(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 546 210**

(51) Int. CI.:

***B25B 11/00*** (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.05.2005 E 09005809 (0)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.08.2015 EP 2082839**

(54) Título: **Aparato de ventosas de conformación y procedimiento**

(30) Prioridad:

**27.05.2004 US 854209**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
**21.09.2015**

(73) Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)**
**100 North Riverside Plaza**
**Chicago, IL 60606-2016, US**

(72) Inventor/es:

**BOYL-DAVIS, THEODORE M.;**
**BUTTRICK , JAMES N. JR. y**
**JONES, DARRELL D.**

(74) Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

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 ventosas de conformación y procedimiento

**Campo de la invención**

La presente invención se refiere en general a herramientas de fabricación y automatización. Más particularmente, la presente invención se refiere a la conexión de máquinas herramientas montadas sobre carriles para trabajar en superficies.

**Antecedentes de la invención**

Sistemas portátiles con ventosas fijadas para la perforación o fijación de las secciones del fuselaje de aeronaves o estructuras alares, así como para otras operaciones de fabricación, para otros tipos de vehículos, y para estructuras estáticas, se han desarrollado con anterioridad, pero han sido generalmente más prácticas para su uso solo en las áreas de piezas de trabajo donde el contorno es cero o muy pequeño en la dirección longitudinal del dispositivo. Por ejemplo, algunos sistemas de ventosas de la técnica anterior se podrían fijar fácilmente a lo largo de la dirección de vuelo de un fuselaje cilíndrico o, de otro modo, altamente curvo, en particular cuando el fuselaje tiene una larga extensión, esencialmente recta (es decir, un contorno cerca de cero), pero la fijación de un sistema de este tipo al fuselaje en la dirección circunferencial, o de proa a popa a lo largo de una nervadura de ala curvada, tendería a producir, a veces, resultados inciertos.

Sistemas de la técnica anterior que utilizan un pequeño número de grandes ventosas se han utilizado, pero han tendido a ser incapaces de adaptarse sin problemas a contornos severos. Los sistemas de la técnica anterior con un gran número de pequeñas ventosas pueden seguir un contorno en cierta medida, pero tienden a estar limitados en la fuerza de retención disponible por la necesidad de tener una holgura física alrededor de cada ventosa, y por la relación anchura a longitud disponible limitada de una ventosa individual.

Sistemas de máquina herramienta montado sobre carriles de la técnica anterior pueden poseen la capacidad de hacer avanzar una herramienta fijada a un carril utilizando un aparato de motor y engranaje integrado con la herramienta. Un aparato de medición, del mismo modo integrado con la herramienta, permite determinar la posición de la herramienta con una precisión considerable. No obstante, los sistemas de la técnica anterior tienden a estar limitados en su capacidad para adaptarse a superficies generalizadas, siendo lo más adecuado situarlos a lo largo de trayectorias de contorno bajo.

El documento DE4203808 desvela una guía montada en áreas fijas sobre una base plana y nivelada. En o cerca del borde de las áreas se ajusta un sello de plástico no poroso. El sello tiene una fijación, forma y espesor estable y una superficie plana cuya anchura asegura su adhesión a la base cuando el espacio cerrado por la misma es evacuado por una bomba comparativamente débil. La bomba se conecta a los espacios por pequeñas tuberías a través de orificios en el sello.

El documento US 2,946246 desvela un bastidor, con una forma dictada por el molde que se va a utilizar y los contornos del panel del cuerpo que se perforan, que tiene ventosas proporcionadas a intervalos separados sobre el mismo. Las ventosas se pueden utilizar para sostener el aparato al panel del cuerpo.

El documento US 5.865.827 desvela un dispositivo de vacío que tiene una cubierta plegable capaz de mantener un sello con una superficie flexible, tal como tejido humano. Un conjunto de miembros de conformación soportan la cubierta contra el colapso en la región evacuada en el interior, sin embargo, se flexionan fácilmente para mantener el sello con el tejido de deformación sin la necesidad de una fuerza de sellado excesiva.

Por consiguiente, sería deseable proporcionar un método y un aparato que proporcione la fijación de un sistema de carriles que pueda adaptarse a superficies con contornos comparativamente grandes en la dirección longitudinal del recorrido mediante el sistema de carriles y mediante las herramientas portadas en el mismo.

**Sumario de la invención**

De acuerdo con la presente invención se presiona un dispositivo de mecanizado de guía flexible como se reivindica en las reivindicaciones adjuntas.

La ventosa de conformación que se describe en algunas realizaciones comprende un miembro de ventosa elástico que tiene un conjunto de elementos rigidizadores rígidos orientados uno junto al otro a lo largo del eje longitudinal de un sistema de carriles. Un carril se puede soportar mediante su fijación a los elementos rigidizadores. Los elementos rigidizadores pueden estar separados lejos del carril, en una realización representativa, utilizando pasadores separadores fijados a los elementos rigidizadores y al carril. Entre cada par de elementos rigidizadores hay un espacio suficiente para permitir que el carril se flexione a lo largo de un contorno comparativamente pronunciadamente curvado sin interferencias. Un grupo de elementos rigidizadores montados en un molde se puede

sobremoldeado con un material elastomérico tal como uretano, sobremoldeo que encierra todos los elementos rigidizadores y añade un reborde circunferencial para establecer la ventosa. La ventosa así conformada puede tener formas entalladas formadas en los espacios entre elementos rigidizadores adyacentes para permitir el movimiento sustancial entre los elementos rigidizadores a pesar de la presencia del elastómero sobremoldeado. Los pasadores separadores anteriores pueden sobresalir de las superficies superior y/o inferior del elastómero sobremoldeado.

La ventosa para la conexión separable entre un carril de conformable que porta la herramienta y una superficie del lateral del carril de una pieza de trabajo comprende una superficie interna de la ventosa, una superficie externa de la ventosa, una pluralidad de almohadillas elásticas unidas en un todo contiguo (donde el área entre cada almohadilla y la superficie del lateral del carril de la pieza de trabajo define una zona), una pluralidad de elementos rigidizadores (donde al menos uno de la pluralidad de elementos rigidizadores se incrusta al menos parcialmente dentro de cada una de las almohadillas respectivas, y donde los elementos rigidizadores se pueden acoplar al carril), y un sello periférico elástico, unido a las almohadillas y que rodea la periferia de todas las zonas entre las almohadillas y la superficie del lateral del carril de la pieza de trabajo.

La ventosa para la conexión separable entre un carril de conformable que porta la herramienta y una superficie del lateral del carril de una pieza de trabajo puede incluir también una pluralidad de pasadores separadores fijados al carril, donde al menos uno de uno de los pasadores separadores se fija a uno respectivo de cada uno de los elementos rigidizadores.

En otras palabras, una fijación entre un carril con un eje longitudinal y una superficie del lateral del carril de la pieza de trabajo comprende medios para rigidizar una ventosa a lo largo de un eje transversal al eje longitudinal del carril y paralelo a la superficie del lateral del carril de la pieza de trabajo, medios para sellar de forma separable el medio de rigidización a la superficie del lateral del carril de la pieza de trabajo contra la pérdida de vacío, medios para situar de forma rígida un punto en el carril con respecto a un punto de la superficie del lateral del carril de la pieza de trabajo, y medios para acoplar una fuente de vacío a un volumen espacial que ocupa todo el espacio entre los medios para el sellado y la superficie del lateral del carril de la pieza de trabajo. El dispositivo de mecanizado de guía flexible se puede utilizar en el siguiente método; un método para fijar de manera separable un carril con un eje longitudinal a una superficie del lateral del carril de una pieza de trabajo comprende rigidizar una ventosa a lo largo de un eje transversal al eje longitudinal del carril y paralelo a la superficie del lateral del carril de la pieza de trabajo, sellar de forma separable el perímetro de la ventosa a la superficie del lateral del carril de la pieza de trabajo contra la pérdida de vacío, situar rígidamente un punto en el carril con respecto a un punto de la superficie del lateral del carril de la pieza de trabajo, y acoplar una fuente de vacío a un volumen espacial que ocupa todo el espacio entre la ventosa y la superficie del lateral del carril de la pieza de trabajo.

Por lo tanto, se han descrito, más bien ampliamente, ciertas realizaciones de la invención, con el fin de que la descripción detallada de la misma en la presente memoria se puede comprender mejor, y con el fin de que se pueda apreciar su presente contribución a la técnica. Existen, por supuesto, realizaciones adicionales de la invención que se describirán a continuación y que formarán la materia objeto de las reivindicaciones adjuntas.

A este respecto, antes de explicar al menos una realización de la invención en detalle, se debe entender que la invención no está limitada en su aplicación a los detalles de construcción ni a las disposiciones de los componentes expuestos en la siguiente descripción o ilustrados en los dibujos. La invención es capaz de realizaciones adicionales a las descritas y de implementarse y realizarse de diversas maneras. También, se debe entender que la fraseología y terminología empleadas en la presente memoria, así como en el resumen, tienen una finalidad descriptiva y no deben considerarse como limitantes.

Como tal, los expertos en la materia apreciarán que la concepción en la que esta divulgación está basada se puede utilizar fácilmente como base para el diseño de otras estructuras, métodos y sistemas para realizar los diversos fines de la presente invención. Es importante, por lo tanto, que las reivindicaciones sean consideradas como incluyendo tales construcciones equivalentes en la medida en que no se alejan del espíritu y alcance de la presente invención.

**Breve descripción de los dibujos**

La Figura 1 es una vista en perspectiva que ilustra desde abajo una ventosa de conformación totalmente comprimida de acuerdo con una realización preferida de la invención.
La Figura 2 es una vista oblicua desde arriba con recorte de una ventosa de conformación acuerdo con la realización de la Figura 1.
La Figura 3 es una vista en despiece de un rigidizador de extremo y los pasadores separadores asociados de acuerdo con la realización de la Figura 1.
La Figura 4 es una vista en despiece ordenado de un rigidizador intermedio y los pasadores separadores asociados de acuerdo con la realización de la Figura 1.
La Figura 5 es una vista en sección de una conexión de vacío con un diafragma intacto.
La Figura 6 es una vista en sección de una conexión de vacío con un diafragma perforado en la que un acoplamiento de tubería de púas se ha instalado.
La Figura 7 es una vista lateral con recorte de una ventosa de conformación instalada en un carril y presionada

sobre una pieza de trabajo, de acuerdo con la realización de la Figura 1.
La Figura 8 es una vista en sección de un surco y entalladuras que separan dos almohadillas de acuerdo con la realización de la Figura 1.
La Figura 9 es una vista en sección de un surco sin entalladuras.
La Figura 10 es una vista oblicua desde arriba de una ventosa de conformación de acuerdo con una realización alternativa de la invención.
La Figura 11 es una vista lateral de una multiplicidad de ventosas de conformación de acuerdo con la realización alternativa de la Figura 10, que muestra la fijación a un carril y a una pieza de trabajo curva.

**Descripción detallada**

Diversas realizaciones de acuerdo con la presente invención proporcionan un aparato con ventosas y métodos para la fijación de dispositivos tales como, por ejemplo, un sistema de carriles utilizado en operaciones tales como la perforación en serie de orificios, orifico que pueden ser necesarios para el montaje de tornillos o remaches a través de superficies de chapa de aviones en las estructuras subyacentes. Si bien se ha descrito en el contexto de la fabricación de aeronaves, diversas realizaciones pueden también ser útiles en otras industrias de fabricación. La invención se describirá ahora con referencia a las figuras de los dibujos, en las que los números de referencia iguales se refieren a partes similares.

La Figura 1 es una vista inferior oblicua que muestra una ventosa completamente comprimida 10 de acuerdo con una realización ejemplar. La ventosa 10 tiene un reborde de sellado periférico 12 que se muestra desviado como se vería desde debajo de una pieza de trabajo transparente (una pieza de trabajo 70 se muestra en las Figuras 7 y 11) cuando se ha aplicado vacío desde un sistema de vacío externo (que se muestra en la Figura 10) al volumen entre la ventosa 10 y la pieza de trabajo 70, y ha causado que la presión del aire exterior empuje la ventosa 10 contra la pieza de trabajo 70. La ventosa 10 ejemplar comprende dos almohadillas de extremo 14 junto con tres almohadillas intermedias 16. Cada almohadilla 14 o 16 comprende un rigidizador (rigidizadores 26 y 28 que se muestran en la Figura 2) encapsulado en el material elástico de la ventosa 10, y comprende además dos pasadores separadores 18 con la parte extremos inferior 20 que pueden entrar directamente en contacto con la pieza de trabajo cuando la ventosa 10 se comprime. Las partes superiores de los pasadores separadores 22 se pueden fijar a un carril utilizando sujeciones adecuadas (un carril 72 se muestra en las Figuras 7 y 11). Uno o más orificios parciales 24 que se utilizan para permitir la fijación del sistema de vacío se muestran en cada almohadilla de extremo 14 y en más detalle en las Figuras 5 y 6.

La Figura 2 es una vista en corte oblicuo de la ventosa 10 desde arriba. Almohadillas representativas 14 y 16 se muestran cortadas para revelar un rigidizador de almohadilla de extremo 26 y los rigidizadores de almohadilla intermedios 28 dentro de sus respectivas almohadillas 14 y 16. Los rigidizadores similares se muestran totalmente en las Figuras 3 y 4.

La Figura 3 es una vista en despiece oblicua que muestra un refuerzo de extremo 30 sustancialmente similar al rigidizador 26 correspondiente de la Figura 2. El rigidizador 30 se muestra con dos pasadores separadores 18 orientados para su inserción. Cada uno de los pasadores separadores 18 ejemplar de la Figura 3 tiene una parte superior de pasador 22 con un chaflán 32 y una rosca hembra 34 para su fijación a un carril 72 (que se muestra en las Figuras 7 y 11). Una sección cónica 36 y una sección de ajuste de interferencia 38 en cada pasador separador 18 pueden permitir que el pasador 18 se presione sustancialmente de forma permanente en el orificio correspondiente 40. Un saliente 42 puede proporcionar un tope integral para permitir que el pasador 18 se apoye contra el rigidizador 26 o 30, con el extremo inferior del pasador 20 a una distancia uniforme desde la superficie inferior 44 del rigidizador 26 o 30. Tres taladros 46 en el rigidizador de extremo 30 se pueden utilizar para proporcionar un paso para la conexión de vacío (que se muestra en las Figuras 5 y 6).

La Figura 4 es una vista en despiece oblicua que muestra un rigidizador intermedio 48 sustancialmente similar al rigidizador 28 correspondiente de la Figura 2. El rigidizador 48 se muestra con dos pasadores separadores 18 orientados para su inserción. Cada uno de los pasadores 18 de la Figura 4 tiene una parte superior del pasador 22 con un chaflán 32 y una rosca hembra 34 para su fijación a un carril 72 (que se muestra en las Figuras 7 y 11). Una sección cónica 36 y una sección de ajuste de interferencia 38 en cada pasador 18 pueden permitir que el pasador 18 se presione esencialmente de forma permanente en el orificio correspondiente 40. Un saliente 42 puede proporcionar un tope que permite que el pasador 18 se apoye contra el rigidizador 48, con el extremo inferior del pasador 20 a una distancia uniforme desde la superficie inferior 50 del rigidizador 28 o 48.

Volviendo a la Figura 2, el reborde de sellado 12 se muestra relajado y desviado hacia abajo en el resto de su orientación. Inscrito alrededor de la mayor parte del perímetro de cada una de las almohadillas 14 y 16 hay una entalladura o ranura inferior 60. Un surco o ranura superior 62 está presente también. Las dos entalladuras 60 y un surco 62 proporcionan, en conjunto, un cierto grado de desacoplamiento entre cada dos rigidizadores 26, 28, 30 o 48, permitiendo que los rigidizadores 26, 28, 30, o 48 se arrastren juntos o separen según se flexionan por el carril 72 (que se muestra en las Figuras 7 y 11) al que están fijados, y/o se tuerzan uno respecto al otro si se impulsan así por el perfil curvo montado del carril 72.

La Figura 5 es una sección a través de la Figura 1 en la línea de sección 5-5. Esto muestra que el primer orificio parcial 24 en la cara inferior 52 de la almohadilla de extremo 14 se alinea con un segundo orificio parcial 54 en la cara superior 56, que se muestra en la Figura 2, de la almohadilla de extremo 14. Los dos orificios parciales 24 y 54 están separados por un diafragma 58, y se pueden situar preferentemente dentro de uno de los taladros 46 en los rigidizadores de extremo 26 y 30.

La Figura 6 es una vista en sección de un acoplamiento de tubería de púas 64 insertado en una ventosa 10. Después de que el diafragma 58 se ha perforado, por ejemplo, utilizando una aguja de coser ordinaria, un acoplamiento de púas 64 de tamaño adecuado se puede insertar en el segundo orificio parcial 54. El acoplamiento de púas 64, que lleva preferentemente una sola púa en cada extremo como se muestra, se hace pasar preferentemente a través del diafragma perforado 58 y utiliza el diafragma perforado 58 como un elemento de bloqueo para retener el acoplamiento de púas 64. Diversas opciones pueden ser preferibles en algunas aplicaciones, tales como el uso de extremos de múltiples púas en el acoplamiento de púas 64 o hacer pasar el acoplamiento de púas 64 a través del diafragma perforado 58 y el primer orificio parcial 24, aunque el acoplamiento de púas 64 no se extiende preferentemente tan lejos como a través del taladro 46 a fin de extenderse más allá del extremo inferior del pasador 20 y en contacto con la pieza de trabajo 70. La parte superior del acoplamiento de tubería de púas 64 se muestra para fijarse en un ángulo recto 66. Puede ser preferible que el ángulo recto 66 que se muestra permita que una línea de vacío 68 suministre vacío a la ventosa 10 sin una curva pronunciada en la línea 68. Otros ángulos y otros estilos de ajuste pueden ser preferibles en algunas aplicaciones.

Volviendo una vez más a la Figura 1, la multiplicidad de orificios parciales 24 en las almohadillas de extremo 14 se puede utilizar para proporcionar conexiones de vacío opcionales. En algunas realizaciones puede ser preferible aplomar todas las ventosas 10 hacia atrás de forma individual en un colector común. Esto puede permitir que un colector con válvulas de vacío aplique vacío de manera sistemática, por ejemplo, aplicando vacío primero a las ventosas 10 situadas cerca del carril intermedio, activando después secuencialmente las ventosas hacia fuera, hacia ambos extremos.

La experimentación ha demostrado que para al menos algunas combinaciones de materiales y dimensiones, un diafragma perforado 58 puede no dejar escapar sustancialmente nada de aire cuando no se ha instalado ningún acoplamiento de púas 64 en su interior. Esto puede permitir que la ventosa 10 en la que existe el diafragma perforado 58 mantenga el vacío de forma aceptable. Por extensión, una ventosa 10 puede seguir siendo útil con múltiples diafragmas 58 no utilizados pero que han sido perforados.

Puesto que la configuración de referencia para la realización ejemplar emplea un área común por debajo de toda la ventosa 10, el vacío arrastrado en un primer orificio parcial perforado 24 se puede extender a través de un segundo orificio parcial perforado 24 (como se muestra en la Figura 10). Otro acoplamiento de tubería de púas 64 se puede añadir para conectar la fuente de vacío a una segunda ventosa 10 sin necesidad de utilizar un puerto de colector en la fuente de vacío para cada ventosa 10. Proporcionar un amplio número de orificios parciales 24 en la realización permite una variedad de opciones para la distribución de vacío en un sistema de máquina herramienta montado sobre carriles con ventosas 10 de un solo diseño. La disponibilidad de orificios parciales adicionales 24 puede permitir la adición de sensores, medidores, y similares, así como ventosas adicionales 10.

Continuando con la Figura 1, los pasadores separadores 18 se muestran rodeados por el elastómero de las almohadillas 14 y 16. Los extremos inferiores de los pasadores 20 pueden tener forma de cúpula con un radio aproximadamente igual a la deformación elástica de la pieza de trabajo 70 efectuado por la presión derivada del vacío aplicado más una porción del peso del sistema de perforación montado sobre carriles. Si la deformación elástica de la pieza de trabajo 70 puede demostrarse insignificante, entonces, se puede alcanzar una forma de extremo inferior del pasador 20 satisfactoria con un cuadrado de cara plana de la pieza de trabajo y un borde liso redondeado. La forma, radio de curvatura, y el tamaño del extremo inferior del pasador 20 se pueden seleccionar preferentemente para al menos minimizar las raspaduras en o estropear la pieza de trabajo 70.

La Figura, 7 es una vista lateral con un corte parcial, que revela la estructura de una ventosa 10 presionada contra una pieza de trabajo 70 y fijada a un carril 72 con los pernos 74, tuercas 76 y arandelas 78. El reborde 12 se flexiona hacia arriba desde su posición de reposo como resultado de la aplicación de vacío. En la Figura 7, una pieza de trabajo plana 70 se entran en contacto con los pasadores separadores 18, haciendo que el carril 72 asuma una forma plana, paralela a la pieza de trabajo 70.

La Figura 8 es una sección a través de la ventosa 10 de la Figura 1, en la que las entalladuras 60 y el surco superior 62 se muestran tal como estarían en una ventosa 10 situada en una pieza de trabajo plana 70. Cuando la superficie de la pieza de trabajo 70 es curva, los pasadores separadores 18 (mostrados en las Figuras 1 y 2) son arrastrados por el vacío para adaptarse a esa curva, desplazando los rigidizadores 28 y 30, y haciendo que el elastómero entre las entalladuras 60 y el surco superior 62 se flexione. Esta flexión permite que la ventosa 10 se ajuste a una pieza de trabajo 70 con una curvatura relativamente pronunciada, y por tanto, hacer que se conforme así el carril 72. La torsión en la pieza de trabajo 70 se puede permitir también, flexionando el elastómero según sea necesario.

La Figura 9 es una sección a través de una configuración de ventosa alternativa que retiene el surco superior 62

pero sin entalladuras. Esta configuración puede ser preferible en algunas piezas de trabajo, por ejemplo, cuando la curvatura es leve o inexistente a lo largo del eje longitudinal del carril.

Los métodos alternativos para la fijación de pasadores separadores a un carril podrían incluir soldadura, soldadura fuerte, y métodos de unión metalúrgica equivalentes, así como la aplicación de una brida a la parte superior de cada pasador separador, brida que podría tener múltiples orificios radialmente dispuestos para remaches u otras sujeciones. El perno 74, la tuerca 76 y la arandela 78 de la realización ejemplar se pueden sustituir por otros elementos de fijación roscados, tales como tornillos con o sin arandelas, y se puede evitar el aflojamiento por la aplicación de materiales antivibratorios, roscas recalcadas, y otras tecnologías.

La Figura 10 es una vista oblicua de una ventosa de conformación 10 de acuerdo con otro diseño. Aquí, el reborde 12 se hace ondulado en lugar de con bordes rectos como en las Figuras 1-9. En la realización mostrada, el material elastomérico 80 no rodea los rigidizadores 28 y 30 por encima de un saliente de fijación 82. La realización mostrada tiene una línea de entrada de vacío 84 y la línea de salida de vacío 86, con ninguna disposición para líneas de vacío adicionales. En esta realización, un accesorio 88 se emplea para sellar un orificio roscado y conectarse a una manguera de vacío 94 en un ángulo aproximadamente recto. La Figura 10 muestra además en forma esquemática el uso de una fuente de vacío 92 conectada mediante una manguera de vacío 94 para utilizar la ventosa 10. En la realización mostrada, un segundo accesorio 88 se conecta a una segunda manguera de vacío 86 para llevar vacío a otra ventosa 10 o a un accesorio tal como un calibre.

La Figura 11 muestra múltiples muestras de la ventosa de conformación 10 de la Figura 10 fijadas a un carril curvo 72 mediante pernos 74, tuercas 76 y arandelas 78. También se muestra una pieza de trabajo convexa-curvada 70. La curvatura del carril 72 requiere la flexión de las ventosas de conformación 10 para permitir el arrastramiento conjunto de los rigidizadores individuales 30 y 48 mostrados en las Figuras 3 y 4.

Los rigidizadores 26, 28, 30 y 48 descritos aquí se pueden fabricar preferentemente de un material con propiedades físicas específicas. Una de tales propiedades deseables para los de rigidizadores es mayor resistencia a la flexión que el carril 72 y/o la pieza de trabajo 70, en particular, en el espesor utilizado. Otra de tales propiedades deseables para los rigidizadores es la compatibilidad con la inserción de los pasadores 18, compatibilidad que incluye la maleabilidad adecuada para permitir la inserción del pasador 18 y la similitud en el coeficiente de temperatura de expansión en relación con los pasadores 18. Otra de dicha propiedad deseable para el rigidizador es la compatibilidad con el material de sobremoldeo elastomérico, cuya compatibilidad incluye la tolerancia de las temperaturas a las que se realiza el moldeo y la compatibilidad química con el material de sobremoldeo. Los materiales típicos que pueden ser adecuados incluyen diversas aleaciones de aluminio y de acero inoxidable, compuestos fenólicos reforzados con fibras, plásticos de ingeniería, tales como PEEK@, y otros.

Los elastómeros adecuados para el material de sobremoldeo de ventosas incluyen una clase de cauchos sintéticos conocidos genéricamente como uretanos. Otras clases de elastómeros, tales como vinilos, así como otros materiales conformables, pueden, como los uretanos, tener intervalos adecuados de valores de durómetro y propiedades físicas aceptables, tales como resistencia al desgarro para su uso repetido y pueden exhibir una capacidad para resistir un tratamiento duro. Los uretanos en el intervalo preferido de durezas en algunas formulaciones pueden exhibir una capacidad deseable se adherirse a las superficies, capacidad que puede añadirse a la fuerza de posicionamiento de las ventosas 10. Los vinilos pueden exhibir un aferramiento significativamente inferior a los uretanos, lo que puede ser preferible en algunas realizaciones. Otros elastómeros pueden igualmente exhibir combinaciones deseables de atributos para usos específicos.

Forzar aire, tal como desde un compresor, a través de un sistema de ventosa puede permitir que las ventosas funcionen como cojinetes neumáticos para hacer que el reposicionamiento de la herramienta sea más fácil y más rápido. Las características específicas tales como la forma del reborde, el perfil de la superficie de interfaz, la elección del material elastómero, y la tasa de flujo de aire disponible pueden inhibir o facilitar dicho uso.

Las muchas características y ventajas de la invención son evidentes a partir de la memoria descriptiva detallada, y, por tanto, se pretende mediante con las reivindicaciones adjuntas cubrir todas las características y ventajas de la invención que estén comprendidas dentro del verdadero espíritu y alcance de la invención. Adicionalmente, puesto que numerosas modificaciones y variaciones se les ocurrirán fácilmente a los expertos en la materia, no se desea limitar la invención a la construcción y operación exactas ilustradas y descritas, y, por consiguiente, todas las modificaciones y equivalentes adecuados pueden abarcar aquellos comprendidos dentro del alcance de la invención.

**REIVINDICACIONES**

1. Un dispositivo de mecanizado de guía flexible que comprende:

un carril (72) para adaptarse a una superficie del lateral del carril de una pieza de trabajo;
una ventosa (10) para la conexión separable entre el carril (72) y la superficie del lateral del carril de una pieza de trabajo (70), comprendiendo la ventosa:

una superficie interna de la ventosa;
una superficie externa de la ventosa;
una pluralidad de almohadillas (14, 16) que comprenden material elástico,

donde el área entre cada almohadilla y la superficie del lateral del carril de una pieza de trabajo define una zona;
una pluralidad de elementos rigidizadores (26, 28), donde
los elementos rigidizadores se pueden fijar al carril; y
una herramienta transportada sobre el carril;
donde el dispositivo de mecanizado de guía flexible está **caracterizado por que**:

la pluralidad de almohadillas (14, 16) están unidas en un todo contiguo;
la ventosa incluye un conjunto de zonas correspondientes a la pluralidad de almohadillas;
al menos uno de la pluralidad de elementos rigidizadores (26, 28) está incrustado al menos parcialmente dentro de cada una de las almohadillas (14, 16) respectivas; y **por que**
la ventosa comprende además:

un sello periférico elástico, unido a las almohadillas (14, 16) y que rodea la periferia del conjunto de zonas.

2. El dispositivo de mecanizado de guía flexible de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además:

un surco (62) entre las almohadillas adyacentes, donde el surco (62) proporciona una articulación flexible entre rigidizadores adyacentes.

3. El dispositivo de mecanizado de guía flexible de acuerdo con la reivindicación 2, que comprende además:

una entalladura (60) que comprende una ranura entre la almohadilla y el surco (62).

4. El dispositivo de mecanizado de guía flexible de acuerdo con la reivindicación 3, donde el surco (62) invade el volumen de material elástico desde la superficie externa de la ventosa, y donde la entalladura (60) invade el volumen de material elástico desde la superficie interna de la ventosa.

5. El dispositivo de mecanizado de guía flexible de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además:

una cámara de vacío que ocupa un volumen definido entre la superficie interna de la ventosa y la pieza de trabajo (70), comunicándose la cámara de vacío entre el conjunto de zonas;
y un portal de entrada que penetra en la ventosa, a través del que un fluido puede retirarse de o inyectarse en la cámara de vacío.

6. El dispositivo de mecanizado de guía flexible de acuerdo con la reivindicación 1, donde la pluralidad de almohadillas comprende además una primera almohadilla de extremo (14) y una segunda almohadilla de extremo (14).

7. El dispositivo de mecanizado de guía flexible de acuerdo con la reivindicación 6, donde la primera almohadilla de extremo (14) está provista de al menos un orificio de penetración (24).

8. El dispositivo de mecanizado de guía flexible de acuerdo con la reivindicación 6, donde la pluralidad de almohadillas comprende además:

una almohadilla intermedia (16) situada entre la primera almohadilla de extremo (14) y la segunda almohadilla de extremo (14).

9. El dispositivo de mecanizado de guía flexible de acuerdo con la reivindicación 1, donde el sello periférico comprende además:

un reborde de contacto (12), donde el reborde de contacto está configurado para acoplarse en contacto ininterrumpido con la pieza de trabajo (70), y donde el reborde de contacto rodea la pluralidad de almohadillas (14, 16).

10. El dispositivo de mecanizado de guía flexible de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además:

una fuerza de fijación entre el carril (72) y la superficie del lateral del carril de la pieza de trabajo (70) que resulta de la aplicación de vacío en la ventosa (10) mientras que el reborde de contacto (12) establece contacto continuo entre el carril (72) y la superficie del lateral del carril de la pieza de trabajo (70).

11. El dispositivo de mecanizado de guía flexible de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además:

un portal de salida para proporcionar una conexión fluida entre un generador de vacío y el conjunto de zonas.

12. El dispositivo de mecanizado de guía flexible de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además:

un conector de ventosa (64, 88) para proporcionar una conexión fluida de la ventosa con una segunda ventosa.

13. El dispositivo de mecanizado de guía flexible de acuerdo con la reivindicación 1, donde el material elástico incluye uretano.

14. El dispositivo de mecanizado de guía flexible de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además:

una pluralidad de pasadores separadores (18) fijados al carril, donde al menos uno de los pasadores separadores (18) está fijado a uno respectivo de cada uno de los elementos rigidizadores (26, 28).

15. La ventosa de la reivindicación 14, donde al menos un extremo de cada uno de la pluralidad de pasadores separadores (18) se hace pasar a través del sello periférico.

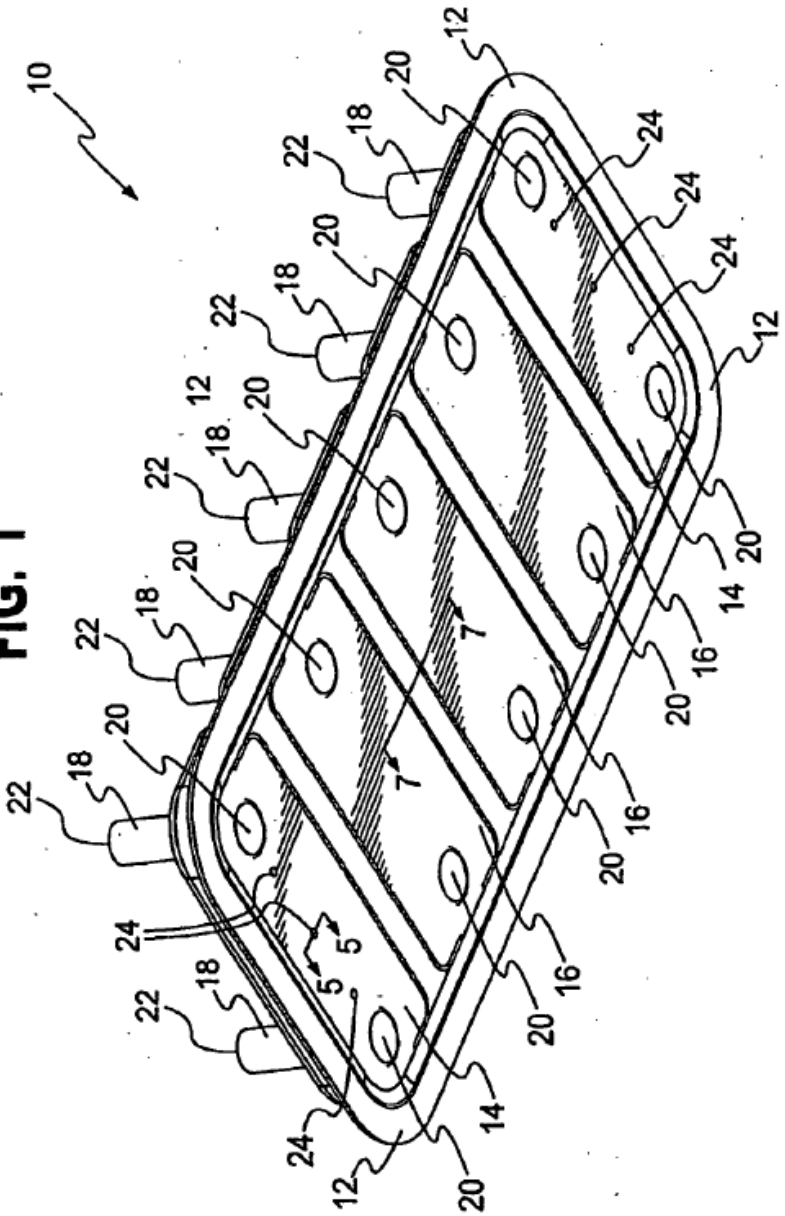
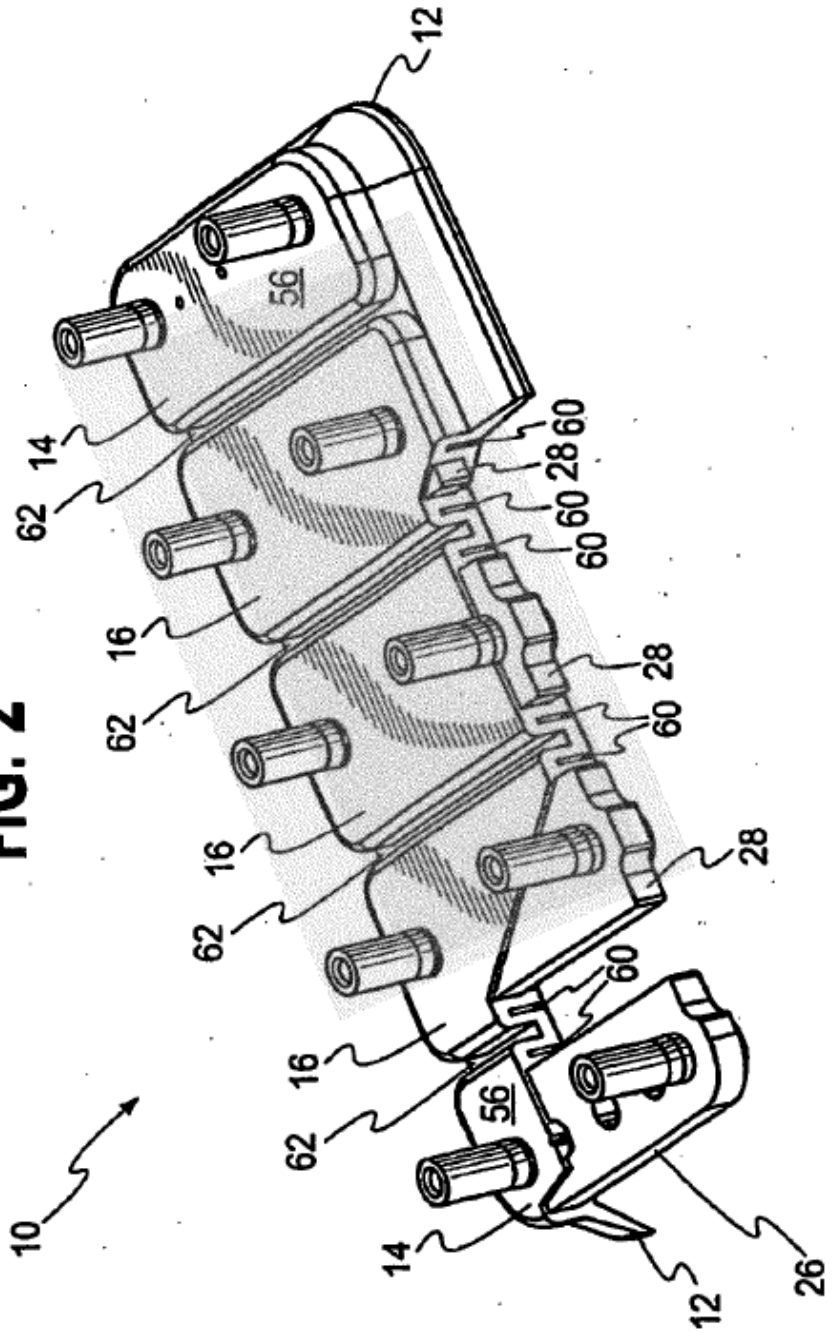



FIG. 1

FIG. 2



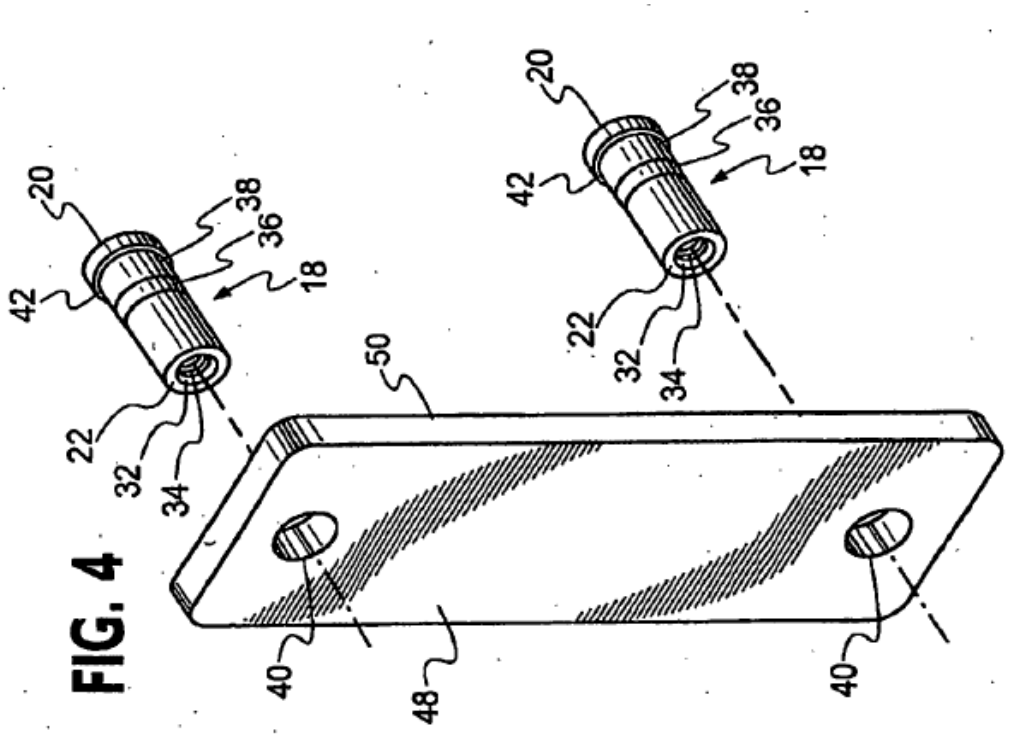



FIG. 4

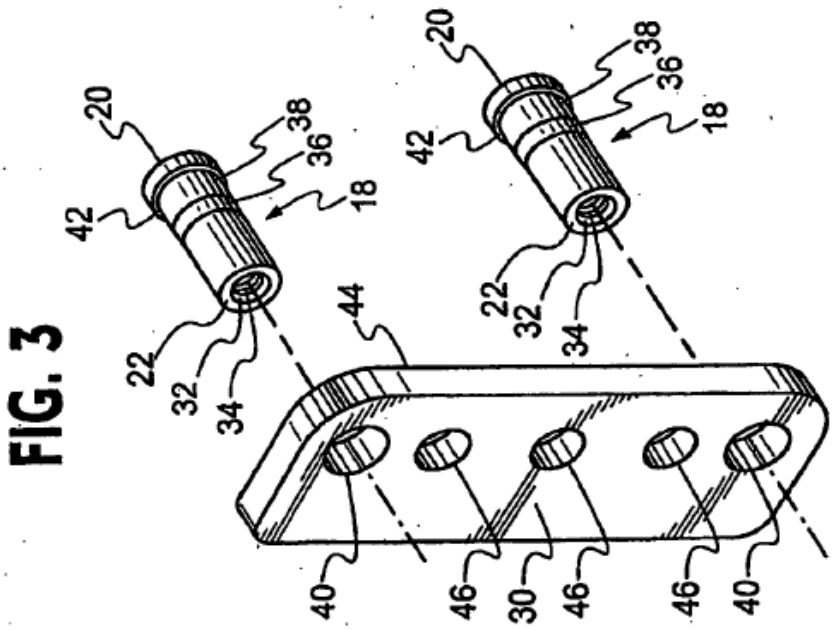



FIG. 3

FIG. 6

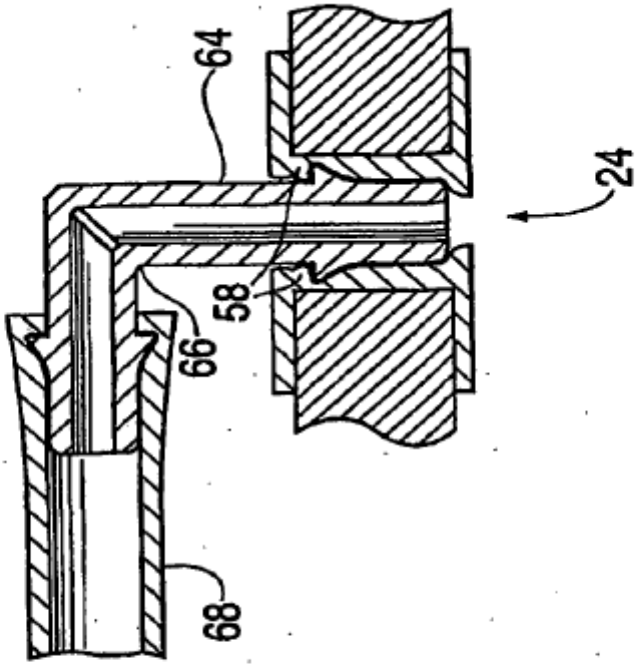



FIG. 5

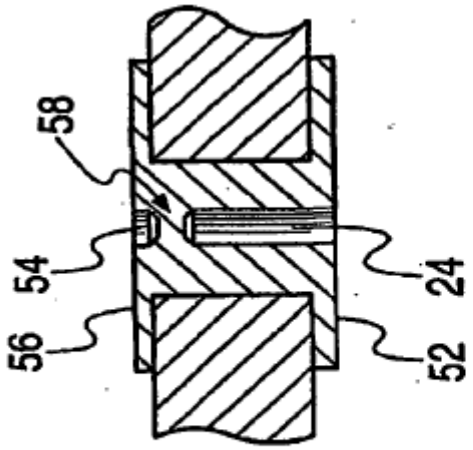


FIG. 7

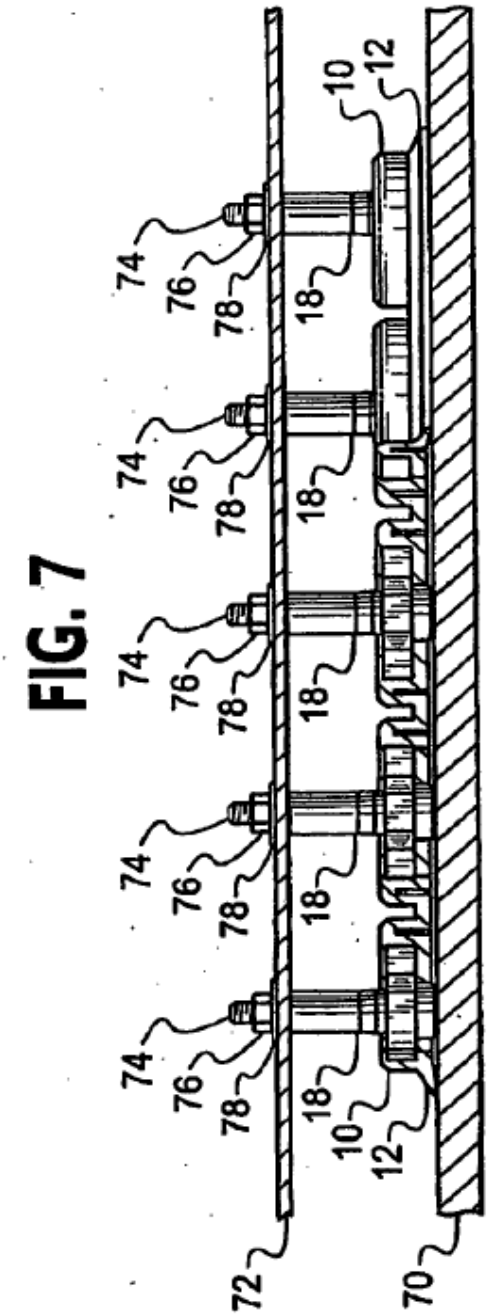


FIG. 8

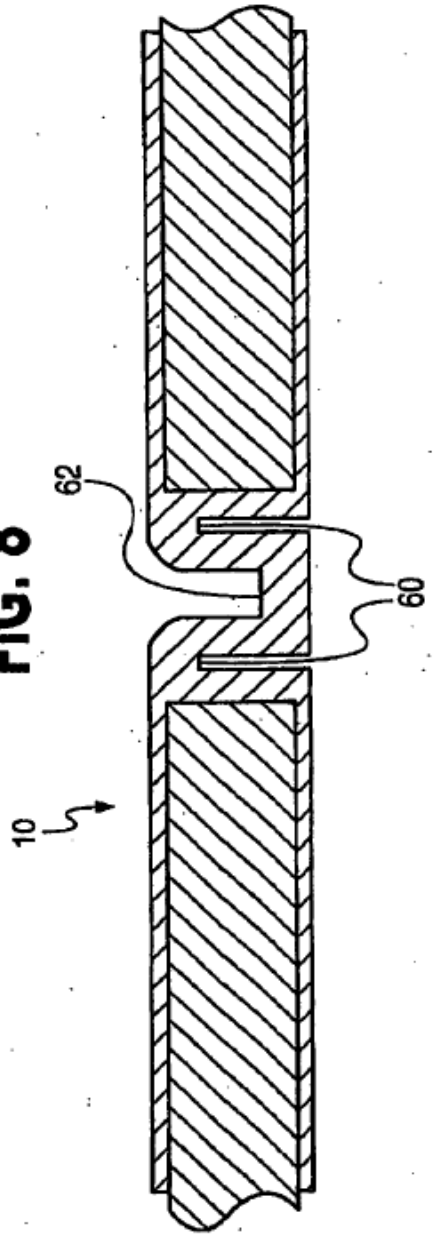
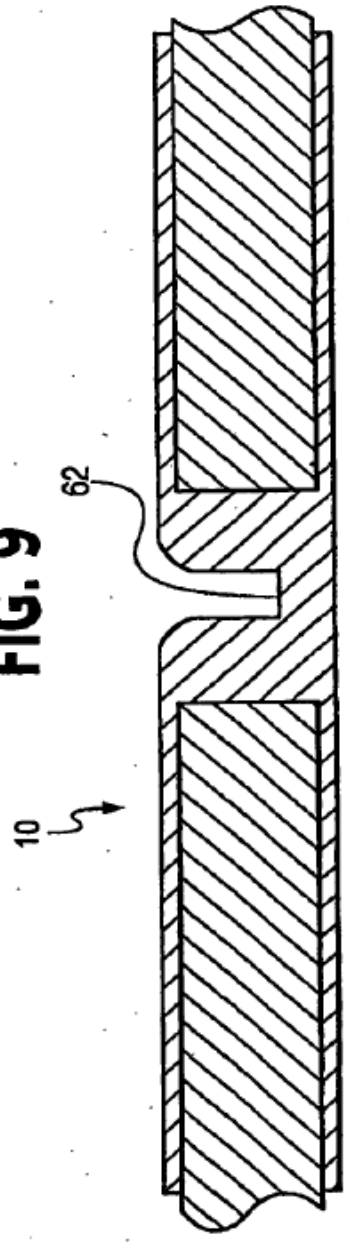



FIG. 9



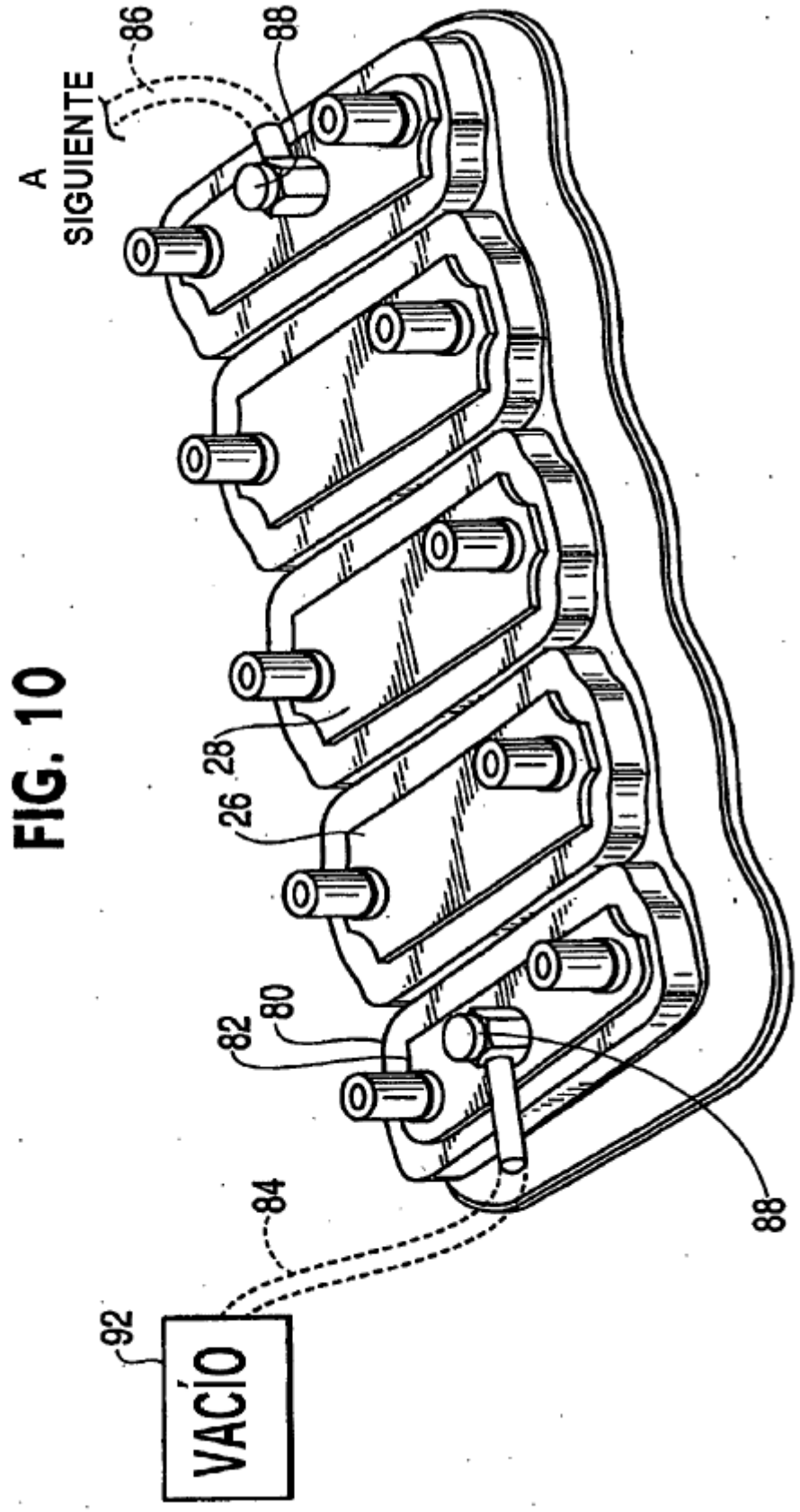



FIG. 10

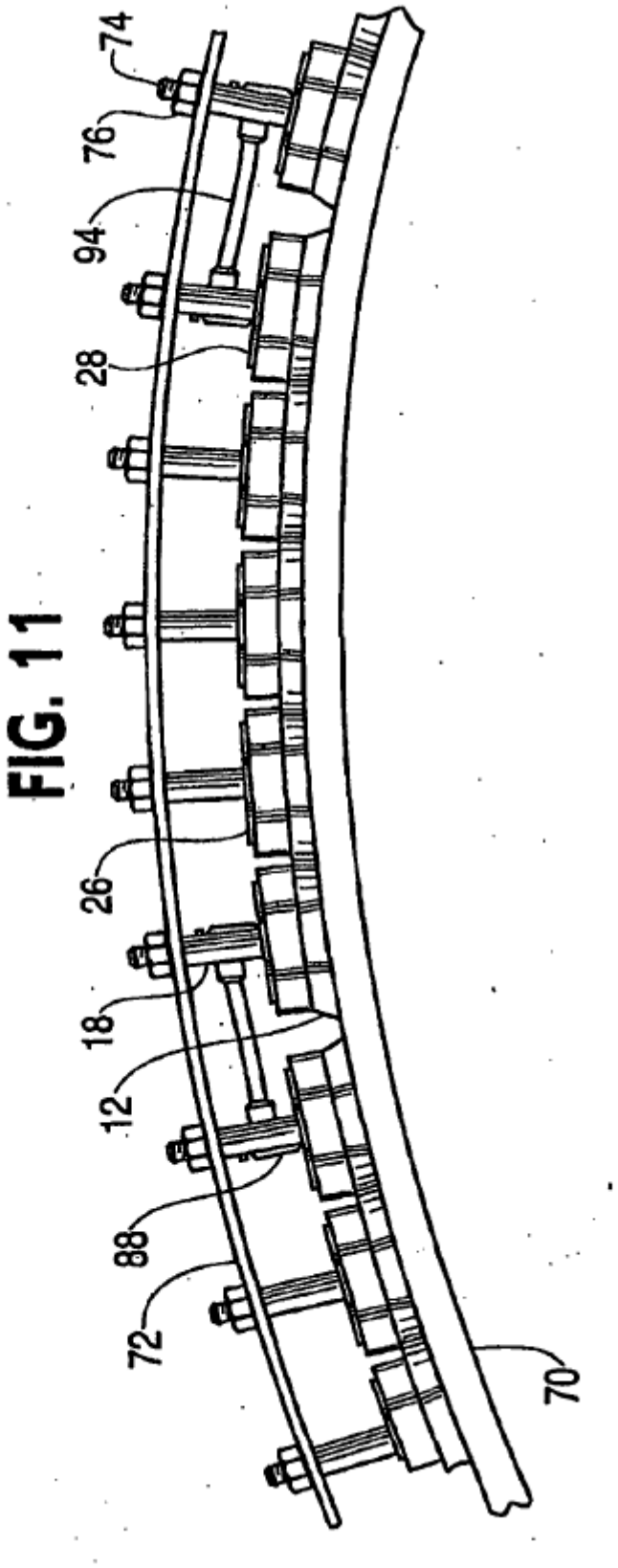



FIG. 11