

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 005 283**

51 Int. Cl.:

B25J 15/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.09.2016** **E 23163114 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2024** **EP 4219094**

54 Título: **Sistemas para proporcionar control de vacío en un efector final de brazo articulado**

30 Prioridad:

08.09.2015 US 201562215489 P
02.12.2015 US 201562262136 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
14.03.2025

73 Titular/es:

BERKSHIRE GREY OPERATING COMPANY, INC.
(100.00%)
140 South Road
Bedford, MA 01730, US

72 Inventor/es:

WAGNER, THOMAS;
AHEARN, KEVIN;
COHEN, BENJAMIN;
DAWSON-HAGGERTY, MICHAEL;
GEYER, CHRISTOPHER;
KOLETSCHKA, THOMAS;
MARONEY, KYLE;
MASON, MATTHEW T;
PRICE, GENE TEMPLE;
ROMANO, JOSEPH;
SMITH, DANIEL;
SRINIVASA, SIDDHARTHA;
ALLEN, THOMAS y
VELAGAPUDI, PRASANNA

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 3 005 283 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

Sistemas para proporcionar control de vacío en un efector final de brazo articulado

5 ANTECEDENTES

La invención se refiere en general a sistemas robóticos, y se refiere en particular a sistemas robóticos que tienen un brazo articulado con un efector final que emplea presión de vacío para acoplar objetos en el entorno.

10 La mayoría de las pinzas de vacío emplean presiones de vacío muy por debajo del 50 % de la presión atmosférica y se denominan aquí como *alto vacío*. Una fuente convencional para una pinza de alto vacío es un eyector Venturi, que produce un alto vacío pero un flujo de aire máximo bajo. Debido al bajo flujo, es fundamental obtener un buen sellado entre una pinza de vacío y un objeto, y también es importante minimizar el volumen a evacuar.

15 Los proveedores de eyectores y componentes de sistemas relacionados incluyen Vaccon Company, Inc. de Medway, MA, Festo US Corporation de Hauppauge, NY, Schmalz, Inc. de Raleigh, NC y otros. En algunos casos donde no es posible un buen sellado, algunos sistemas utilizan dispositivos de alto flujo. Los dispositivos convencionales de alto flujo son los amplificadores y sopladores de aire, que producen los flujos deseados, pero no pueden producir el alto vacío de una fuente de alto vacío. Las fuentes de flujo alto incluyen los sopladores de canal lateral suministrados por
20 Elmo Rietschle de Gardner, Denver, Inc. de Quincy, IL, Fuji Electric Corporation of America de Edison, NJ y Schmalz, Inc. de Raleigh, NC. También es posible utilizar amplificadores de aire suministrados por EDCO USA de Fenton, MO y EXAIR Corporation de Cincinnati, OH. También se sabe que los eyectores multietapas se utilizan para evacuar un gran volumen más rápidamente, en donde cada etapa proporciona niveles más altos de flujo pero niveles más bajos de vacío. El documento US 2013 277999 A1 divulga un sistema de control de vacío que comprende una fuente de
25 vacío hacia un efector final, incluyendo dicho efector final una cubierta que incluye una abertura.

Sin embargo, a pesar de la variedad de sistemas de vacío, sigue existiendo la necesidad de un efector final en un sistema robótico que sea capaz de adaptarse a una amplia variedad de aplicaciones, lo que implica la participación de una variedad de tipos de artículos. Además, existe la necesidad de un efector final que sea capaz de un vacío de
30 alto flujo usando una pinza que sea capaz de manejar una amplia variedad de objetos.

SUMARIO

De acuerdo con una realización, la invención proporciona un sistema para proporcionar control de vacío a un efector final de un brazo articulado tal como se define en las reivindicaciones adjuntas 1 a 10.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La siguiente descripción puede entenderse mejor con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 40 la Figura 1 muestra una vista esquemática de bloques ilustrativa de un sistema de acuerdo con una realización de la presente invención;
- la Figura 2 muestra una vista esquemática ilustrativa de un ejemplo de un sistema en la Figura 1;
- 45 la Figura 3 muestra una vista esquemática ilustrativa de un sistema según otra realización de la presente invención;
- la Figura 4 muestra una vista esquemática ilustrativa de un sistema según una realización de la presente invención que emplea una fuente de alto vacío;
- 50 la Figura 5 muestra una vista esquemática ilustrativa de un sistema según otra realización de la presente invención que emplea una fuente de alto flujo;
- la Figura 6 muestra una vista esquemática ilustrativa de un sistema de detección junto con un efector final de una realización de la presente invención;
- las Figuras 7A y 7B muestran un diagrama de flujo ilustrativo que muestra un proceso de acuerdo con una realización de la presente invención;
- 60 las Figuras 8A y 8B muestran vistas esquemáticas ilustrativas de una cubierta del efector final para su uso en un sistema de una realización de la presente invención;
- la Figura 9 muestra una vista esquemática ilustrativa de un efector final de una realización de la invención que se acopla a un objeto;
- 65

las Figuras 10A y 10D muestran vistas esquemáticas ilustrativas de otras cubiertas para su uso con efectores finales;

5 las Figuras 10A a 10D muestran vistas esquemáticas ilustrativas de otras cubiertas para su uso con efectores finales;

las Figuras 11A y 11B muestran vistas esquemáticas ilustrativas de un efector final en un sistema de una realización de la presente invención que se acopla a un objeto relativamente liviano;

10 las Figuras 12A y 12B muestran vistas esquemáticas ilustrativas de un efector final en un sistema de una realización de la presente invención que se acopla a un objeto relativamente pesado; y

las Figuras 13A y 13B muestran vistas esquemáticas ilustrativas de un efector final en un sistema de una realización de la presente invención que se acopla a un objeto que presenta una carga desequilibrada;

15 Los dibujos se muestran únicamente con fines ilustrativos.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

20 De acuerdo con una realización, la invención proporciona una pinza híbrida de alto flujo/alto vacío que puede agarrar un conjunto más amplio de objetos que las pinzas basadas únicamente en alto flujo o alto vacío. Los diseños anteriores suelen estar pensados para un objeto concreto. Cuando es posible lograr un buen sellado entre la ventosa y el objeto, normalmente se emplea un dispositivo de alto vacío, como un eyector Venturi. Cuando no es posible lograr un buen sellado debido a irregularidades o porosidad de la superficie del objeto, normalmente se emplea un dispositivo de alto
25 flujo, como un soplador regenerativo. La pinza híbrida de una realización de la invención utiliza alto vacío o alto flujo, seleccionados en tiempo real para proporcionar el agarre más eficaz para el objeto, la postura del objeto y el contexto circundante.

30 Por lo tanto, en diversas realizaciones, la invención proporciona un sistema de pinza que combina múltiples fuentes de vacío, seleccionando la fuente en tiempo real. La invención proporciona, en una realización, un sistema de pinza que cambia de una fuente de alto flujo a una fuente de alto vacío cuando la presión cae por debajo del nivel sostenible por la fuente de alto flujo, y un sistema de pinza que comprende una fuente de alto flujo con un eyector multietapa, de modo que la válvula de retención integrada en el eyector multietapa proporciona un mecanismo de selección de acuerdo con otras realizaciones.

35 Un enfoque general para el diseño de una pinza de vacío es caracterizar el objeto en cuestión y seleccionar la pinza de catálogo, la fuente de vacío y otros componentes que mejor se adapten al objeto. Muchos proveedores e integradores de dispositivos ofrecen servicios de ingeniería de aplicaciones para ayudar en la selección de los componentes adecuados. Sin embargo, estas opciones se ejercen en el momento del diseño del sistema y dan como resultado un sistema comprometido a captar un objeto específico o, en algunos casos, unos pocos objetos.

40 Existen numerosas aplicaciones para un sistema de agarre que podría manejar una amplia variedad de objetos, que varían en tamaño, peso y propiedades superficiales. La invención proporciona un enfoque para abordar esta necesidad introduciendo un mecanismo para seleccionar entre una fuente de alto flujo y una fuente de alto vacío, dependiendo de la situación presente.

45 La Figura 1 muestra, por ejemplo, un sistema 10 de acuerdo con una realización de la presente invención en el que se proporciona una fuente de alto vacío 12, así como una fuente de alto flujo 14 y una fuente de liberación 16, cada una de las que está acoplada a una unidad de selección 18, que está acoplada a un efector final 20. La unidad de selección 18 selecciona entre la fuente de alto vacío 12, fuente de alto flujo 14 y la fuente de liberación 16 para proporcionar cualquiera de alto vacío, vacío con alto flujo o un flujo de liberación al efector final. Por lo tanto, la Figura 1 muestra una forma general de la invención, que comprende mecanismos para producir alto vacío y alto flujo, una fuente de liberación que proporciona presión atmosférica a través de una rejilla de ventilación o alta presión (soplado) a través de un compresor o depósito, y un mecanismo para seleccionar la fuente más adecuada para la situación
50 actual.

De acuerdo con ciertas realizaciones, por lo tanto, la invención proporciona un sistema para proporcionar control de vacío dinámico a un efector final de un brazo articulado. El sistema incluye una primera fuente de vacío para proporcionar una primera presión de vacío con un primer caudal de aire máximo; y una segunda fuente de vacío para proporcionar una segunda presión de vacío con un segundo caudal de aire máximo, en donde la segunda presión de vacío es mayor que la primera presión de vacío y en donde el segundo caudal de aire máximo es mayor que el primer caudal de aire máximo. Los caudales se caracterizan como caudales de aire máximos porque, cuando un objeto se acopla a un efector final, el caudal puede caer de manera significativa.

65 En otras realizaciones, la invención proporciona un método para proporcionar un vacío en un efector final de un brazo articulado. El método incluye los pasos de proporcionar un primer vacío en el efector final a una primera presión de

vacío con un primer caudal de aire máximo, y cambiar el vacío en el efector final a un segundo vacío con una segunda presión de vacío y un segundo caudal de aire máximo.

El mecanismo de selección puede incluir un conjunto de válvulas neumáticas accionadas por un estado de tarea estimado, basado, por ejemplo, en parte, en información de entrada de sensor. El mecanismo de selección también puede seleccionar una fuente de ventilación o de descarga para liberar una parte. En ciertos casos, el mecanismo de selección puede basarse en parte en una válvula antirretorno (véase la Figura 2), en otros casos, en una válvula antirretorno integrada en un eyector multietapa, con una válvula adicional para seleccionar una fuente de ventilación o de descarga para liberar una parte (véase la Figura 3).

En particular, la Figura 2 muestra un sistema de acuerdo con una realización de la invención que incluye un compresor 30 que está acoplado a un eyector 32 para proporcionar una fuente de alto vacío que está acoplada a una válvula solenoide 34. Un soplador 36 está también acoplado a la válvula de solenoide 34 a través de una válvula antirretorno 38, y el soplador 36 proporciona una fuente de vacío con un alto caudal máximo. También se proporciona una rejilla de ventilación o fuente de soplado a la válvula solenoide 34, cuya salida se proporciona a un efector final 40. Por lo tanto, el sistema proporciona el eyector 32 como la fuente de alto vacío, el soplador regenerativo 36 como la fuente de alto flujo, la válvula antirretorno 38 como el mecanismo de selección pasiva y la válvula solenoide 34 que conecta el efector a la fuente de liberación, ya sea ventilación o soplado.

La presión de vacío proporcionada por el eyector 32 puede ser, por ejemplo, al menos aproximadamente 90.000 Pascales por debajo de la atmosférica y la presión de vacío proporcionada por el soplador 36 puede ser solo no más de aproximadamente 25.000 Pascales por debajo de la atmosférica, y no más de aproximadamente 50.000 pascales por debajo de la atmosférica en otras realizaciones. La presión de vacío proporcionada por el soplador 36 es, por lo tanto, mayor que la presión de vacío proporcionada por el eyector 32. El caudal de aire máximo del eyector puede ser, por ejemplo, no más de 5 pies cúbicos por minuto (por ejemplo, 1 - 2 pies cúbicos por minuto), y el caudal de aire máximo del soplador puede ser, por ejemplo, al menos aproximadamente 100 pies cúbicos por minuto (por ejemplo, 130 - 140 pies cúbicos por minuto).

La Figura 3, por ejemplo, muestra otra realización de la invención que incluye un eyector multietapa 50, un compresor 52 y un soplador 54. El eyector multietapa 50 proporciona una presión de vacío dinámico a una válvula de solenoide 56 que puede alternar entre proporcionar un efector final 58 con la presión de vacío dinámico y una fuente de presión de aire positiva de ventilación o soplado. El sistema utiliza como mecanismo de selección la válvula antirretorno de un eyector multietapa. En particular, el eyector multietapa incluye una serie de aberturas de tamaño creciente (por ejemplo, de izquierda a derecha como se ilustra en la Figura 3). Al principio, la abertura más grande es dominante, evacuando el aire rápidamente hasta que la presión del aire cae, después la abertura del siguiente tamaño se vuelve dominante hasta que la presión del aire cae aún más y, finalmente, la abertura del tamaño más pequeño se vuelve dominante. El sistema de la Figura 3 incluye, sin embargo, válvulas de retención en las trayectorias de abertura más grande, así como el soplador 54 para evitar que el recorrido del flujo de aire venza el alto vacío y la abertura más pequeña, en caso de un buen sellado.

Por ejemplo, con referencia a la Figura 4, si se forma un buen sellado entre un efector final 60 (que puede ser, por ejemplo, un fuelle de forma tubular o cónica) y un objeto 62 en un brazo articulado 64, entonces la presión de vacío proporcionada por la abertura más pequeña en el eyector multietapa 50 sigue siendo dominante porque las válvulas de retención en el eyector multietapa 50 impiden el flujo de aire hacia atrás a través del soplador 54. Esto proporcionará que el agarre del objeto 72 se mantendrá por el vacío de menor presión con un caudal de aire máximo más bajo.

Con referencia a la Figura 5, si no se forma un buen sello entre un efector final 70 y un objeto con forma irregular 72 en un brazo articulado 74, entonces el soplador 54 dominará manteniendo un alto flujo, manteniendo un agarre del objeto 72 con un caudal de aire máximo más alto.

Con referencia a la Figura 6, de acuerdo con una realización adicional, el sistema puede incluir un brazo articulado 80 al que se une un efector final 82, de nuevo, que puede ser un fuelle de forma tubular o cónica. El efector final 82 incluye también un sensor 84 que incluye una banda de unión 86 en el fuelle, así como un soporte 88 unido al sensor de campo magnético 90 y un imán 92 se monta en el brazo articulado 80. A medida que el fuelle se mueve en cualquiera de las tres direcciones, (por ejemplo, hacia y desde el brazo articulado como se muestra esquemáticamente en A, en direcciones transversales a la dirección A como se muestra en B, y direcciones parcialmente transversales a la dirección A como se muestra en C. El sensor de campo magnético 90 puede comunicarse (por ejemplo, de forma inalámbrica) con un controlador 90, que también puede comunicarse con un monitor de flujo 94 para determinar si un agarre de alto flujo de un objeto es suficiente para un agarre y transporte continuos, como se explica más adelante. En ciertas realizaciones, por ejemplo, el sistema puede devolver el objeto si el flujo de aire es insuficiente para transportar la carga, o puede aumentar el flujo de aire para mantener la carga de manera segura.

Las Figuras 7A y 7B muestran los pasos del proceso de un sistema de acuerdo con una realización de la presente invención, en donde el proceso comienza (paso 1000) aplicando una fuente de alto flujo/bajo vacío a un efector final (paso 1002). Luego se aplica el efector final a un objeto que se va a mover (paso 1004). Generalmente, el sistema comienza y continúa elevando el objeto hasta el final de la rutina de elevación (paso 1006), comienza y continúa

moviendo el objeto hasta el final de la rutina de movimiento (paso 1008), luego aplica una fuerza de presión de aire positiva para sacar al objeto desde el efector final (paso 1010) y luego termina (paso 1012). Si el flujo de aire en el efector final en cualquier punto cae demasiado, entonces el sistema puede cambiar automáticamente a una fuente de alto vacío/bajo flujo como se analizó anteriormente. En ciertas realizaciones, se pueden emplear sensores para confirmar que dicho cambio es necesario y/o se ha realizado. En realizaciones adicionales, la(s) salida(s) de sensor(es) puede(n) accionar un interruptor mecánico para cambiar las fuentes de vacío.

Por ejemplo, la Figura 7B muestra también que una vez que el efector final se aplica a un objeto (paso 1004), se llama a una subrutina (de A a B) que primero lee uno o más sensores (paso 1014). Si cualquiera de la(s) salida(s) de sensor(es) está(n) fuera de un umbral (paso 1016), entonces el sistema puede confirmar que el sistema ha cambiado a una fuente de alto vacío/bajo flujo (paso 1018). Como se ha señalado anteriormente, en ciertas realizaciones, la(s) salida(s) de sensor(es) puede(n) accionar un interruptor mecánico que cambia el vacío en el efector final para que sea una fuente de alto vacío/bajo flujo (paso 1018). El sistema regresa después al paso desde el que fue llamado. Durante la ejecución del comienzo y la continuación de la elevación hasta el final (paso 1006), el sistema llama continuamente a la subrutina (A a B) hasta que el objeto se eleva por completo. Luego, el sistema pasa al paso de comenzar y continuar moviendo el objeto hasta el final (paso 1008), y durante la ejecución de esta acción, el sistema llama continuamente a la subrutina (A a B) hasta que el objeto se mueve por completo.

Por lo tanto, el sistema puede cambiar automáticamente entre fuentes de alto flujo/bajo vacío y de bajo flujo/alto vacío. En ciertas realizaciones, el sistema puede emplear sensores para monitorear y confirmar que dicho cambio es necesario y se realiza. Como se ha señalado, el sistema puede efectuar también la conmutación en respuesta a una o más salidas de sensor.

Durante el uso de bajo vacío/alto flujo, se puede usar un efector final especializado que proporciona un mejor agarre de objetos largos y estrechos. Ciertas pinzas que están diseñadas para un uso de alto flujo para adquirir y sujetar un objeto requieren por lo general grandes aberturas para obtener un caudal de aire que sea lo suficientemente alto como para ser útil para la adquisición de objetos. Una desventaja de algunas de estas pinzas en ciertas aplicaciones es que el objeto que se va a adquirir puede ser pequeño, no tan pequeño como para que cada una de sus dimensiones sea más pequeña que la abertura de alto flujo, pero lo suficientemente pequeño como para que algunas de las dimensiones de un objeto sean más pequeñas que la abertura. Por ejemplo, los objetos largos y estrechos, tales como bolígrafos, lápices, etc., no ocultan lo suficiente la abertura de alto flujo para generar suficientes fuerzas negativas para sujetar el objeto de forma segura.

De acuerdo con una realización, por lo tanto, la invención proporciona una cubierta especializada para su uso con una pinza de vacío de alto flujo. En particular, y como se muestra en las Figuras 8A (lado orientado hacia el brazo articulado) y 8B (lado orientado hacia el objeto), dicha cubierta 100 puede incluir un lado posterior proximal 102 que no permite que el aire fluya a través del material, y un lado frontal distal 104 para acoplar objetos que están formados de un material de espuma. Las aberturas de hendidura 106 en forma de estrella o asterisco se proporcionan a través del material en este ejemplo. Durante el uso, los objetos alargados pueden recibirse a lo largo de aberturas de hendidura opuestas y sujetarse por el material de espuma.

La Figura 9 muestra, por ejemplo, un objeto alargado 96 sostenido contra el material de espuma 104 de una cubierta 100 que está acoplada al efector final 82. Mientras que el objeto alargado 96 cubre parte de la abertura proporcionada por las hendiduras 106, otras partes 108 de la abertura proporcionada por las hendiduras 106 permanecen abiertas. El patrón cortado en el material permite suficiente área para obtener un flujo relativamente alto, al tiempo que proporciona un número de posiciones (u orientaciones) para que un objeto largo y fino bloquee (y, por tanto, sea retenido por) un porcentaje suficientemente alto del flujo de aire.

La espuma adaptable sobre la superficie 104 entra en contacto con el objeto que se va a adquirir, dando a la pinza algo de adaptabilidad mientras actúa también para sellar la abertura alrededor del objeto cuando la espuma se comprime y se aplica el vacío de alto flujo. Por lo tanto, la cubierta de abertura permite que una pinza de alto flujo recoja de forma efectiva objetos largos y estrechos con una cubierta fácil de colocar que se puede sujetar en un cambiador de herramientas y añadir a o quitar de la pinza de forma autónoma durante la operación en tiempo real.

De acuerdo con varias realizaciones, la cubierta 100 puede aplicarse al efector final por un trabajador humano en un ajuste de fricción en el extremo del efector final, o en ciertas realizaciones, la cubierta puede proporcionarse en un banco de accesorios del efector final disponibles con los que el brazo articulado se puede programar para acoplarse según, sea necesario, y desacoplarse cuando haya terminado, por ejemplo, utilizando presión de aire positiva forzada y/o un dispositivo de agarre que asegure el accesorio del efector final para liberarlo del brazo articulado.

Por lo tanto, se proporciona un sistema en una realización para proporcionar control de vacío a un efector final de un brazo articulado, donde el sistema incluye una fuente de vacío para proporcionar una presión de vacío a un caudal alto al efector final, y el efector final incluye una cubierta que incluye una abertura cuyo radio varía significativamente desde un centro de la cubierta. La abertura incluye aberturas para los dedos que se extienden radialmente desde el centro de la abertura. La abertura puede tener generalmente forma de estrella o de asterisco. La cubierta puede incluir espuma adaptable en un lado distal de la cubierta que se acopla con un objeto que se va a agarrar, y un material

resistente al flujo de aire en un lado proximal de la cubierta. La presión de vacío puede ser de no más de aproximadamente 50.000 Pascales por debajo de la atmosférica, y el caudal de aire puede ser de al menos aproximadamente 100 pies cúbicos por minuto.

Las cubiertas con otros tipos de aberturas no pertenecientes a la presente invención se muestran en las Figuras 10A - 10D. La Figura 10A muestra, por ejemplo, una cubierta 120 que incluye aberturas de hendidura 122. La Figura 10B muestra una cubierta 130 que incluye aberturas cuadradas de diferentes tamaños 132, 134. La cubierta 140 que se muestra en la Figura 10C incluye pequeñas aberturas circulares 142, y la cubierta 150 que se muestra en la Figura 10D incluye aberturas de formas diferentes 152 y 154. En cada una de las cubiertas 100, 120, 130, 140 y 150, una superficie de espuma adaptable puede orientarse hacia el objeto que se va a adquirir, y se proporciona más área de la cubierta para abrirse más cerca del centro de la cubierta con respecto a la periferia exterior de cada cubierta. Por ejemplo, en la cubierta 100, el centro de la forma de asterisco es el más abierto. En la cubierta 120, las hendiduras más grandes se proporcionan en el centro. En la cubierta 130, las aberturas cuadradas más grandes se proporcionan en el centro. En la cubierta 140, la mayor concentración de las aberturas circulares se proporciona en el centro, y en la tapa 150, la forma más grande 154 se proporciona en el centro.

Los sistemas de acuerdo con ciertas realizaciones de la invención pueden controlar el flujo dentro del efector final así como el peso y el equilibrio de un objeto que se está agarrando. Las Figuras 11A y 11B muestran un objeto 160 que se eleva desde una superficie 162 por el efector final 82 que incluye el dispositivo de detección de carga de la Figura 6. Inicialmente se aplica la fuente de alto flujo/bajo vacío. Al acoplarse al objeto 160, el sistema toma nota de la posición del dispositivo de detección y del nivel de flujo (F_1) dentro del efector final, así como de la presión de vacío (P_1) y la carga (W_1) como se muestra en la Figura 11A. Una vez que se eleva el objeto 160 (Figura 11B), el sistema observa el cambio en la cantidad de flujo (ΔF_1). En este ejemplo, la carga proporcionada por el objeto 160 es relativamente ligera (ΔW_1), y una pequeña variación (ΔF_1) en el flujo (considerando la carga y el tamaño de la abertura) puede aceptarse, permitiendo que la fuente permanezca en alto flujo/bajo vacío. Las Figuras 12A y 12B muestran, sin embargo, el efector final elevando un objeto pesado con una superficie más plana.

Las Figuras 12A y 12B muestran un objeto 170 que se eleva desde una superficie 172 por el efector final 82 que incluye el dispositivo de detección de carga de la Figura 6. Inicialmente se aplica la fuente de alto flujo/bajo vacío. Al acoplarse al objeto 170, el sistema toma nota de la posición del dispositivo de detección y del nivel de flujo (F_2) dentro del efector final, así como de la presión de vacío (P_2) y la carga (W_2) como se muestra en la Figura 12A. Una vez que se eleva el objeto 170 (Figura 12B), el sistema observa el cambio en la cantidad de flujo (ΔF_2). Como se ha señalado anteriormente, en este ejemplo, el objeto 170 es pesado (ΔW_2), presentando una carga mayor. El sistema evaluará la carga en combinación con el caudal (F_2) y la presión (P_2) así como el cambio en el flujo (ΔF_2) y el cambio en la presión (ΔP_2) para evaluar el agarre del objeto. El sistema puede cambiar automáticamente a la fuente de vacío de alto vacío y bajo flujo como se ha analizado anteriormente.

El sistema puede detectar también si una carga no está suficientemente equilibrada. Las Figuras 13A y 13B muestran un objeto 180 que se eleva desde una superficie 182 por el efector final 82 que incluye el dispositivo de detección de carga de la Figura 6. Inicialmente se aplica la fuente de alto flujo/bajo vacío. Al acoplarse al objeto 180, el sistema toma nota de la posición del dispositivo de detección y del nivel de flujo (F_3) dentro del efector final, así como de la presión de vacío (P_3) y la carga (W_3) como se muestra en la Figura 13A. Una vez que se eleva el objeto 180 (Figura 13B), el sistema observa el cambio en la cantidad de flujo (ΔF_3). En este ejemplo, el objeto 180 presenta una carga no equilibrada (ΔW_3). El sistema evaluará la carga en combinación con el caudal (F_3) y la presión (P_3) así como el cambio en el flujo (ΔF_3) y el cambio en la presión (ΔP_3) para evaluar el agarre del objeto. El sistema puede cambiar automáticamente a la fuente de vacío de alto vacío y bajo flujo como se ha analizado anteriormente. En cada uno de los ejemplos de las Figuras 11A - 13B, se puede emplear cualquiera de sensores de presión de vacío, sensores de flujo, detecciones de peso y equilibrio para monitorear el estado del efector final y la carga, y el cambio puede ocurrir automáticamente, o mediante análisis de los valores anteriores.

De acuerdo con ciertas realizaciones, el sistema puede cambiar entre una fuente de alto vacío y bajo flujo y una fuente de bajo vacío y alto flujo dependiendo de la entrada del sensor 84. Por ejemplo, si se acopla un objeto de manera que el fuelle se mueve sustancialmente en cualquiera de las direcciones B o C, entonces el sistema puede optar por mantener la fuente de alto vacío y bajo flujo, o puede optar por devolver el objeto sin moverlo.

Durante el uso de bajo vacío/alto flujo, se puede usar un efector final especializado que proporciona un mejor agarre de objetos largos y estrechos. Ciertas pinzas que están diseñadas para un uso de alto flujo para adquirir y sujetar un objeto requieren por lo general aberturas para obtener un caudal de aire que sea lo suficientemente alto como para ser útil para la adquisición de objetos. Una desventaja de algunas de estas pinzas en ciertas aplicaciones es que el objeto que se va a adquirir puede ser pequeño, no tan pequeño como para que cada una de sus dimensiones sea más pequeña que la abertura de alto flujo, pero lo suficientemente pequeño como para que algunas de las dimensiones de un objeto sean más pequeñas que la abertura. Por ejemplo, los objetos largos y estrechos, tales como bolígrafos, lápices, etc., no ocultan lo suficiente la abertura de alto flujo para generar suficientes fuerzas negativas para sujetar el objeto de forma segura.

- 5 De acuerdo con una realización, por lo tanto, el sistema proporciona control de vacío a un efector final de un brazo articulado, en donde el sistema incluye una fuente de vacío para proporcionar una presión de vacío a un caudal al efector final, y el efector final incluye una cubierta que incluye una abertura que varía significativamente en radio desde un centro de la cubierta. La abertura incluye aberturas para los dedos que se extienden radialmente desde el centro de la abertura. La abertura puede tener generalmente forma de estrella o forma de asterisco. La cubierta puede incluir espuma adaptable en un lado distal de la cubierta que se acopla a un objeto que se va a agarrar, y un material resistente al flujo de aire en un lado proximal de la cubierta. La presión de vacío puede ser no más de aproximadamente 25.000 Pascales por debajo de la atmosférica, y el caudal de aire puede ser al menos aproximadamente 100 pies cúbicos por minuto para proporcionar una fuente de alto flujo/bajo vacío. La cubierta puede incluir una abertura que
- 10 varía significativamente en radio desde un centro de la cubierta, y la abertura puede incluir aberturas para los dedos que se extienden radialmente desde el centro de la abertura y, por ejemplo, pueden tener generalmente forma de estrella o de asterisco.
- 15 Las personas expertas en la materia apreciarán que se pueden realizar numerosas modificaciones y variaciones en las realizaciones divulgadas con anterioridad sin desviarse del alcance de la presente invención como se define en las reivindicaciones adjuntas.

20

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para proporcionar control de vacío a un efector final de un brazo articulado, comprendiendo dicho sistema:

una fuente de vacío para proporcionar una presión de vacío a un caudal de aire máximo al efector final,

incluyendo dicho efector final una cubierta (100) que incluye una abertura que tiene una pluralidad de aberturas de hendidura (106, 108) que se extienden radialmente desde el centro de la abertura.

2. El sistema según la reivindicación 1, en donde la pluralidad de aberturas de hendidura (106, 108) forman una abertura con forma de estrella.

3. El sistema según la reivindicación 1, en donde la pluralidad de aberturas de hendidura (106, 108) forman una abertura con forma de asterisco.

4. El sistema según la reivindicación 1, en donde la cubierta incluye una espuma adaptable en un lado distal de la cubierta que se acopla a un objeto que se va a agarrar.

5. El sistema según la reivindicación 1, en donde la cubierta incluye un material resistente al flujo de aire en un lado proximal (102) de la cubierta (100).

6. El sistema según la reivindicación 1, en donde la presión de vacío no es superior a 25.000 Pascales por debajo de la atmosférica.

7. El sistema según la reivindicación 1, en donde el caudal de aire máximo es de al menos 100 pies cúbicos por minuto.

8. El sistema según la reivindicación 1, en donde la pluralidad de aberturas de hendiduras se extienden radialmente desde el centro de la cubierta.

9. El sistema según la reivindicación 1, en donde la pluralidad de aberturas de hendiduras (106, 108) se extienden radialmente desde el centro de la abertura de manera que un objeto alargado es recibido a lo largo de aberturas de hendiduras opuestas (106) y sujetado por un material de espuma de la cubierta mientras que otras partes de la hendidura (108) permanecen abiertas para el flujo de aire.

10. El sistema según la reivindicación 1, en donde la cubierta (100) se aplica en un ajuste de fricción del efector final.

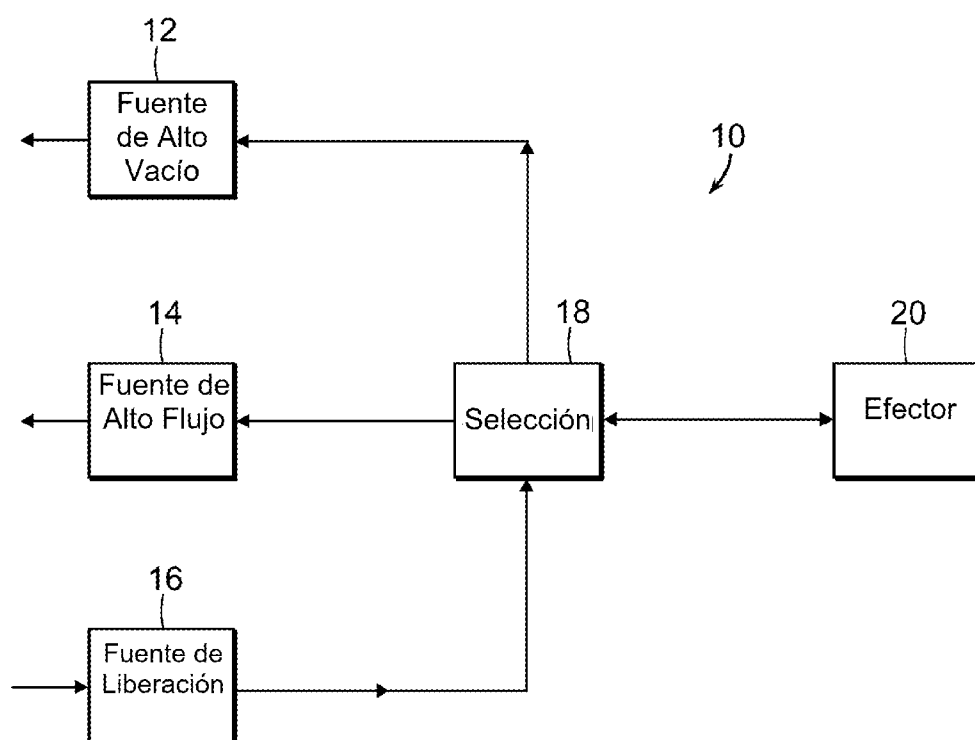


FIG. 1

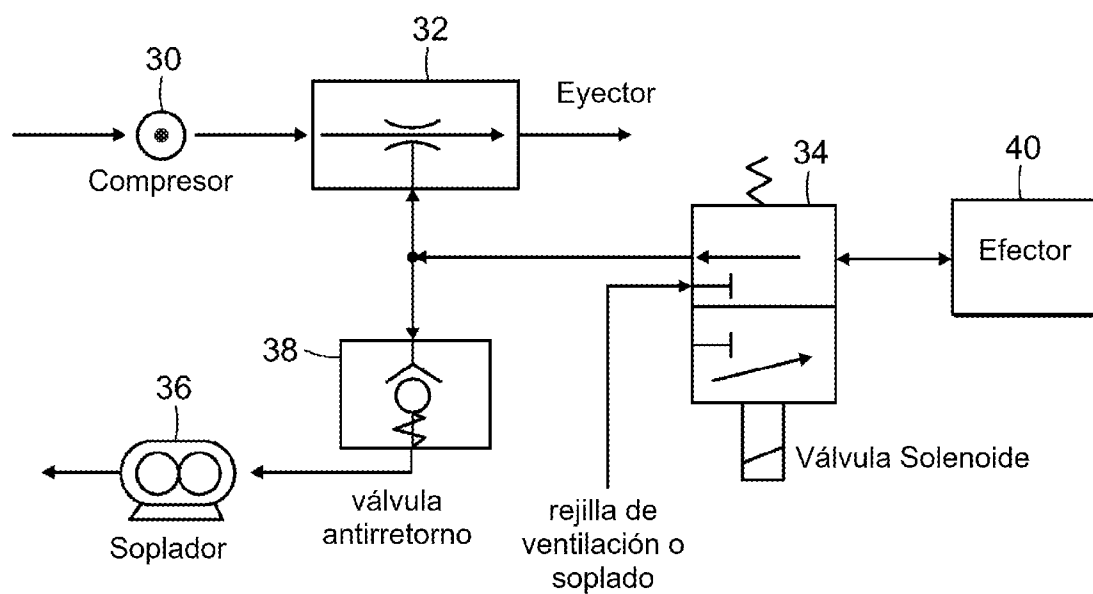


FIG. 2

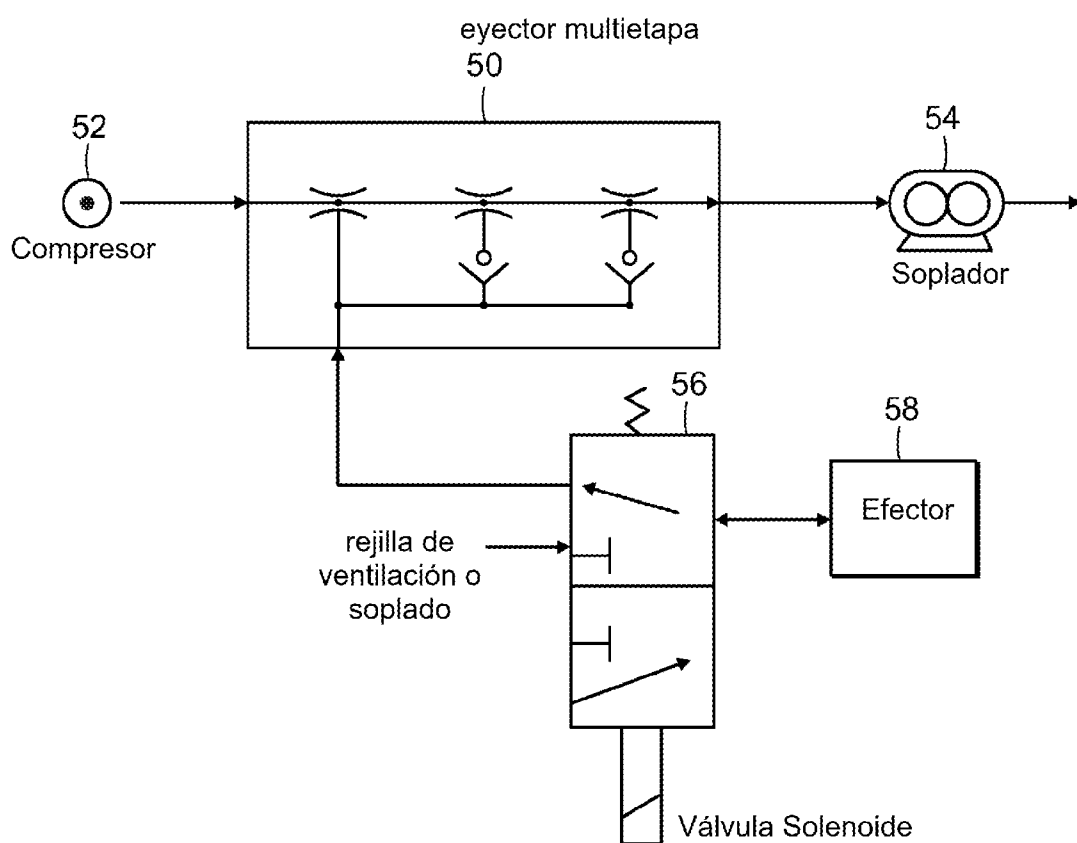


FIG. 3

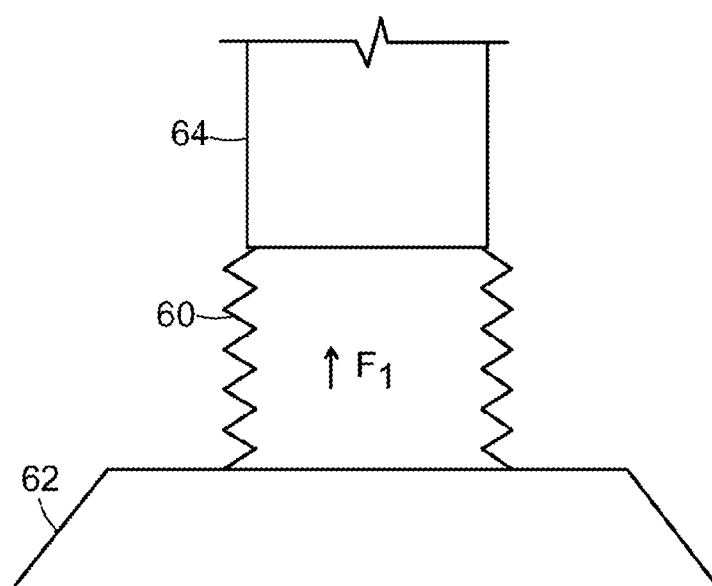


FIG. 4

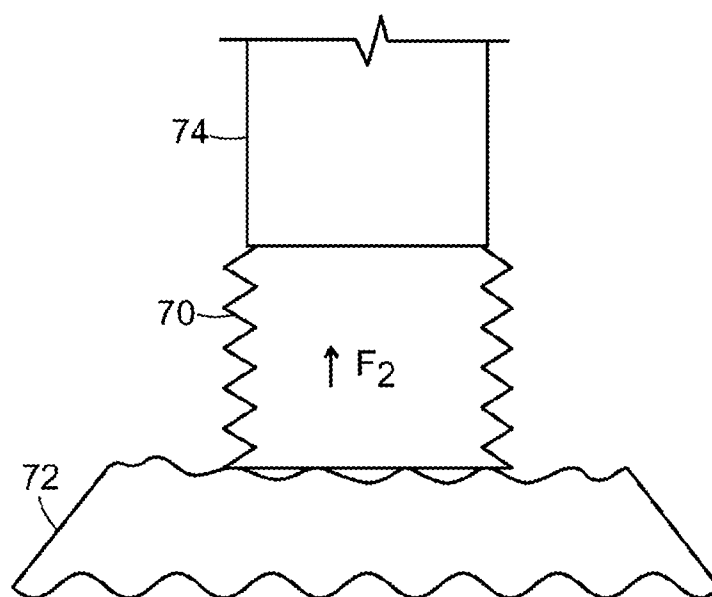


FIG. 5

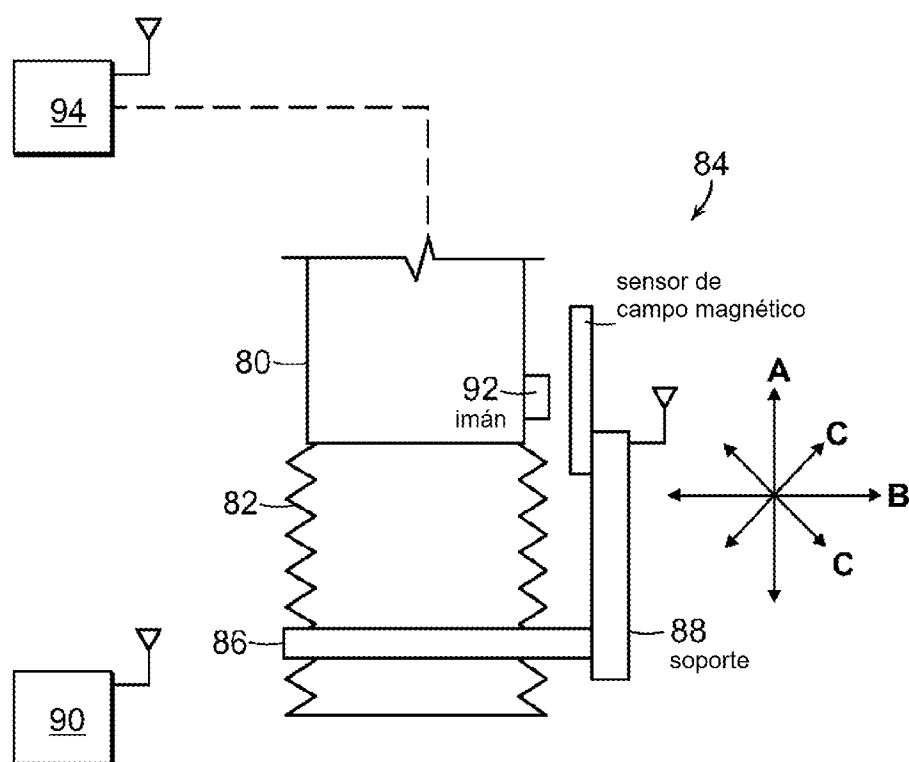


FIG. 6

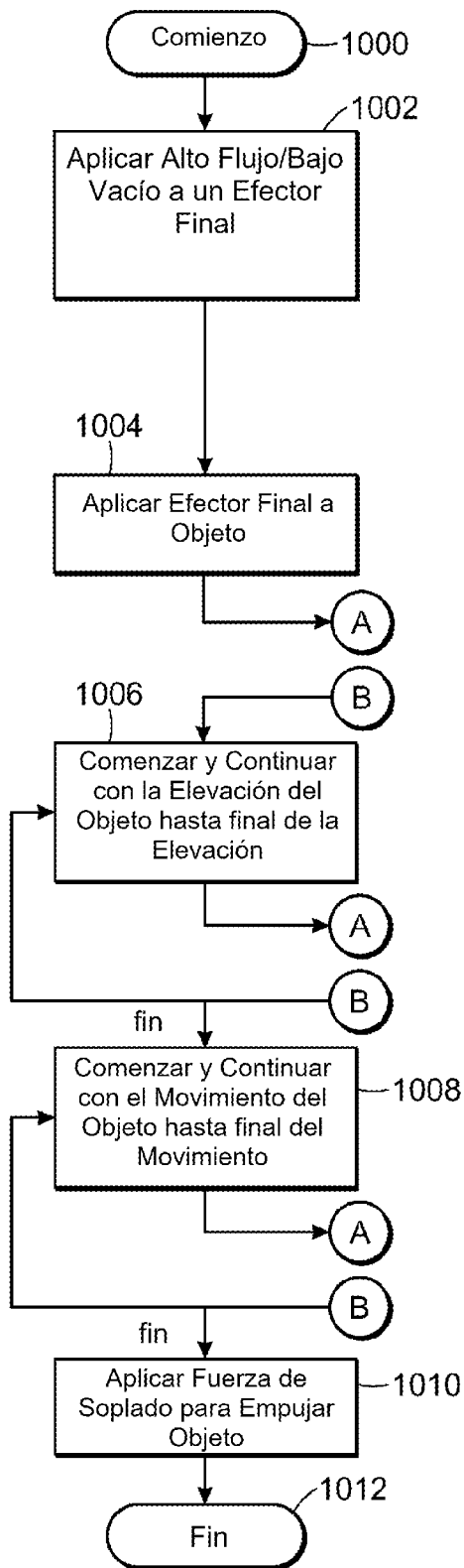


FIG. 7A

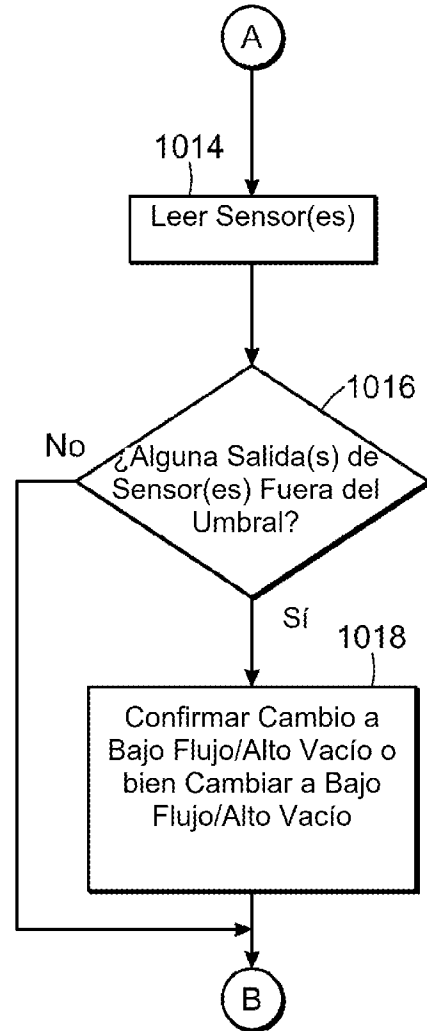


FIG. 7B

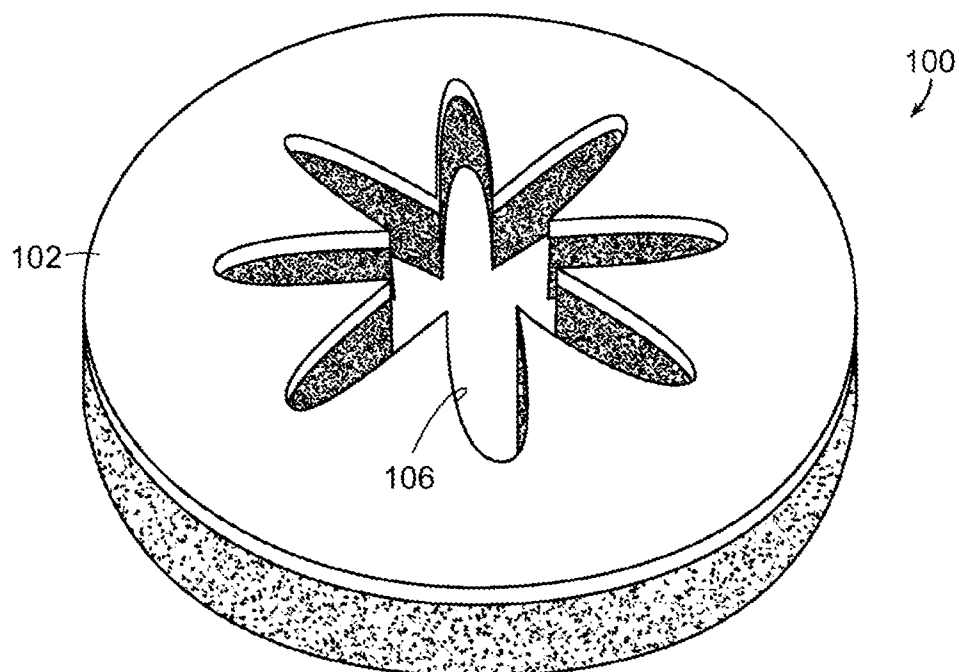


FIG. 8A

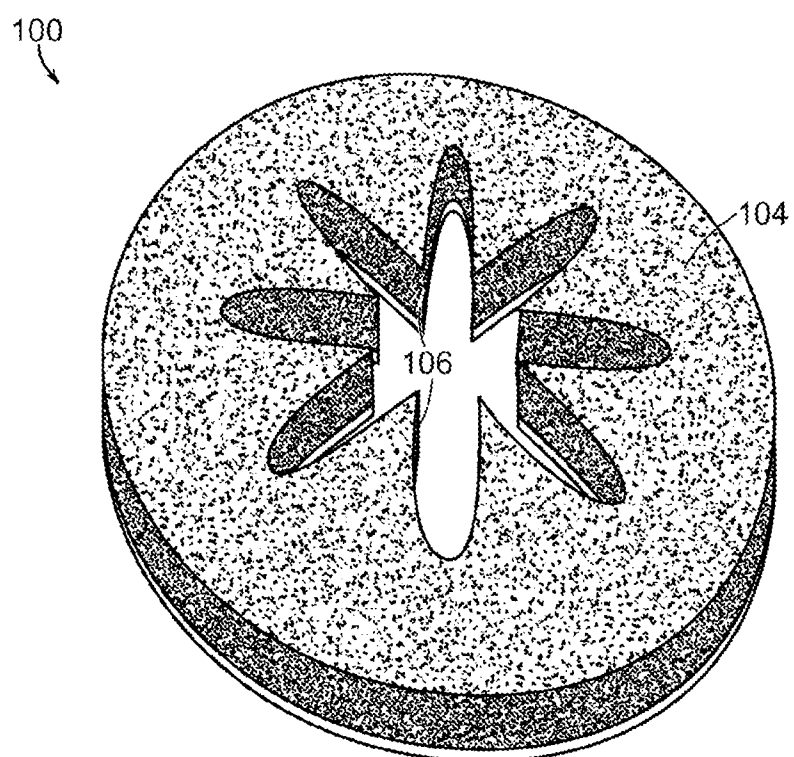


FIG. 8B

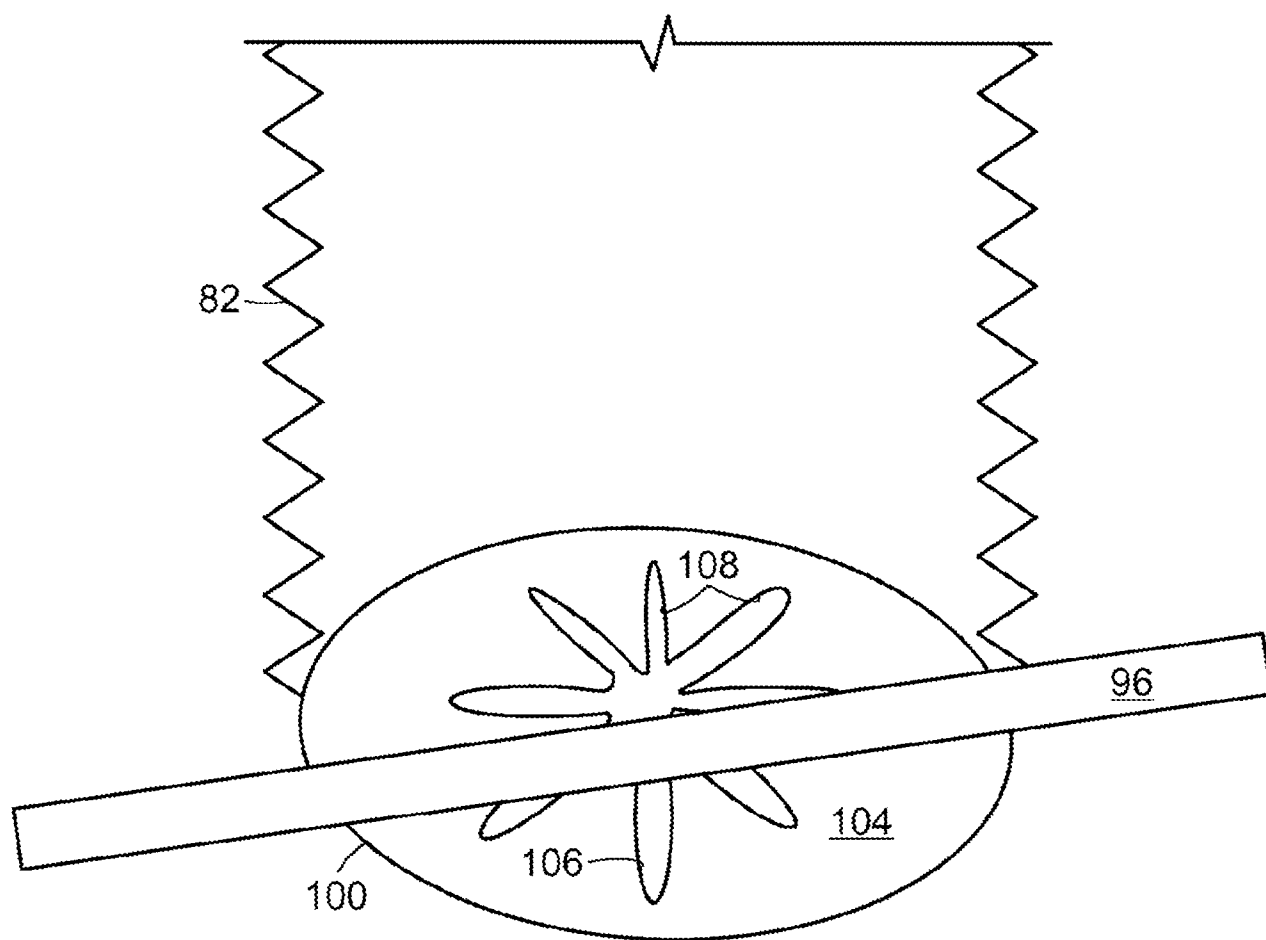


FIG. 9

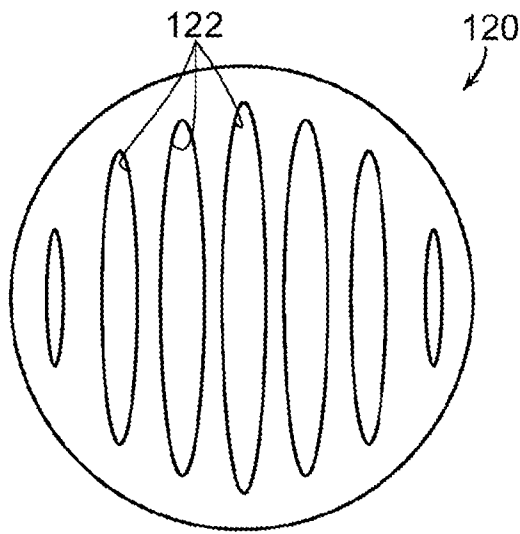


FIG. 10A

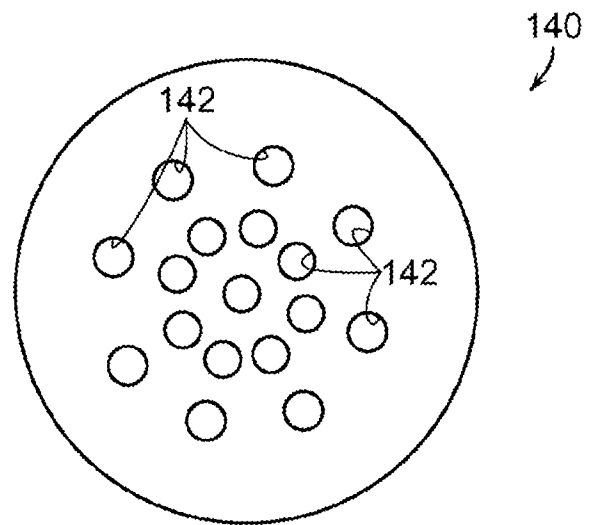


FIG. 10C

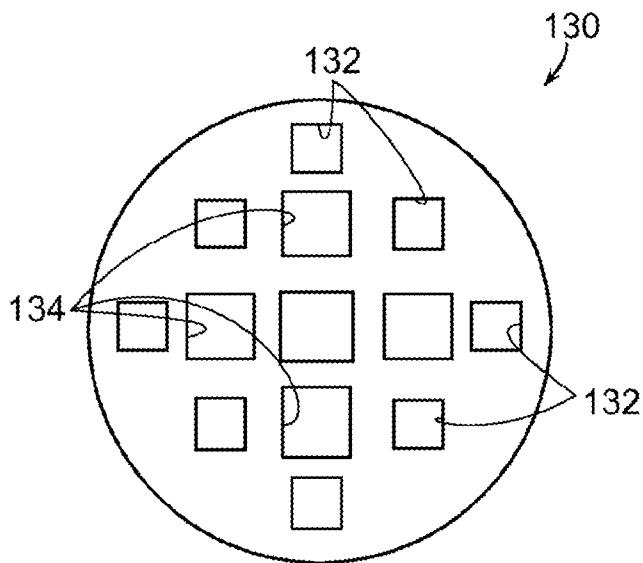


FIG. 10B

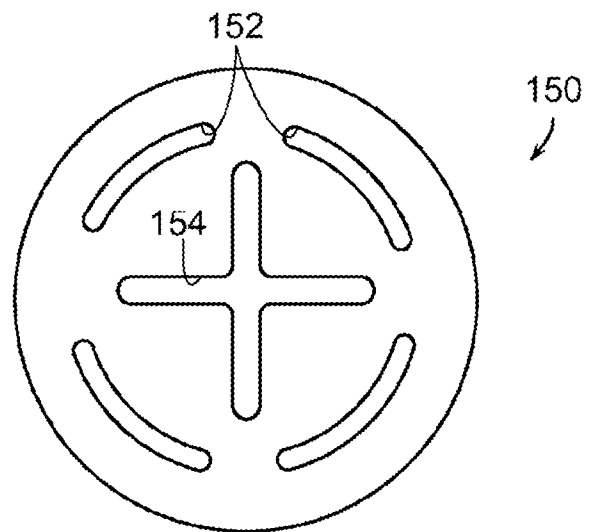


FIG. 10D

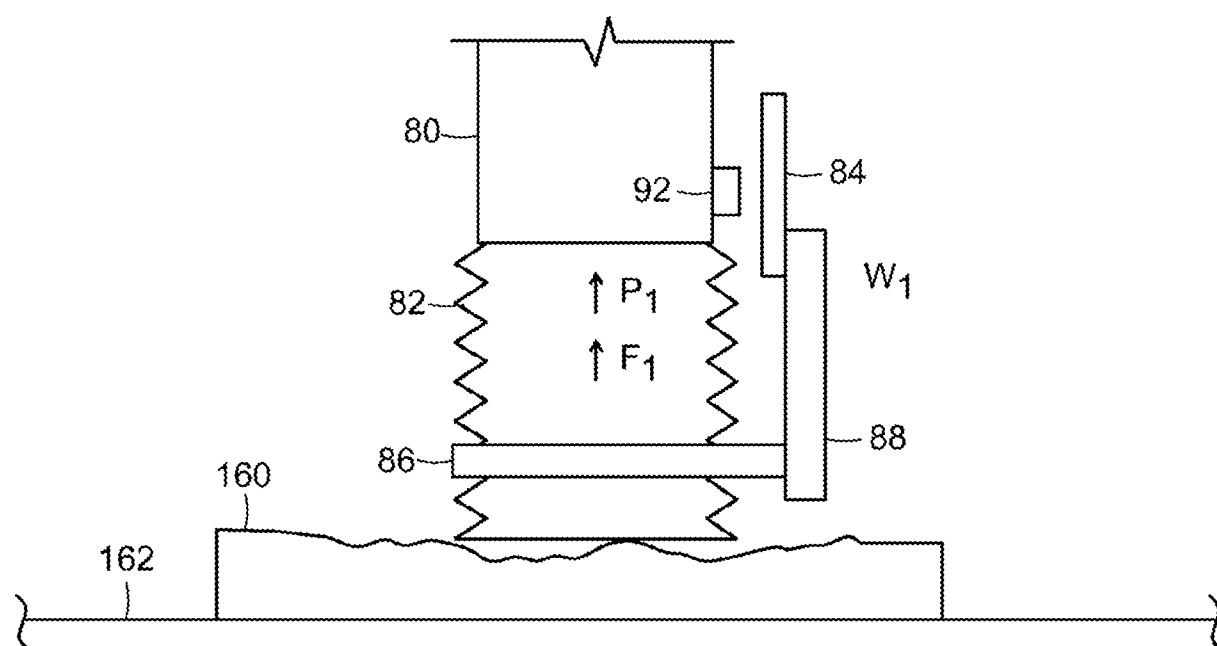


FIG. 11A

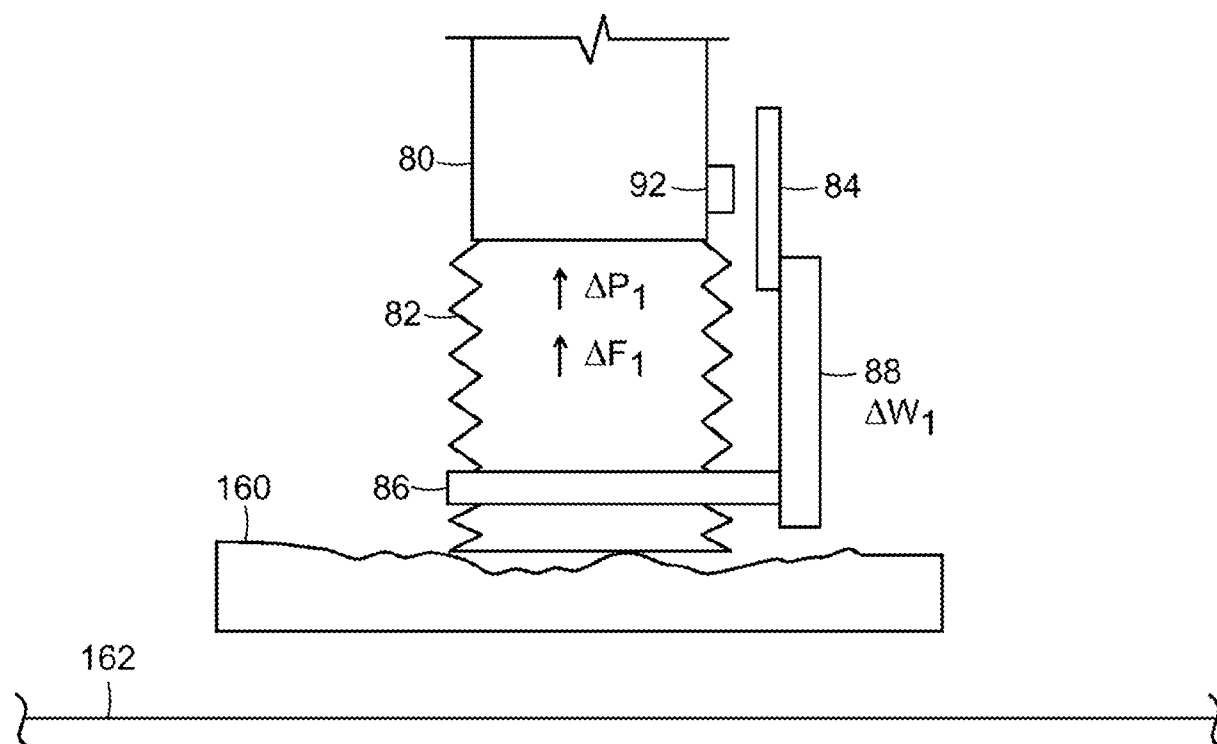


FIG. 11B

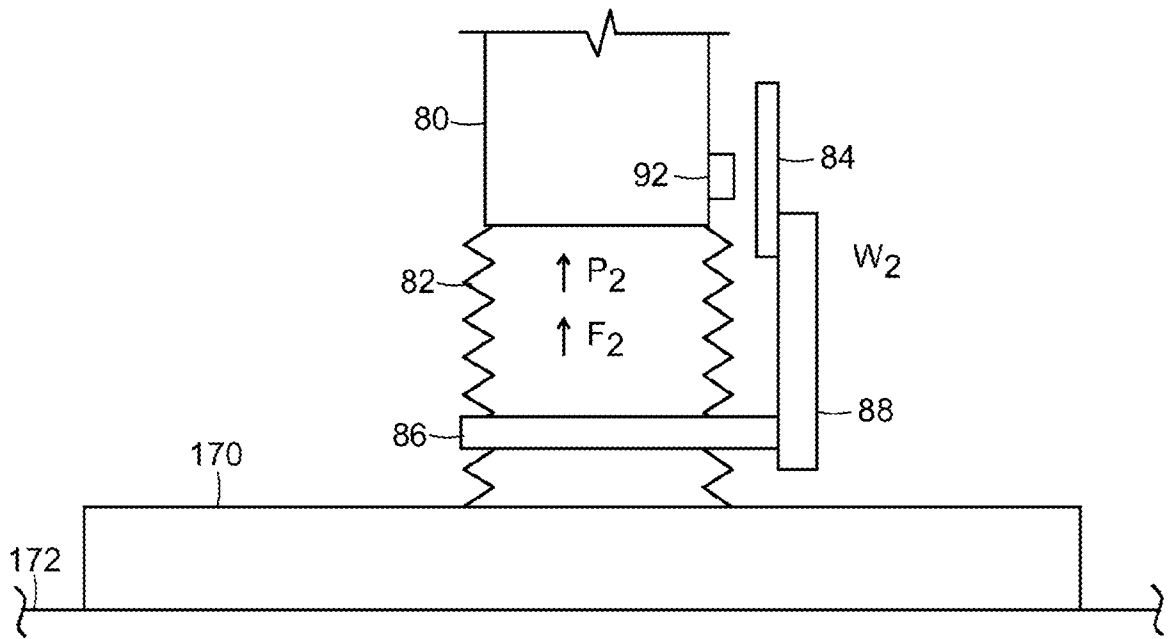


FIG. 12A

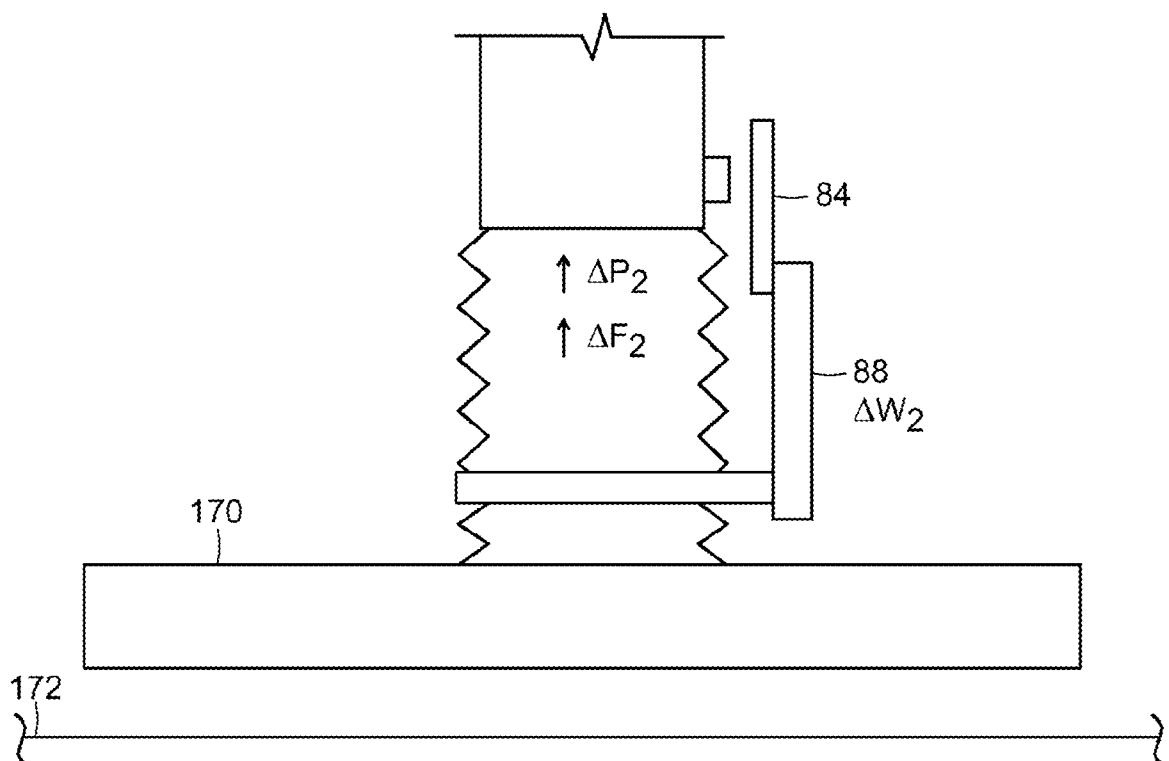


FIG. 12B

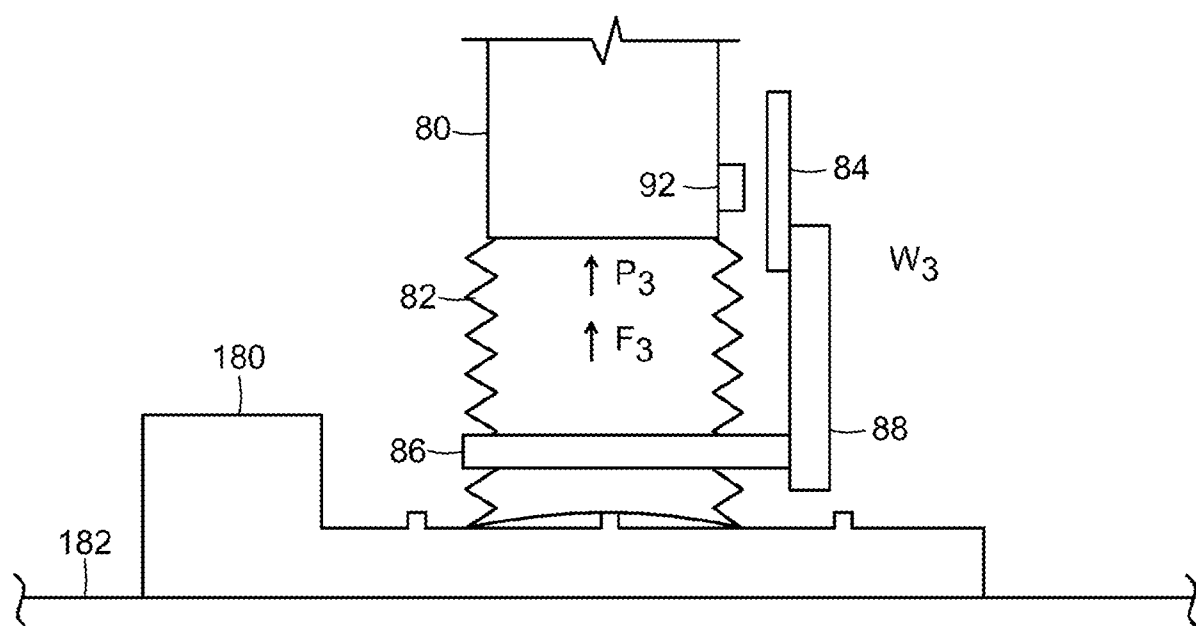


FIG. 13A

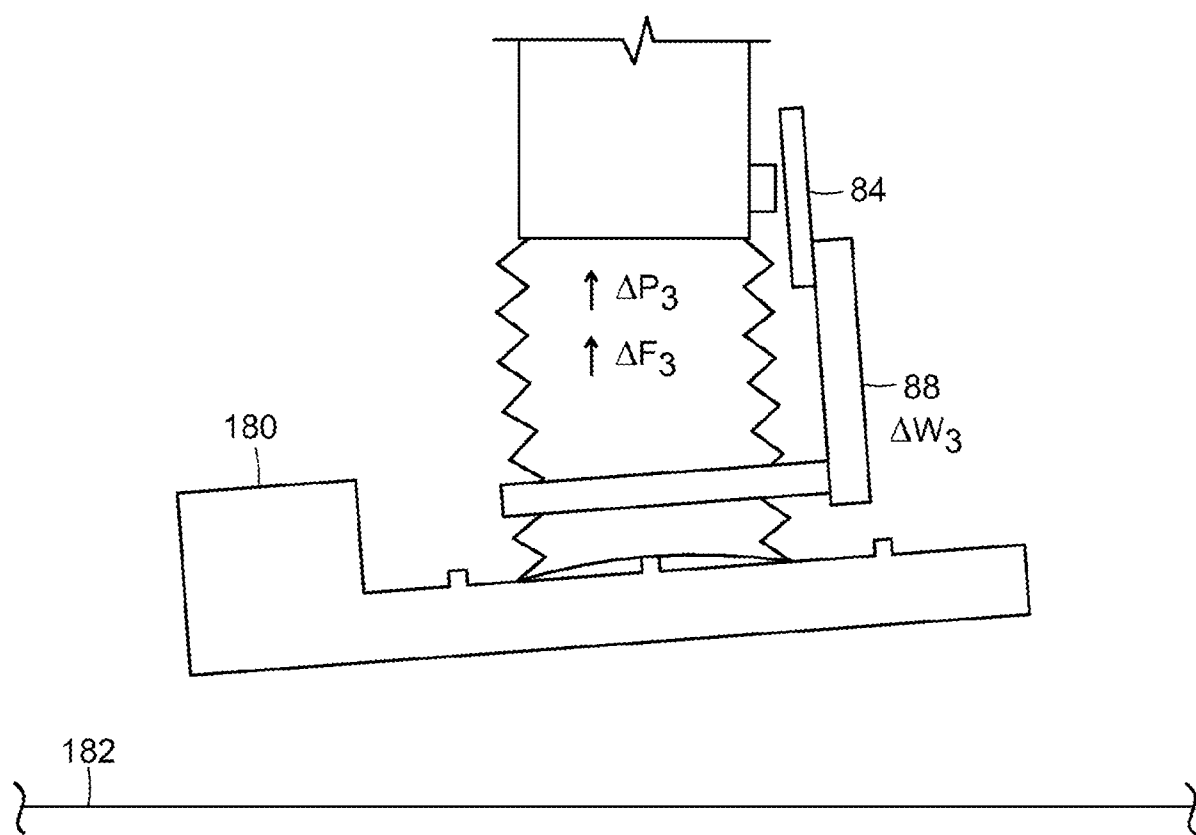


FIG. 13B