de puntos próximos al reborde de la campana de agarre.

40 8.- El aparato de acuerdo con la reivindicación 7, que comprende adicionalmente un controlador computerizado de funcionamiento instantáneo o en tiempo real para el brazo de robot (124), que incorpora realimentación para colocar el dispositivo asidor (130) en posición adyacente a la pieza de trabajo que se va a agarrar.

45 9.- El aparato de acuerdo con la reivindicación 7, que comprende adicionalmente un adaptador basculante (184), montado entre el brazo de robot (124) y el dispositivo asidor (130) con el fin de permitir la rotación del dispositivo asidor alrededor de un eje predeterminado sin que rote la manguera de vacío.

10.- El aparato de acuerdo con la reivindicación 7, que comprende adicionalmente un sensor para supervisar la fuerza de vacío y para responder si las fuerzas de sustentación caen por debajo de una magnitud predeterminada.

50 11.- El aparato de acuerdo con la reivindicación 7, que comprende adicionalmente una válvula (138) para controlar la magnitud de la fuerza de vacío dentro de la manguera de vacío.

12.- El aparato de acuerdo con la reivindicación 7, que comprende adicionalmente un sistema óptico que comprende:

una fuente de luz (146) para iluminar la pieza de trabajo;

al menos un anillo segmentado de espejos (148) para reflejar la luz procedente de la fuente de luz y para iluminar la pieza de trabajo; y

5 una cámara (144), que tiene una lente de objetivo para grabar información de imagen predeterminada de la pieza de trabajo.

13.- El aparato de acuerdo con la reivindicación 12, en el cual los espejos (148) forman un conjunto geoméricamente ordenado y estático de espejos concéntricos.

14.- El aparato de acuerdo con la reivindicación 12, en el cual la luz es reflejada por los espejos (148) para que incida en la pieza de trabajo con un ángulo agudo, a fin de evitar reflexiones y maximizar el contraste.

10 15.- El aparato de acuerdo con la reivindicación 12, en el cual la fuente de luz (146) ilumina la pieza de trabajo para permitir a la cámara (144) tomar una imagen de la pieza de trabajo, después de lo cual son extraídas de la imagen características o rasgos geométricos de la pieza de trabajo y comparadas con un modelo geométrico predefinido que tiene características similares y una posición de agarre descentrada predeterminada, por lo que el brazo de robot (124) es orientado generalmente para alinear el dispositivo asidor (130) con respecto a la posición descentrada
15 predeterminada.

16.- El aparato de acuerdo con la reivindicación 7 y apto para asir y soltar objetos irregulares, de tal manera que la campana del dispositivo asidor es una campana de agarre unitaria y flexible (180) que incluye la base formada en torno a un primer orificio central (194) y que tiene una circunferencia o contorno de una forma predeterminada rodeada por el labio (190), que se extiende en torno a la circunferencia de la base y se extiende hacia abajo hasta un reborde circunferencial (220), de acuerdo con una curva generalmente con forma de coseno que produce un perfil de deformación predeterminado, de tal manera que la pluralidad de canales (204) están formados dentro de la campana, siendo el labio lo suficientemente flexible como para que el labio y el reborde sean adaptables para ajustarse a una pieza de trabajo de forma irregular cuando se crea una diferencia de presiones entre la campana y la pieza de trabajo, de tal manera que cada uno de los canales se encuentra separado de los canales adyacentes por una protuberancia (214);
20
25

la pluralidad de dedos de canal son dedos de canal de vacío tubulares, flexibles y huecos (200);

el brazo de robot (124) es controlable por un controlador computerizado de funcionamiento instantáneo o en tiempo real, que incorpora realimentación táctil y visual para colocar el dispositivo asidor en posición adyacente a la pieza de trabajo que se va a agarrar;

30 la al menos una manguera de vacío tiene unos primer y segundo extremos, de tal forma que el primer extremo está en comunicación con los extremos proximales, o más cercanos, de los dedos a través de los primer y segundo orificios, estando el segundo extremo conectado a la fuente de vacío (134), por lo que, al aplicarse inicialmente una succión, la mayor parte de la fuerza de vacío es aplicada a través del primer orificio, lo que provoca que las porciones de la pieza de trabajo se desplacen hacia el primer orificio, con lo cual la fuerza de vacío es dirigida a través de los dedos:
35

el aparato comprende, adicionalmente, una válvula de flujo accionada electrónicamente, de alta velocidad y elevado vacío (138), para controlar el grado de succión dentro de la manguera de vacío;

un sistema óptico para proporcionar información de la posición del brazo de robot, de tal manera que el sistema óptico comprende:

40 una pluralidad de diodos electroluminiscentes para iluminar la pieza de trabajo;

una pluralidad de anillos segmentados de espejos (148) que reflejan la luz procedente de los diodos electroluminiscentes con el fin de proporcionar una iluminación homogénea de la pieza de trabajo;

una cámara (144) que tiene una lente de objetivo para grabar información de imagen predeterminada de la pieza de trabajo;

45 memoria para almacenar las imágenes captadas por la cámara;

de tal modo que los diodos electroluminiscentes iluminan la pieza de trabajo por medio de los espejos con el fin de permitir que la cámara tome una imagen de la pieza de trabajo, tras lo cual se extraen de la imagen rasgos o características geométricas de la pieza de trabajo irregular, y se comparan con un modelo geométrico predefinido que tiene características similares y una posición de agarre descentrada predeterminada, por lo que el brazo de robot se orienta generalmente para alinear el dispositivo asidor con respecto a la posición descentrada predeterminada; y un sensor para indicar al controlador que se ha conseguido una fuerza de sustentación segura por medio de la fuerza de succión y, además, para supervisar la fuerza de sustentación y para responder si la fuerza de sustentación cae por debajo de una magnitud predeterminada.
50

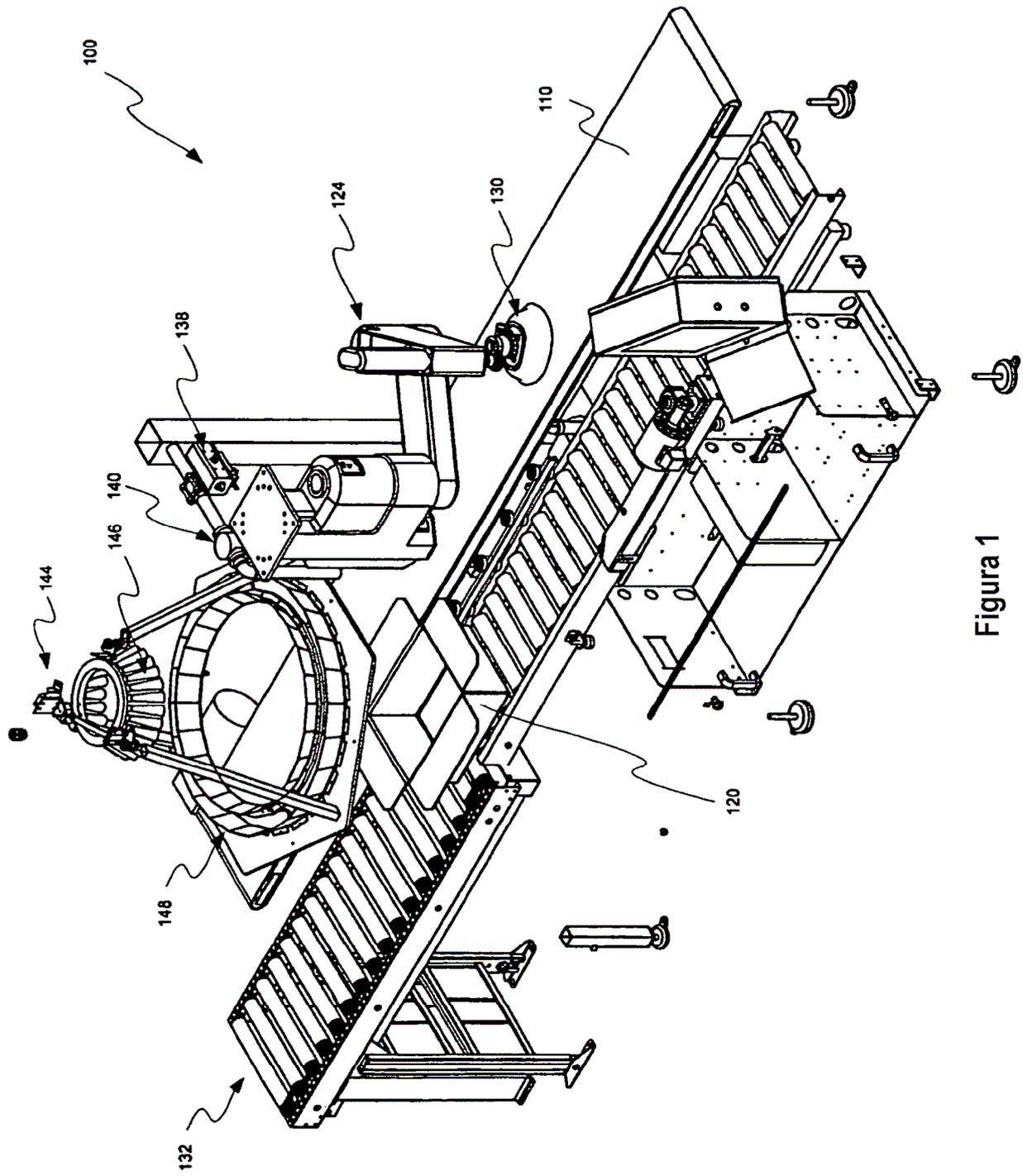


Figura 1

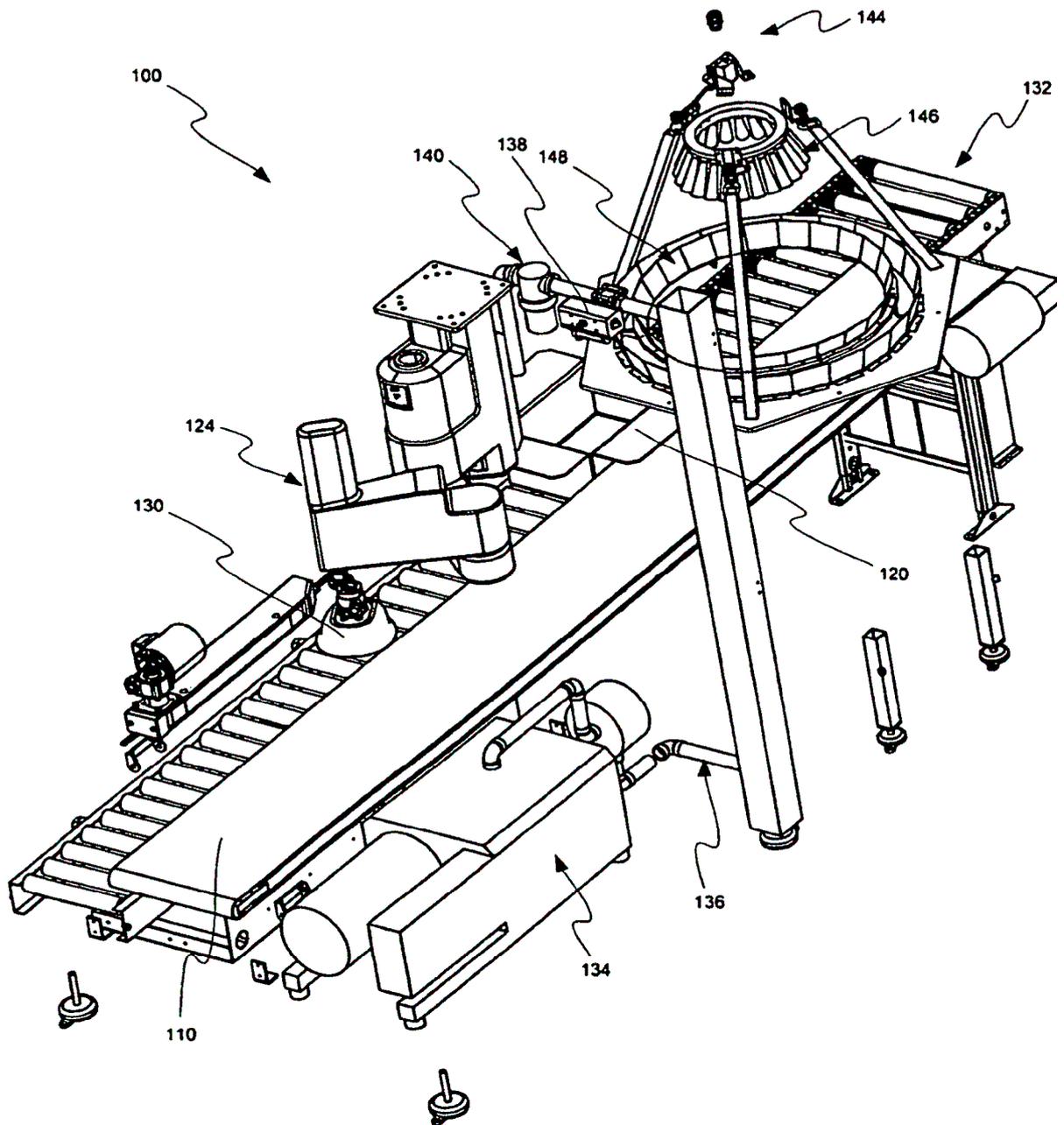


Figura 1A

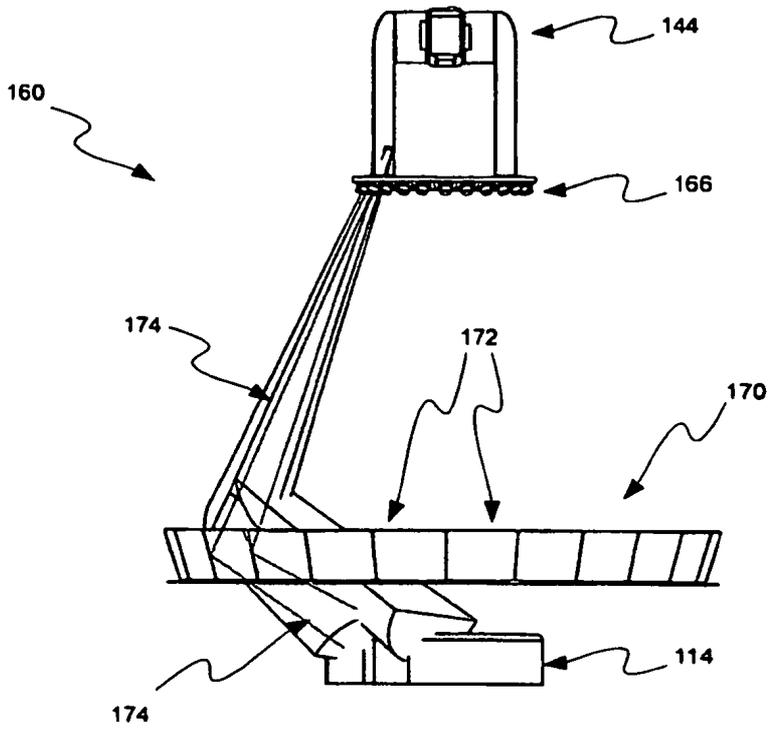


Figura 2

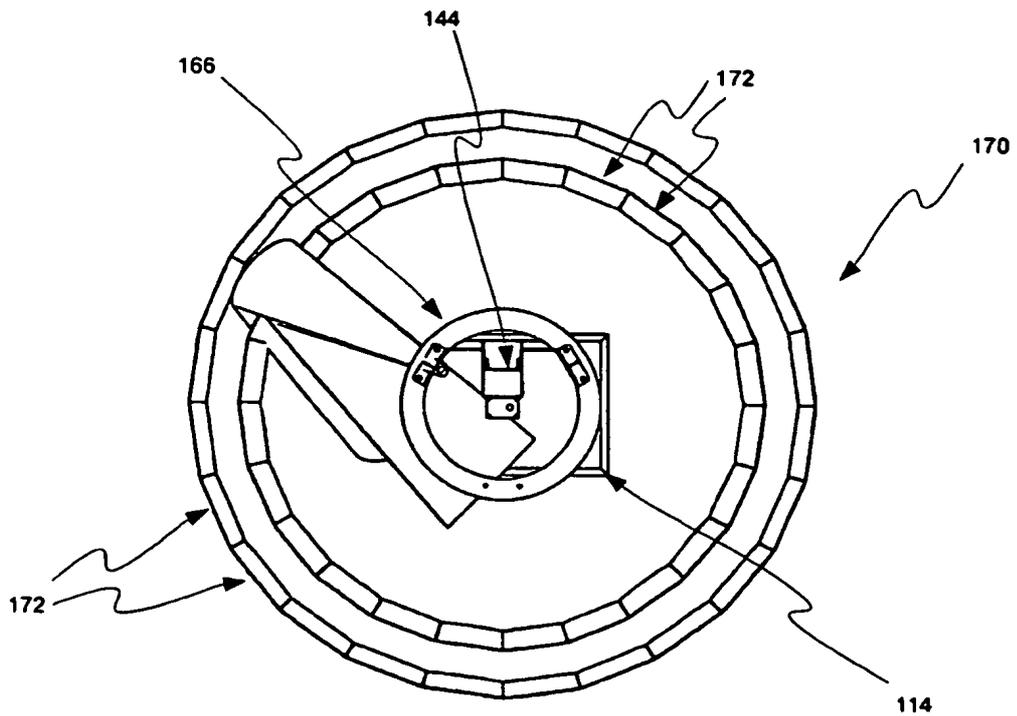


Figura 2A

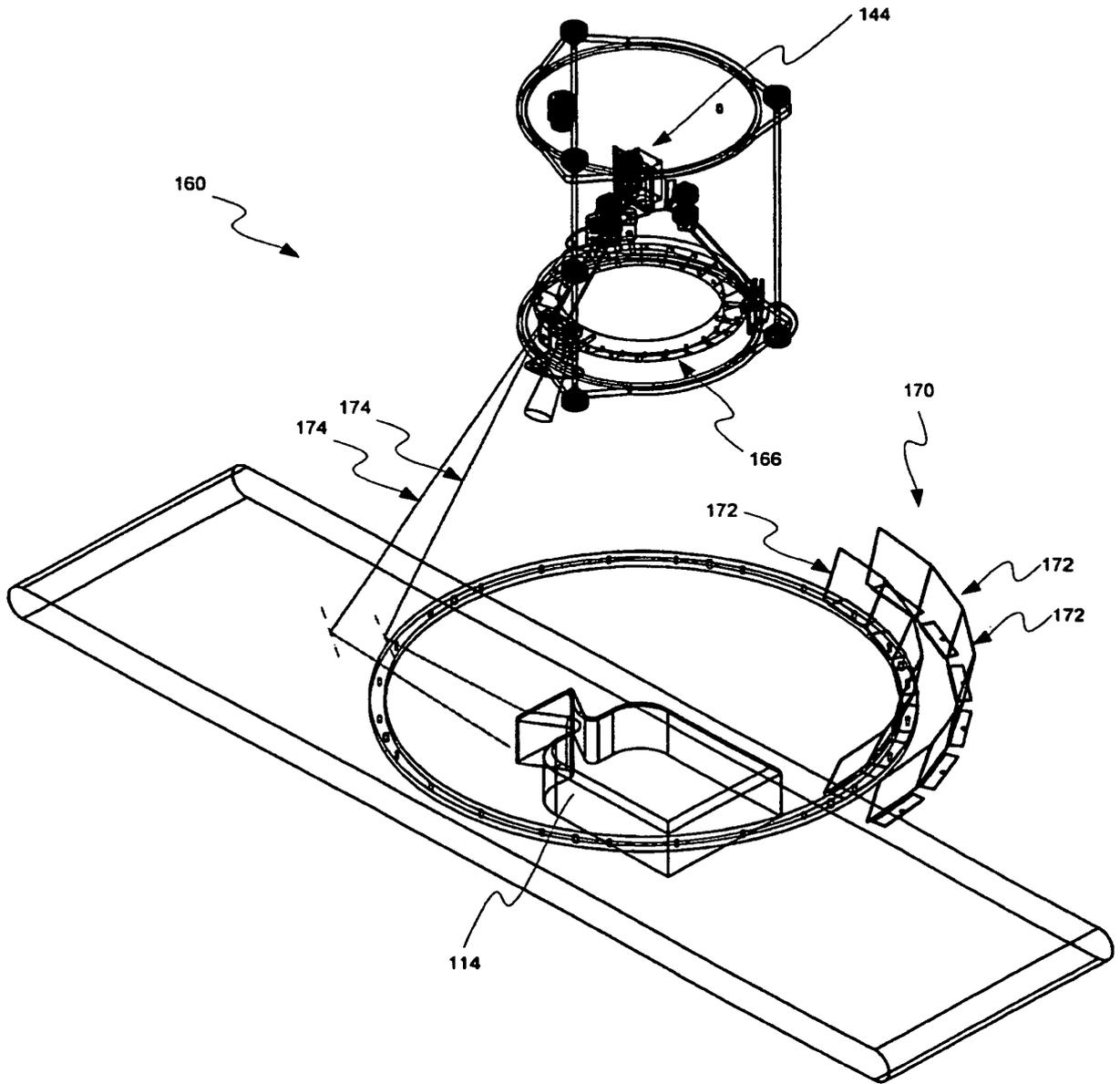


Figura 2B

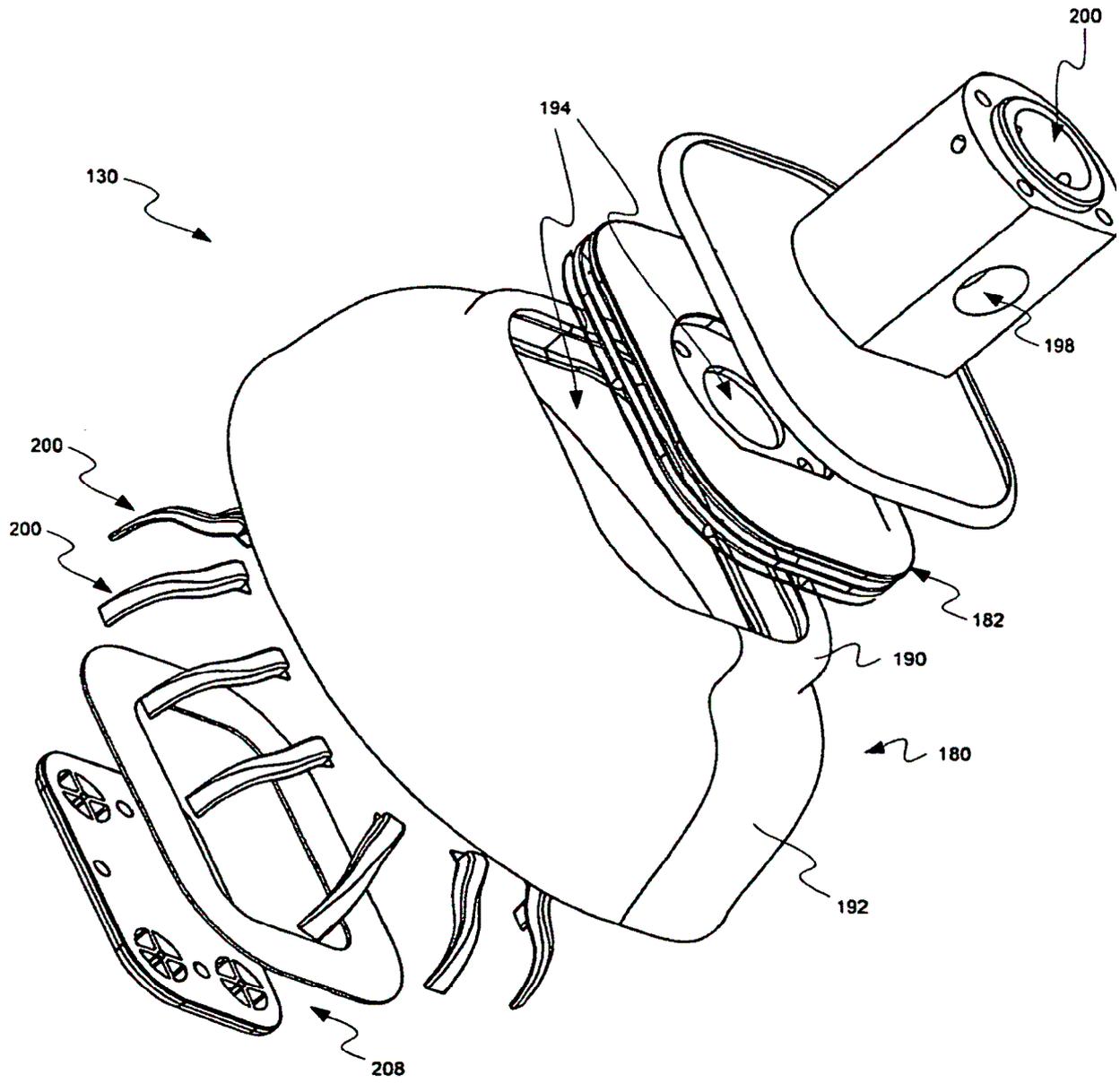


Figura 4

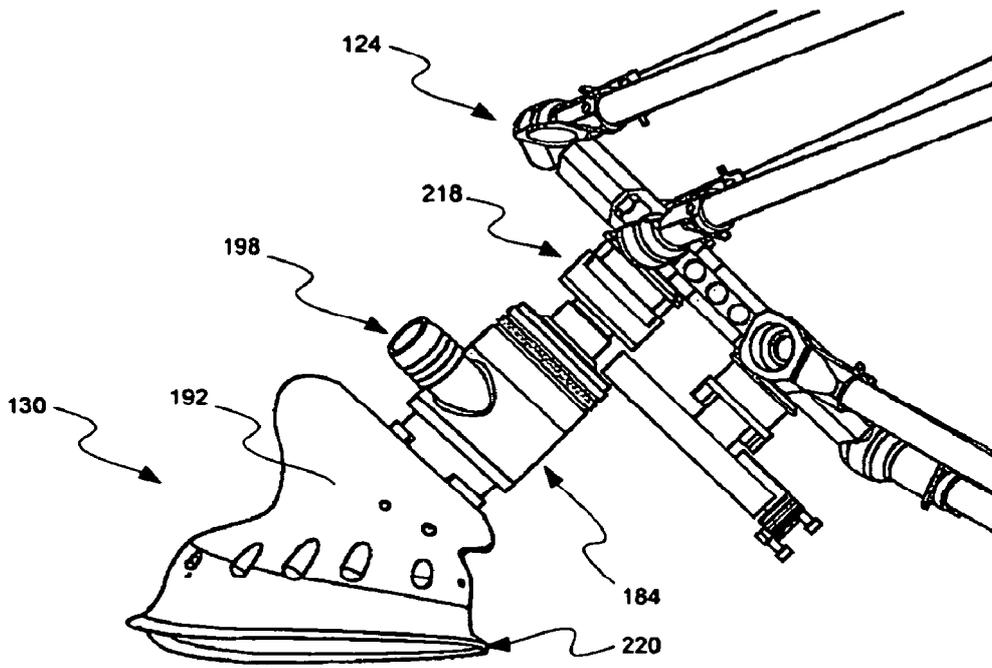


Figura 5

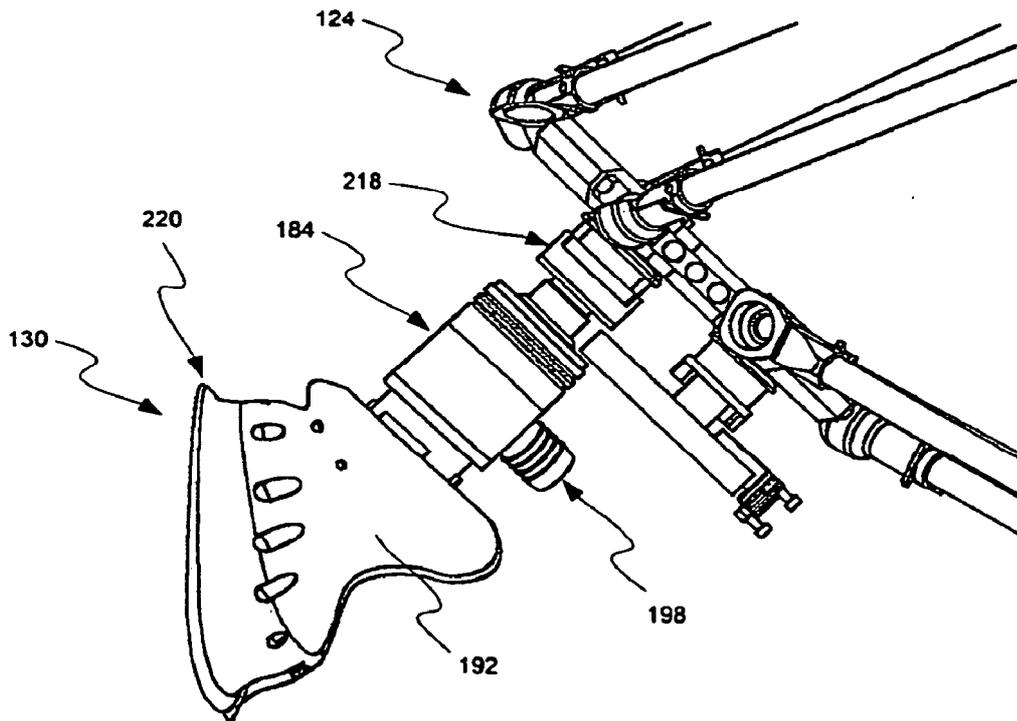


Figura 5A

