

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 410 594**

51 Int. Cl.:

G01N 1/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.08.2006 E 06254445 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2013 EP 1760448**

54 Título: **Cámara de flujo de gas y un método de ubicación de la misma**

30 Prioridad:

01.09.2005 US 217922

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

02.07.2013

73 Titular/es:

**LI-COR, INC. (100.0%)
4421 SUPERIOR STREET
LINCOLN, NEBRASKA 68504, US**

72 Inventor/es:

**RAGATZ, ANDREW G. y
PETERSON, REX A.**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 410 594 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

Cámara de flujo de gas y un método de ubicación de la misma

5 Antecedentes

Los conjuntos de cámara de flujo de gas se usan para medir emisiones de trazas de gas (por ejemplo, CO₂ y metano) de los suelos. Uno de tales conjuntos es la Cámara de Larga Duración LI-8100 de LI-COR Biosciences. La Cámara de Larga Duración LI-8100 es accionada eléctricamente a través de un mecanismo impulsor de cadena motorizado, engrando, para mover una cámara entre dos posiciones - una sobre el área de muestreo del suelo y otra lejos del área de muestreo del suelo. Las emisiones de trazas de gas se miden cuando la cámara está por encima del área de muestreo del suelo. Cuando no se están realizando mediciones, la cámara se mueve lejos del área de muestreo para exponer el suelo al entorno, permitiendo de esta manera que los factores medioambientales (por ejemplo, viento, lluvia, sol, etc.) alcancen el suelo justo como si la cámara no estuviera presente. Esto permite que un investigador mida el flujo de CO₂ en el suelo en un entorno tan representativo como sea posible, asegurando de esta manera un rendimiento máximo del área de muestreo.

La Cámara de Larga Duración LI-8100 usa un mecanismo de pilares para mover la cámara a través de un arco circular vertical con un radio de 17,8 cm (siete pulgadas) por encima y alejado del área de muestreo. El mecanismo de pilares mantiene la abertura de la cámara hacia abajo para evitar la recogida de precipitación y detritus mientras está en el estado abierto o moviéndose. La única ventaja de la Cámara de Larga Duración LI-8100 en comparación con otros diseños de cámara es la capacidad de mover la cámara desde el área de muestreo, lo que es importante para las mediciones automáticas a largo plazo. Un área de muestreo sin obstrucciones permite una exposición natural a la luz del sol, sombra, precipitación y efectos de temperatura, minimizando de esta manera la influencia del equipo de ensayo sobre el flujo de gas medido. En contraste, los conjuntos que simplemente mueven una cámara directamente por encima de un área de muestreo pueden dar sombra al área de muestreo con la cámara, creando de esta manera una condición artificial que puede influir en las mediciones de flujo. También, en los sistemas donde la cámara es estacionaria y una tapa de la cámara móvil cubre y descubre la cámara, la propia cámara sobresale de la superficie del suelo incluso cuando no se está realizando una medición y obstruye el área de muestreo.

30 Sumario

La presente invención se define mediante las siguientes reivindicaciones y nada de lo contenido en esta sección debe considerarse una limitación de dichas reivindicaciones.

A modo de introducción, en una realización preferida, se proporciona un conjunto de cámara de flujo de gas que comprende un casquillo de suelo y una cámara. La cámara se mueve entre la primera y segunda posiciones, con lo que la cámara está situada sobre el casquillo de suelo en la primera posición y está situada fuera de un área por encima del casquillo de suelo en la segunda posición. Durante el funcionamiento, la cámara se eleva en primer lugar del casquillo de suelo y después se hace girar, alrededor de un eje rotacional sustancialmente paralelo al eje del casquillo de suelo, fuera del área por encima del casquillo de suelo. Estas acciones se invierten para mover la cámara de la segunda posición a la primera posición. Se proporcionan otras realizaciones preferidas, y cada una de las realizaciones preferidas descritas en este documento puede mostrarse en solitario o combinadas entre sí.

45 Las realizaciones preferidas se describirán ahora con referencia a los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

50 La Figura 1 es una ilustración de un conjunto de cámara de flujo de gas de una realización preferida en la que una cámara está en una primera posición, cerrada/de muestreo.

La Figura 2 es una ilustración de un conjunto de cámara de flujo de gas de una realización preferida en la que una cámara está en una posición elevada, levantada.

La Figura 3 es una ilustración de un conjunto de cámara de flujo de gas de una realización preferida en la que una cámara está en una segunda posición totalmente abierta/de rotación.

55 Las Figuras 4A-4D son ilustraciones de una geometría de ranura lineal conceptual análoga a la usada para crear el movimiento de elevación y rotación de una realización preferida.

La Figura 5 es una ilustración de una realización preferida en la que las ranuras mostradas en las Figuras 4A-4D están envueltas alrededor de cilindros concéntricos.

60 La Figura 6 es una ilustración de una columna interior de un mecanismo de elevación y rotación de una realización preferida.

La Figura 7 es una ilustración de una columna intermedia instalada alrededor de una columna interior de un mecanismo de elevación y rotación de una realización preferida.

La Figura 8 es una ilustración de una columna exterior instalada sobre un conjunto de columna intermedia/columna interior de un mecanismo de elevación y rotación de una realización preferida.

65 La Figura 9 es una ilustración de un conjunto de columna impulsora de un mecanismo de elevación y rotación de una realización preferida.

La Figura 10 es una ilustración de un conjunto de columna impulsora con motor y correa de una realización preferida.

Descripción detallada de las realizaciones actualmente preferidas

5 A modo de introducción, las realizaciones preferidas presentadas en este documento describen una cámara de flujo de gas con un método de elevación y rotación para mover una cámara de muestreo hacia y desde un área de monitorización. El volumen de muestreo rígido proporciona mediciones de volumen constante verdaderas. Cuando el muestreo se ha completado, el método eleva en primer lugar la cámara de muestreo desde un casquillo de suelo y después hace girar la cámara completamente libre del área de muestreo. Esto expone el área de muestreo al viento, precipitación, temperatura y luz del sol naturales. La exposición del área de muestreo proporciona una alteración mínima del microclima del suelo, permitiendo mediciones automáticas a largo plazo. Cuando se ordena una medición, la cámara se hace girar de nuevo directamente por encima del área de muestreo y se baja suavemente sobre el casquillo de muestreo. Aunque esta elevación y rotación puede realizarse con cualquier mecanismo de elevación y rotación adecuado, una de las realizaciones preferidas presentadas en este documento describe un mecanismo que produce el movimiento de elevación y rotación con un número mínimo de partes móviles. Adicionalmente, todo el mecanismo operativo en esta realización preferida está encerrado en una columna cilíndrica sellada que no requiere mantenimiento periódico. La simplicidad de este mecanismo de elevación y rotación preferido permite una base mecánica menor, reduce la complejidad y reduce el coste. Adicionalmente, estas realizaciones preferidas replican las ventajas de la Cámara de Larga Duración LI-COR LI-8100 a través de un modo mucho más simple y más compacto.

Volviendo ahora a los dibujos, la Figura 1 es una ilustración de un conjunto 10 de cámara de una realización preferida. El conjunto 10 comprende una base 20 acoplada con patillas 30 de soporte. Como se usa en este documento, la expresión "acoplado con" significa acoplado directamente con o acoplado indirectamente con, a través de uno o más componentes (nombrados o no nombrados en este documento). Las patillas 30 de soporte comprenden una pluralidad de pies 40 y empulgueras 50 para ajustar la altura del pie 40, de manera que el pie 40 repose sobre el suelo. Estos componentes ayudan a asegurar una posición estable y sin movimiento cuando el conjunto 10 se instala en un área de muestreo. Las patillas de soporte ajustables introducen también un mecanismo de nivelación de tres puntos para el conjunto 10 de cámara, de manera que el conjunto 10 de cámara puede nivelarse con respecto al casquillo 75 de suelo. La base 20 comprende un mango 60, que permite que el conjunto 10 de cámara se lleve en la mano y se despliegue en cualquier localización deseada.

El conjunto 10 comprende también una cámara 70. En la Figura 1, la cámara 70 se muestra en una primera posición sobre un casquillo 75 de suelo que está embebido en el suelo que se va a observar (el casquillo de suelo no se muestra en la Figura 1 pero se muestra en las Figuras 2 y 3). El casquillo 75 de suelo preferentemente tiene una protuberancia mínima por encima de la superficie del suelo para minimizar la impedancia a la luz del sol, viento, precipitación y otra exposición al área de muestreo. Un sello 80 del casquillo acoplado con la base 20 es una junta que ayuda a formar un sello hermético a gas entre la cámara 70 y el casquillo 75 de suelo y que provoca que un flujo de emisiones de trazas de gas desde el suelo se mueva en una dirección vertical. Preferentemente, la altura de la protuberancia del casquillo 75 de suelo por encima de la superficie del suelo es el espesor del sello 80 del casquillo, que en la realización actualmente preferida, es menor de 12,7 mm (0,5 pulgadas).

El conjunto puede comprender también un respiradero 90 acoplado con la cámara 70. El respiradero tiene cuatro empulgueras 95 para desensamblar el respiradero 90 para su limpieza. El respiradero 90 mantiene la presión de la superficie del suelo ambiente dentro de la cámara 70 compensando el efecto del viento sobre la presión del aire en la superficie del suelo. El documento US-A-2006-0117840, cedido al cesionario de la presente invención y que, por lo tanto, se incorpora por referencia a este documento, describe un respiradero actualmente preferido.

La cámara 70 está acoplada con una estructura 100 de soporte mediante un disco 110 de muelles y tres muelles 120 de extensión orientados horizontalmente. El disco 110 de muelles está fijado a la cámara 70 con tornillos 130 en esta realización preferida, y los muelles 120 soportan la cámara 70 radialmente alrededor de la circunferencia del anillo en un extremo de la estructura 100 de soporte. Por consiguiente, la estructura 100 de soporte de la cámara está acoplada de forma elástica a la cámara 70 a través de los tres muelles 120 de extensión. Puede verse un diseño análogo en las camas elásticas, donde una tela inextensible está soportada horizontalmente por muelles de extensión alrededor de su periferia. Los muelles 120 de extensión permiten que la cámara 70 "flote" de manera que no se requiere un paralelismo exacto entre la estructura 100 de soporte de la cámara y el sello 80 del casquillo. Además, mediante la elección apropiada de las constantes del muelle, la fuerza descendente sobre la cámara 70 puede convertirse en una función débil de la posición de la estructura 100 de soporte de la cámara. Esto permite que la estructura 100 de soporte de la cámara sea ubicada aproximadamente por el mecanismo de elevación y rotación sin tener un impacto significativo sobre la magnitud de la fuerza de sellado entre la cámara 70 y el sello 80 del casquillo. Esto evita el coste y la complejidad de diseñar un mecanismo de fuerza constante para mantener una fuerza de sellado constante entre la cámara 70 y el sello 80 del casquillo. Un mecanismo de ubicación cinemática más sencillo y barato se implementa junto con una estructura elástica que aplica casi la misma fuerza independientemente de las imperfecciones cinemáticas (por ejemplo, tolerancias dimensionales, relajación de los materiales de la junta, variaciones en las dimensiones ensambladas, etc.). En una realización actualmente preferida,

los muelles 120 de extensión tienen una constante de muelle de 3327,4 N/m (19 libras/pulgada) y son de acero inoxidable.

El otro extremo de la estructura 100 de soporte está acoplado con una columna 310 externa. La columna 310 externa no se muestra en la Figura 1, puesto que está contenida en el recinto 150 cuando la cámara 70 está en la primera posición, pero se describirá a continuación con respecto a las Figuras 2 y 3. En esta realización preferida, el recinto 150 contiene un mecanismo de elevación y rotación, que se describirá más adelante. La columna 310 externa forma un componente del mecanismo de elevación y rotación de esta realización preferida. El recinto 150 contiene una mitad 160 superior conformada como una lata invertida y una mitad 170 inferior con conectores 180 eléctricos para controlar el movimiento de la cámara 70 y para conectar la sonda o sondas de temperatura al suelo, y la sonda o sondas de humedad al suelo y un suministro de energía. En una realización actualmente preferida, la mitad superior del recinto 160 es una lata de aluminio estampada al vacío revestida con polvo para hacerla robusta frente a las condiciones climáticas y el abuso mecánico, y la mitad 170 inferior es de aluminio colado y revestida con polvo.

En esta realización preferida, el mecanismo de elevación y rotación mueve la cámara 70 entre una primera posición, donde la cámara 70 está situada sobre el casquillo de suelo, y una segunda posición, donde la cámara 70 está situada fuera de un área por encima del casquillo de suelo. Este movimiento se muestra en las Figuras 1-3. En la Figura 1, la cámara 70 está en la primera posición, que también se denominará en este documento posición cerrada o de muestreo. El área de muestreo de suelo está directamente por debajo de la cámara 70 hemisférica. Es en esta primera posición donde un analizador de gas (no mostrado) acoplado con la cámara 70 con conductos de entrada y salida de gas (no mostrados) mide el cambio en la concentración con el tiempo de un gas que sale o entra en el suelo, lo que indica el caudal de flujo del gas que se mueve desde/hacia el suelo hacia/desde la atmósfera. Cuando la medición se ha completado, el mecanismo de elevación y rotación mueve la cámara 70 de la primera posición a la segunda posición elevando la cámara 70 verticalmente desde el casquillo 75 de suelo (mostrado en la Figura 2).

Como se muestra en la Figura 2, el radio del casquillo 75 de suelo es menor que el radio de la cámara 70 en esta realización y el sello 80 del casquillo sella la conexión entre la cámara 70 y el casquillo 75 de suelo. Por consiguiente, en esta realización, la cámara 70 está "sobre" el casquillo 75 de suelo cuando la cámara 70 está sobre el sello 80 del casquillo. En otras realizaciones donde el radio del casquillo 75 de suelo coincide más estrechamente con el radio de la cámara 70, la cámara 70 está "sobre" el casquillo 75 del suelo cuando la cámara 70 está en contacto directamente con el casquillo 75 de suelo. Por consiguiente, la expresión "sobre el casquillo de suelo", como se usa en las reivindicaciones, debe interpretarse que cubre implementaciones donde la cámara está directamente sobre el casquillo de suelo o indirectamente sobre el casquillo de suelo mediante el uso de un sello de casquillo o algún otro componente intermedio.

Preferentemente, la cámara 70 solo se eleva tan alto como sea necesario para superar la protuberancia del casquillo 75 de suelo. Una vez que la cámara 70 se ha elevado suficientemente por encima del casquillo 75 de suelo, el mecanismo de elevación y rotación hace girar la cámara 70 alrededor de un eje 190 rotacional vertical del mecanismo de elevación y rotación fuera del área 190 por encima del casquillo 75 de suelo, completamente por encima del área de muestreo (véase la Figura 3). El eje 190 rotacional vertical es sustancialmente paralelo al casquillo 75 de suelo (dependiendo de las condiciones del suelo y la instalación del casquillo 75 de suelo, el casquillo 75 de suelo puede que no sea exactamente paralelo al eje 190 rotacional vertical). La orientación de la cámara 70 se mantiene en una dirección orientada hacia abajo para evitar la acumulación de precipitación y/o detritus. Además de evitar la acumulación de precipitación y/o detritus, la orientación descendente evita la creación de un cuerpo esponjoso. En condiciones ventosas, la cámara de suelo puede actuar como una vela sobre el conjunto y provocar que todo el conjunto vibre, se desplace y, potencialmente, se incline. El mantenimiento de la cámara en una orientación descendente mantiene el conjunto 10 más estable en condiciones ventosas. En contraste, un diseño de concha de almeja, donde la cámara o la tapa de la cámara se hace girar alrededor de un eje sustancialmente perpendicular al eje del casquillo del suelo, puede crear un cuerpo esponjoso significativo, provocando que conjuntos análogos al conjunto 10 se hagan inestables en condiciones ventosas. Cuando se inicia una medición, se realiza justo el orden inverso de las etapas descritas, haciendo girar la cámara 70 directamente por encima del área de muestreo y después se baja suavemente sobre el casquillo 75 de suelo.

El mecanismo de elevación y rotación minimiza la superficie ocupada por el mecanismo mecánico usado para el movimiento de la cámara 70. La simplicidad del mecanismo central permite un número mínimo de partes móviles, lo que reduce significativamente tanto el coste de material como de fabricación. El mecanismo completo está encerrado en el recinto 150 hermético a las condiciones climatológicas, preferentemente usando un diseño de sellado estático. El recinto 150 preferentemente solo tiene una penetración dinámica, que se sella contra los elementos usando una combinación de junta/sello popular en las aplicaciones de accionador de cilindro hidráulico.

En el centro del mecanismo de elevación y rotación en esta realización preferida hay un mecanismo sencillo que convierte el movimiento rotatorio de un motor eléctrico en un primer movimiento traslacional y después rotacional. El principio operativo que yace tras el mecanismo de elevación y rotación se ilustra esquemáticamente en las Figuras 4A-4D, que ilustran el principio operativo usando una analogía de movimiento lineal. Una vez entendida la analogía de movimiento lineal, la traslación a un movimiento rotatorio es directa. Considérense dos ranuras 200, 210 cortadas

en dos placas diferentes. Supóngase que estas placas están conectadas entre sí de manera que pueden deslizarse una respecto a la otra hacia la derecha y hacia la izquierda, pero no pueden deslizarse arriba y abajo. Adicionalmente, supóngase que un pasador 220 pasa a través de ambas ranuras 200, 210. Geométricamente, el pasador 220 puede considerarse como el punto de intersección de las dos ranuras 200, 210. Para ilustración, supóngase que la ranura 210 es fija y que la ranura 200 puede trasladarse de izquierda a derecha con respecto a la ranura 210. Empezando en la Figura 4A, supóngase que la ranura 200 comienza a moverse hacia la derecha. El movimiento de la ranura 200 mueve el punto de intersección de las dos ranuras 200, 210 y el pasador 220 posteriormente lo sigue. El pasador 220 se moverá hacia la derecha en la ranura 210 hasta que no puede hacerlo más (véase la Figura 4B). Cuando el pasador 220 entra en la porción vertical de la ranura 210, ya no puede moverse más hacia la derecha. Mientras tanto, la ranura 200 continúa trasladándose hacia la derecha, y el punto de intersección de las dos ranuras 200, 210 continúa hacia arriba. El pasador 220, conectado en ambas ranuras 200, 210 se mueve posteriormente hacia arriba también (véase la Figura 4C). Finalmente, a medida que la ranura 200 continúa moviéndose hacia la derecha, el pasador 220 alcanza la parte superior de la ranura 210 (véase la Figura 4D). El pasador 220 puede bajarse y volver a su posición inicial invirtiendo las etapas que se acaban de describir. El único punto de intersección de las dos ranuras 200, 210 crea un mecanismo reversible con un estado de un solo valor. El estado de un solo valor del mecanismo simplifica el control del mecanismo puesto que la localización del pasador 220 dentro de la ranura 210 con forma de L define completamente el estado de todos los componentes móviles del mecanismo.

Si se considera solo el movimiento del pasador 220 de izquierda a derecha en la Figura 4A, en primer lugar se traslada horizontalmente dentro de la ranura 200, moviéndose exactamente a la misma velocidad que la ranura 200. Cuando el pasador 220 encuentra el giro en la ranura 210, empieza a subir verticalmente dentro de la ranura 210. Obsérvese que la velocidad del pasador 220 durante la elevación vertical ya no es la misma velocidad que la de la ranura 200 sino que es una función de la velocidad de la ranura 200 a lo largo de la pendiente de la ranura 200. Inclinarse la ranura 200 adicionalmente hacia la horizontal produce velocidades que se elevan más lentamente, mientras que las pendientes más cercanas a la vertical producen velocidades que se elevan más rápidamente.

En la implementación de esta realización actualmente preferida, las ranuras 200, 210 inclinadas en las Figuras 4A-4D están envueltas alrededor de dos cilindros 300, 310 concéntricos (véase la Figura 5). De esta manera, la ranura 200 se convierte en una ranura helicoidal en el cilindro 300 anular y la ranura 210 se convierte en una ranura con forma de L en el cilindro 310 anular. En la Figura 5, la ranura con forma de L se forma en el cilindro 310 anular exterior translúcido, y la ranura helicoidal se forma en el cilindro 300 anular interior. Se permite que ambos cilindros 300, 310 ranurados giren el uno con respecto al otro y con respecto a la columna 140 interior, que contiene el eje 190 rotacional (véanse las Figuras 2 y 3). Los cilindros 300, 310 ranurados no pueden trasladarse el uno con respecto al otro sino que ambos giran y se trasladan respecto a la columna 140 interior. En la realización actualmente preferida mostrada en la Figura 5, un pasador 330 está fijado rígidamente a la columna 140 interior, que es estacionaria. El movimiento de la cámara 70 está acoplado rígidamente al cilindro 310 más externo con la ranura con forma de L. Queda claro que la cámara 70 puede girar alrededor del eje 90 cuando el pasador 330 está en la parte horizontal de la ranura con forma de L y puede trasladarse verticalmente cuando el pasador 330 está en la parte vertical de la ranura con forma de L. La rotación del cilindro 300 con la ranura helicoidal con respecto al cilindro 310 provoca el movimiento global de la cámara 70.

Debe observarse que la pendiente de la ranura 200 en las Figuras 4A-4D, que se traslada hacia una ranura helicoidal en la Figura 5, controla no solo la velocidad de elevación sino también un aprovechamiento de la fuerza mecánica en la elevación y descenso de la cámara 70. En las Figuras 4A-4D, para una fuerza horizontal dada sobre la ranura 200, se aplica una fuerza vertical ya sea ascendente o descendente sobre el pasador 220 dependiendo de la dirección de movimiento. De esta manera, las pendientes cercanas a la horizontal proporcionarán unas fuerzas verticales mayores sobre el pasador 200. De hecho, la realización preferida mostrada en la Figura 5 usa dos pendientes diferentes en la ranura helicoidal. La pendiente más gradual proporciona una ventaja mecánica durante la elevación y descenso del cilindro 300 y también reduce la velocidad de descenso de la cámara 70 cuando se cierra la cámara 70. Se prefiere la ralentización de la velocidad de descenso de la cámara 70 para minimizar las alteraciones de suelo y presión por encima del suelo antes de la medición del flujo.

Volviendo a los dibujos, las Figuras 6-10 son ilustraciones que muestran el conjunto de un mecanismo 400 de elevación y rotación de una realización preferida. Con referencia a la Figura 6, el conjunto empieza con una columna 140 interior (que también se denomina eje vertical en este documento). La columna 140 interior comprende un solo eje vertical de rotación 190 para el movimiento de elevación y rotación. La columna 140 interior comprende también un solo orificio 145 horizontal, que sirve como un punto de fijación para el pasador 330 de arrastre principal, que se describe más adelante. En una realización actualmente preferida, la columna 140 interior, que está fabricada de aluminio anodizado, es de 279,4 mm (11 pulgadas) de longitud y tiene un diámetro externo de 25,4 mm (una pulgada). También, el orificio 145 es preferentemente 134,62 mm (5,3 pulgadas) desde la parte inferior de la columna 140 interior.

En la Figura 7, una columna 300 intermedia está instalada alrededor de la columna 140 interior. La columna 300 intermedia es un cilindro anular con una ranura helicoidal y se desliza sobre la columna 140 interior. La ranura helicoidal de la columna 300 intermedia pasa completamente a través de la columna 300 intermedia, permitiendo

que un pasador del diámetro apropiado se inserte completamente a través de la misma. La columna 300 intermedia preferentemente tiene bujes con funda de plástico montados en el diámetro interior en cualquiera de los extremos. En la etapa de ensamblaje mostrada en la Figura 7, la columna 300 intermedia puede tanto rotar como trasladarse arriba y abajo en la columna 140 interior. Cerca de la parte superior de la columna 300 intermedia hay un área 305 escalonada, que servirá como una de las poleas en un mecanismo impulsor de correa. La incorporación de la geometría de la polea en la columna 300 intermedia reduce el número de partes y requiere menor tiempo de montaje que una polea impulsora separada. Ambos extremos de la columna 300 intermedia contienen surcos 307 que, cuando están ajustados con anillos de retención, acoplarán cargas verticales a una columna 310 externa (véase la Figura 8).

La columna 300 intermedia contiene una ranura helicoidal segmentada con dos ángulos de inclinación diferentes de 20 y 45 grados. El ángulo de inclinación de 20 grados se engrana durante la fase de elevación del movimiento y el ángulo de inclinación de 45 grados se engrana durante la fase de rotación del movimiento. El ángulo de inclinación de 20 grados, más suave, proporciona mayor fuerza de elevación durante la fase de elevación del movimiento que un ángulo de inclinación más agudo. Sin embargo, los ángulos de inclinación más anchos de 20 grados pueden resultar problemáticos puesto que hay preferentemente una cantidad mínima de espesor de material entre las ranuras para mantener la integridad estructural de la columna 300 intermedia. La anchura de la ranura permanece constante para aceptar el pasador 330 de arrastre principal. En una realización actualmente preferida, 20 grados se ve como el ángulo de inclinación más ancho que puede conseguirse sin degradar la integridad estructural de la columna 300 intermedia. Como en una realización actualmente preferida, la columna 300 intermedia es de 177,8 mm (7 pulgadas) de longitud y tiene un diámetro externo de 44,45 mm (1,75 pulgadas) (con un diámetro interno que se ajusta estrechamente al diámetro externo de la columna 140 interna). La anchura de la ranura de la columna 300 intermedia es preferentemente de 10,16 mm (0,4 pulgadas).

La Figura 8 es una ilustración de una columna 310 externa instalada sobre la columna 300 intermedia. La columna 310 externa puede deslizarse sobre la columna 300 intermedia. La columna 310 externa es un cilindro anular con una ranura con forma de L, pasando la ranura con forma de L completamente a través de la columna 310 externa. La ranura con forma de L de la columna 310 externa tiene patillas tanto verticales como horizontales. Una vez que la columna 310 externa se desliza en su sitio, se retiene verticalmente en la columna 300 intermedia usando bujes embridados (preferentemente, Irgus), arandelas de empuje y anillos de retención, que se ajustan en los surcos de la columna 300 intermedia. En la etapa de montaje mostrada en la Figura 8, la columna 310 externa puede girar con respecto a la columna 300 intermedia, pero no puede trasladarse verticalmente con respecto a la columna 300 intermedia, y la columna 300 intermedia y la columna 310 externa se trasladan juntas. Asimismo, en esta etapa del ensamblaje, la columna 300 intermedia puede girar con respecto a la columna 140 interior y la columna 300 intermedia y la columna 310 externa juntas pueden trasladarse respecto a la columna 140 interior. Se prefiere que los bujes embridados estén montados en el diámetro interior de la columna 310 externa, junto con las arandelas de empuje y los anillos de retención. Estos componentes se usan para trasladar las fuerzas verticales de la columna 300 intermedia a la columna 310 externa sin impedir el movimiento relativo.

En una realización actualmente preferida, la columna 310 externa tiene una longitud de 160,02 mm (6,3 pulgadas) y un diámetro externo de 63,5 mm (2,5 pulgadas). La ranura vertical de la columna 310 exterior es preferentemente de 76,2 mm (3 pulgadas) (esto permite una elevación vertical de 76,2 mm (tres pulgadas)), y la ranura horizontal es preferentemente de 63,5 mm (2,5 pulgadas) (esto permite una rotación de 120 grados).

El conjunto en la Figura 8 se asegura entonces junto con un solo pasador 330 de arrastre, como se muestra en la Figura 9. Este pasador 330 de arrastre pasa completamente a través de la ranura con forma de L en la columna 310 externa, la ranura helicoidal en la columna 300 intermedia y el único orificio 145 en la columna 140 interior. El pasador 330 de arrastre localiza entonces de forma inequívoca la columna 300 intermedia y la columna 310 externa con respecto al orificio 145 horizontal en la columna 140 interior. El pasador 330 se asegura en su sitio usando dos anillos de retención, que se adaptan en los surcos en cualquiera de los extremos del pasador 330.

En una realización actualmente preferida, el pasador 330 de arrastre es un pasador de acero endurecido de 9,525 mm (0,375 pulgadas) (con una dureza Rockwell C de 63-65) y tiene dos surcos, cada uno de 0,7366 mm (0,029 pulgadas) de ancho. También, el diámetro externo de los anillos de retención es preferentemente de 15,494 mm (0,61 pulgadas). La columna 300 intermedia y la columna 310 externa tienen un revestimiento duro anodizado con PTFE impregnado. El exterior del pasador 330 y el interior de los surcos, tanto en la columna 300 intermedia como en la columna 310 externa, son superficies de desgaste, puesto que el pasador 330 se desplaza por las ranuras de las columnas 300, 310. La intención inicial es usar el revestimiento y los componentes no lubricados para eliminar la necesidad de lubricación periódica. Si esto resultara inviable, el pasador 330 de arrastre principal y las ranuras de la columna 300 intermedia y la columna 310 exterior pueden lubricarse para reducir la fricción y el ruido que puede resultar del contacto deslizante.

Si la columna 140 interior en la Figura 9 se mantiene fija, el conjunto de la columna 300 intermedia y la columna 310 externa está retenido para trasladarse arriba y abajo cuando el pasador 330 de arrastre está en la patilla vertical de la ranura de la columna 310 externa. Análogamente, la columna 310 externa está retenida para girar alrededor de la columna 140 interior y la columna 300 intermedia cuando el pasador 330 de arrastre está en la patilla horizontal de

la ranura de la columna 310 externa. La rotación de la columna 300 intermedia con respecto a la columna 310 externa provoca que el pasador 330 de arrastre se mueva a lo largo de la ranura con forma de L de la columna 310 exterior. De esta manera, aparte de la motorización, los componentes centrales del mecanismo 400 de elevación y rotación están presentes ahora en la Figura 9.

5 La Figura 10 muestra el conjunto de la Figura 9 con la adición del motor 350 de engranajes CC y el mecanismo impulsor de correa. El motor 350 CC está fijado rígidamente a la columna 310 exterior a través de una placa 370 de montaje del motor y una correa 360 impulsora plana conecta la polea 305 escalonada integrada en la columna 300 intermedia a una polea 380 montada en el motor. El motor 350 provoca una rotación relativa de la columna 300 intermedia con respecto a la columna 310 externa. Durante la fase de elevación del movimiento, la columna 300 intermedia gira con respecto a la columna 310 externa y la columna 310 externa se traslada verticalmente junto con la columna 300 intermedia con respecto a la columna 140 interna. Durante la fase de rotación del movimiento, la columna 300 intermedia permanece estacionaria con respecto a la columna 140 interna y la columna 310 externa gira con respecto a la columna 140 interna y la columna 300 intermedia. Haciendo referencia de nuevo a la Figura 1, la estructura 100 de soporte de la cámara está acoplada de forma rígida a la columna 310 externa. De esta manera, el movimiento de elevación y rotación de la columna 310 externa se transfiere directamente a la cámara 70 a través de la estructura 100 de soporte de la cámara.

20 En una realización actualmente preferida, la correa 360 es plana, con una eficacia del 95-97%, fabricada de polietileno, y tiene una anchura de 6,35 mm (0,25 pulgadas) y una longitud de 198,12 mm (7,8 pulgadas). Una correa adecuada puede adquirirse en SDP-SI. Si una correa plana se desliza prematuramente durante la transición de los movimientos de elevación y rotación, pueden usarse geometrías alternativas de la correa de transmisión plana. Pueden usarse también mecanismos alternativos, tales como mecanismos impulsores de cadena (dos piñones y una sola cadena) y un mecanismo impulsor de correa trapezoidal. Preferentemente, la polea en la columna 310 intermedia tiene un diámetro de 44,45 mm (1,75 pulgadas) y la polea acoplada con el motor 350 tiene un diámetro de 18,161 mm (0,715 pulgadas). También en la realización actualmente preferida, el motor 350 tiene una relación de transmisión de 585:1.

30 A modo de resumen, la realización actualmente preferida descrita anteriormente incorpora las siguientes características que son útiles para mantener un bajo coste y una complejidad reducida del mecanismo de elevación y rotación mientras proporciona en su mayor parte la misma funcionalidad que la Cámara de Larga Duración LI-8100 más compleja:

35 (1) El concepto de movimiento de elevación y rotación permite que todos los componentes móviles se diseñen alrededor de un solo eje vertical, desplazado horizontalmente del área de muestreo. El mecanismo necesario para producir el movimiento puede diseñarse de forma compacta alrededor de este eje vertical. En contraste, en la Cámara de Larga Duración LI-8100, el movimiento se dirige alrededor de los ejes horizontales. El primer eje horizontal es responsable de la traslación global de la cámara hacia y desde el área de muestreo, y el segundo eje horizontal es responsable de la rotación de la cámara para mantener una orientación hacia abajo. Los movimientos de estos dos ejes están acoplados cinemáticamente a través de una cadena de transmisión. El concepto de elevación y rotación permite que todo el movimiento ocurra alrededor de un solo eje; en concreto un solo eje vertical. El eje único reduce la complejidad de los múltiples ejes de acoplamiento cinemático. La naturaleza vertical del eje permite que el mecanismo ocupe un espacio mínimo en el suelo circundante.

45 (2) El diseño de columna concéntrica desacopla la fase de elevación y la fase de rotación del movimiento y permite el uso de un motor de engranajes rotatorio. Cuando se contrasta con el husillo madre lineal alternativo descrito a continuación, el diseño de columna concéntrica reduce la altura vertical del mecanismo de accionamiento en más de un 40%.

50 (3) El diseño de cilindro concéntrico permite que ambas fases de elevación y rotación del movimiento se consigan mediante un motor accionado a una velocidad constante. La velocidad de la fase de elevación puede controlarse tanto a través de la velocidad del motor como de las relaciones de tamaño de las poleas y el ángulo de inclinación helicoidal de la columna impulsora intermedia. La velocidad de la fase de rotación está controlada solo por la velocidad del motor y las relaciones de tamaño de las poleas. De esta manera, el diseñador puede elegir la velocidad de rotación seleccionando una velocidad de motor y una relación de tamaño de las poleas, y después puede ajustar la velocidad de elevación variando el ángulo de inclinación helicoidal. Hay una solución intermedia con ventajas mecánicas, puesto que los ángulos de inclinación helicoidales más agudos aumentan la velocidad de elevación pero posteriormente disminuyen la fuerza de elevación para un par de torsión dado del motor. La realización actualmente preferida usa un ángulo de inclinación helicoidal de 20 grados para la fase de elevación y un ángulo de inclinación helicoidal de 45 grados para la fase de rotación.

60 (4) Un acoplamiento elástico entre la cámara y la estructura de soporte de la cámara permite que se aplique casi la misma fuerza de sellado a la cámara para un intervalo de posiciones de la estructura de soporte. Esto permite un control de encendido-apagado posicional simple del punto final del mecanismo de elevación y rotación mientras se mantiene una fuerza de sellado casi constante en la cámara. A la inversa, una estructura de soporte de la cámara rígida requeriría un control posicional preciso del mecanismo de elevación y rotación para mantener una fuerza de sellado descendente constante en la cámara.

- 5 (5) El control posicional de encendido-apagado del punto final se consigue preferentemente usando dos limitadores de efecto Hall localizados en cualquier extremo del desplazamiento. Cuando se recibe una orden de apertura desde un controlador principal, el motor es accionado en la dirección de apertura a una velocidad constante hasta que se alcanza un limitador. Análogamente, cuando se recibe una orden de cierre desde un controlador principal, el motor es accionado en la dirección de cierre a una velocidad constante hasta que se alcanza el limitador cerrado. La función del limitador podría conseguirse análogamente con interruptores mecánicos, interruptores ópticos o interruptores de efecto Hall. El diseño usa interruptores de efecto Hall (preferentemente un interruptor Honeywell SR17C-J6) para proporcionar una vida útil mayor que la de los interruptores mecánicos mientras que evita la sensibilidad al polvo/contaminación de los interruptores ópticos.
- 10 (6) Las cargas vertical y rotacional se transfieren desde dos columnas impulsoras ranuradas a un solo pasador de arrastre. El diseño usa un pasador lubricado en contacto deslizante con las ranuras de ajuste. El diseño de contacto deslizante elimina la necesidad de cojinetes de contacto rodantes o bujes, reduciendo posteriormente la complejidad y el coste del sistema.
- 15 (7) El diseño del cilindro impulsor concéntrico permite el uso de pequeños bujes de plástico (preferentemente de Igus, East Providence, RI), que son más baratos y más tolerantes con los detritus que los cojinetes de bolas convencionales. Además, los bujes de plástico pueden proporcionar cargas tanto radial como de empuje como un cojinete de bolas, sin la complejidad y el coste del cojinete de bolas. El uso de bujes en lugar cojinetes reduce adicionalmente el tamaño del mecanismo puesto que los cojinetes con elemento rodante tienen mayores diámetros externos que un buje del mismo diámetro interno.
- 20 (8) El uso de un acoplamiento de correa entre el motor impulsor y la columna intermedia permite que el mecanismo se deslice si la cámara o la estructura soporte de la cámara entra en contacto con un obstáculo. El deslizamiento es un mecanismo de autoprotección que evita el daño al dispositivo o los objetos externos si se encuentra un obstáculo significativo. El punto donde la cinta se desliza puede ajustarse aproximadamente (durante la fabricación) variando la tensión de la correa. La autoprotección también se incorpora monitorizando la corriente eléctrica del motor impulsor y cortando la corriente del motor si se excede un valor predefinido.
- 25

Hay diversas alternativas que pueden usarse con estas realizaciones. Por ejemplo, en la realización mostrada en la Figura 1, la altura del recinto 150 cilíndrico supera la altura de la cámara 70 de muestreo, lo que puede afectar negativamente al respiradero 90. La cámara 70 de muestreo está equipada con un respiradero 90 para permitir el equilibrado de la presión entre el interior y el exterior de la cámara 70. El mecanismo 90 de purga depende de ciertos patrones de flujo de aire para funcionar según está diseñado. Si el recinto 150 cilíndrico tiene un impacto sobre los patrones de flujo de aire alrededor del respiradero 90 (por ejemplo, si el recinto 150 cilíndrico produce perturbaciones en el flujo de aire que pueden afectar negativamente a la capacidad del respiradero 90 para equilibrar la presión dentro y fuera de la cámara 70), la altura del recinto 150 cilíndrico puede reducirse o el respiradero 90 puede relocalizarse en un área menos afectada.

30

35

También, en la realización mostrada en la Figura 1, se dirigen cables (por ejemplo cables de señal y potencia eléctrica) al recinto 150 cilíndrico de elevación y rotación. Por consiguiente, estos cables se elevan y giran con el mecanismo. Si los cables son capturados y se enredan en objetos circundantes durante el movimiento de la cámara, puede usarse un riel o guía para dirigir los cables y evitar la potencial captura y enredado. Adicionalmente, en lugar de usar un motor CC, pueden usarse otros mecanismos incluyendo, aunque sin limitación, fuelles neumáticos e hidráulicos. Adicionalmente, en lugar de usar un solo motor para realizar el movimiento tanto traslacional como rotacional, pueden usarse dos motores, uno para cada tipo de movimiento.

40

45 La realización preferida descrita anteriormente usa una geometría de pasador fijo, y el mecanismo primario de elevación y rotación junto con tarjetas de circuitos, el recinto, el motor, etc. se mueven todos arriba y abajo alrededor del pasador de arrastre principal. Aunque esta geometría puede ser la geometría más fácil de sellar, puede usarse una geometría alternativa basada en el mismo principio mecánico. En esta alternativa, los cilindros rotatorios están fijos y se permite que el eje interior realice la rotación y elevación. Esta alternativa eliminaría el aspecto de los cables móviles descrito anteriormente. Adicionalmente, esta alternativa reduciría la masa en movimiento del sistema, disminuyendo de esta manera los requisitos de par de torsión para el motor y mejorando la eficacia mecánica global. Por estas razones, puede preferirse usar esta alternativa de geometría de cilindro fijo respecto a la geometría de cilindro de traslación/rotación descrita anteriormente.

50

55 En otra alternativa, se usa un accionador lineal en lugar de usar el motor de engranajes rotacional descrito anteriormente. (Como se ha analizado anteriormente, puede usarse un mecanismo impulsor de piñón/cadena y un mecanismo de correa trapecoidal). Un accionador lineal comprende un husillo madre integrado con una tuerca delantera y un motor. Los accionadores lineales del HSI mencionado anteriormente utilizan motores paso a paso en lugar de motores CC con escobillas. Durante el funcionamiento, el accionador lineal estaría montado verticalmente en un cilindro anular vertical, con el eje del cilindro y el eje del husillo madre concéntricos. El cilindro tendría dos ranuras diametralmente opuestas a través de las cuales pasaría un pasador horizontal, de un lado del cilindro al lado opuesto. Este pasador estaría fijado rígidamente a la tuerca delantera del motor y tendría un movimiento restringido en las ranuras cortadas en el cilindro. Las ranuras tendrían una porción vertical que consigue el movimiento de elevación y rotación de la fase de elevación. De esta manera, el motor elevaría el pasador verticalmente en la ranura y este movimiento del pasador se transferiría directamente a la cámara.

60

65

5 La fase de rotación del movimiento se consigue girando la ranura vertical después de una distancia de elevación prescrita en la ranura helicoidal alrededor del eje del cilindro. La ranura helicoidal provocaría que el pasador gire alrededor del eje del cilindro a medida que se traslada verticalmente, siendo empujado o arrastrado por el accionador lineal. Un ángulo de inclinación helicoidal grande provocaría que el pasador girara lentamente durante la traslación ascendente y/o descendente. Un ángulo de inclinación helicoidal más pequeño provocaría una mayor rotación para la misma traslación. Hay también consideraciones de ventaja mecánica cuando se selecciona un ángulo de inclinación apropiado.

10 Una ventaja de esta alternativa es que la mitad del mecanismo podría adquirirse como un conjunto directamente de HSI. Hay ahorros de coste significativos para la adquisición de este conjunto integrado frente a la adquisición de las partes componentes. Sin embargo, en esta alternativa, la traslación vertical consigue la fase de rotación. Sin traslación vertical, no hay mecanismo para conseguir la rotación aquí. Pueden usarse ángulos de inclinación helicoidales cercanos a 45 grados para aprovechamiento de velocidad y mecánico. Sin embargo, a estos ángulos de inclinación helicoidales, el mecanismo puede ser muy alto. Puesto que la altura del mecanismo puede ensombrecer potencialmente el área de muestreo, el tamaño y el peso del impulsor, e interferir potencialmente con los patrones de flujo de aire alrededor del respiradero de la cámara, se prefiere la realización de motor de engranajes rotacional descrito anteriormente. Usando un motor de engranajes rotacional en lugar de un accionador lineal, la realización preferida descrita anteriormente permite un desacoplamiento entre la fase de elevación y la fase de rotación del movimiento. La fase de rotación ya no requiere más la traslación requerida en el accionador lineal alternativo. De esta manera, la realización preferida descrita anteriormente minimiza la altura de la columna impulsora desacoplando la fase de elevación y la fase de rotación y consigue ambos movimientos con un solo motor impulsor que funciona a velocidad constante.

25 Finalmente, debe observarse que la expresión "mecanismo de elevación y rotación" se usa en este documento para hacer referencia a cualquier conjunto adecuado que pueda elevar y hacer girar la cámara. La expresión "mecanismo de elevación y rotación" en las reivindicaciones no debería estar limitada a los diseños específicos mostrados y descritos en estas realizaciones y no se pretende que sea una cláusula de "medios más funciones".

30 Se pretende que la descripción detallada anterior se entienda como una ilustración de las formas seleccionadas que la invención puede tomar y no como una definición de la invención. Solo las siguientes reivindicaciones, que incluyen todos los equivalentes, pretenden definir el alcance de esta invención.

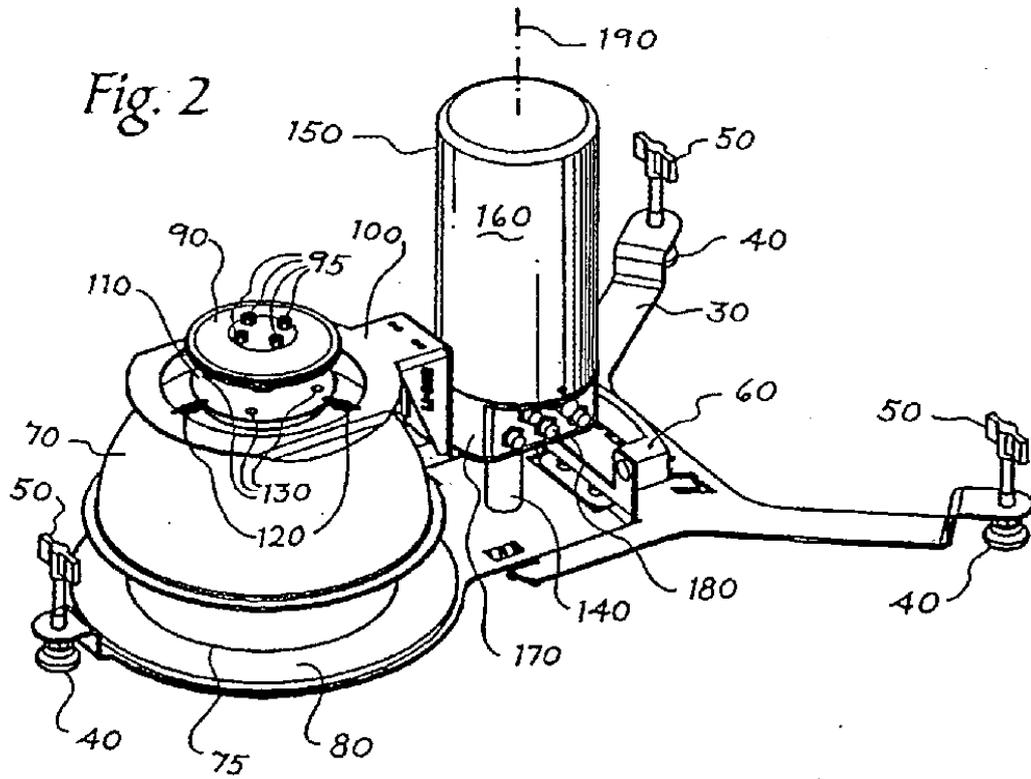
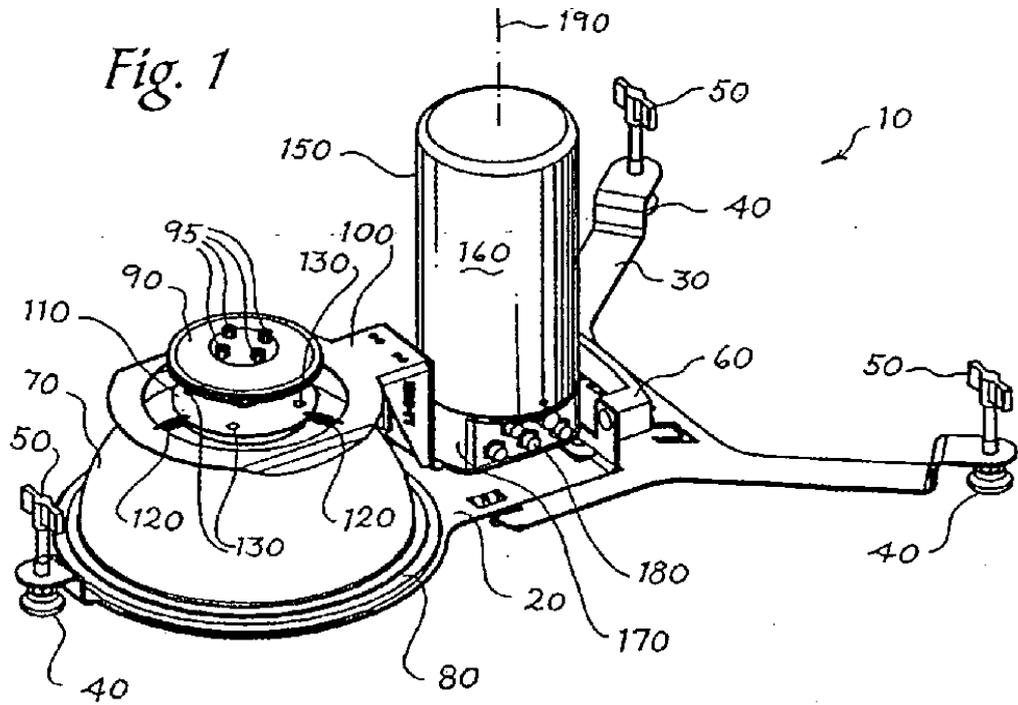
REIVINDICACIONES

1. Un conjunto (10) de cámara de flujo de gas que comprende:
 - 5 un casquillo (75) de suelo;
una cámara (70); y
un medio para mover la cámara (70) de una primera posición donde la cámara (70) está situada sobre el casquillo (75) de suelo a una segunda posición donde la cámara (70) está situada fuera de un área por encima del casquillo (75) de suelo por elevación de la cámara (70) desde el casquillo (75) de suelo y rotación de la cámara (70) alrededor de un eje rotacional sustancialmente paralelo al casquillo (75) de suelo fuera del área por encima del casquillo (75) de suelo;
10 donde el medio para mover la cámara (70) comprende un mecanismo de elevación y rotación.
2. Un conjunto (10) de cámara de flujo de gas de acuerdo con la reivindicación 1, donde el medio para mover la cámara (70) comprende:
 - 15 una primera columna (140) cilíndrica que comprende un orificio (145);
una segunda columna (300) cilíndrica anular instalada alrededor de la primera columna (140) cilíndrica, donde la segunda columna (300) cilíndrica comprende una ranura helicoidal;
20 una tercera columna (310) cilíndrica anular instalada alrededor de la segunda columna (300) cilíndrica, comprendiendo la tercera columna (310) cilíndrica una ranura con forma de L; y
un pasador (330) que pasa a través de la ranura con forma de L, la ranura helicoidal y el orificio.
3. Un conjunto (10) de cámara de flujo de gas de acuerdo con la reivindicación 2, donde la ranura helicoidal
25 comprende dos ángulos de inclinación diferentes, uno de los cuales está acoplado con el pasador (330) durante la elevación y otro de los cuales está acoplado durante la rotación.
4. Un conjunto (10) de cámara de flujo de gas de acuerdo con la reivindicación 2 o la reivindicación 3, donde la
30 segunda columna (300) cilíndrica anular comprende una primera polea (305), y donde el medio para mover la cámara (70) comprende adicionalmente un motor (350), una segunda polea (380) acoplada con el motor (350) y una correa (360) que acopla la primera polea (305) y la segunda polea (350).
5. Un conjunto (10) de cámara de flujo de gas de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, donde la
35 segunda y tercera columnas (300, 310) cilíndricas anulares están fijas durante los movimientos de elevación y rotación, y la primera columna (140) cilíndrica realiza los movimientos de elevación y rotación.
6. Un conjunto (10) de cámara de flujo de gas de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, donde la
40 primera columna (140) cilíndrica está fija durante los movimientos de elevación y rotación y la segunda y tercera columnas (300, 310) cilíndricas anulares realizan los movimientos de elevación y rotación.
7. Un conjunto (10) de cámara de flujo de gas de acuerdo con la reivindicación 1, donde el medio para mover la
cámara (70) comprende un accionador lineal y un cilindro (300) con una ranura helicoidal.
8. Un conjunto (10) de cámara de flujo de gas de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que
45 comprende adicionalmente un disco (110) de muelles acoplado con la cámara (70), una estructura (100) de soporte de cámara acoplada con el medio para mover la cámara (70); y una pluralidad de muelles (120) que acoplan el disco (110) de muelles con la estructura (100) de soporte de la cámara.
9. Un conjunto (10) de cámara de flujo de gas de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que
50 comprende adicionalmente un sello (80) del casquillo localizado entre el casquillo (75) de suelo y la cámara (70) cuando la cámara (70) está en la primera posición.
10. Un conjunto (10) de cámara de flujo de gas de acuerdo con la reivindicación 1, donde el medio para mover la
cámara (70) comprende accionamiento neumático.
- 55 11. Un conjunto (10) de cámara de flujo de gas de acuerdo con la reivindicación 1, donde el medio para mover la cámara (70) comprende accionamiento hidráulico.
12. Un conjunto (10) de cámara de flujo de gas de acuerdo con la reivindicación 1, donde el medio para mover la
60 cámara (70) comprende accionamiento por cadena.
13. Un conjunto (10) de cámara de flujo de gas de acuerdo con la reivindicación 1, donde el medio para mover
comprende accionamiento por correa trapezoidal.
- 65 14. Un método para su uso con un conjunto (10) de cámara de flujo de gas de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende un casquillo (75) de suelo y una cámara (70), comprendiendo el método

las etapas de:

- (a) proporcionar un conjunto (10) de cámara de flujo de gas con la cámara situada sobre el casquillo (75) de suelo;
- 5 (b) elevar la cámara (70) del casquillo (75) de suelo; y
- (c) hacer girar la cámara (70) alrededor de un eje rotacional sustancialmente paralelo al casquillo (75) de suelo fuera de un área por encima del casquillo de suelo.

10



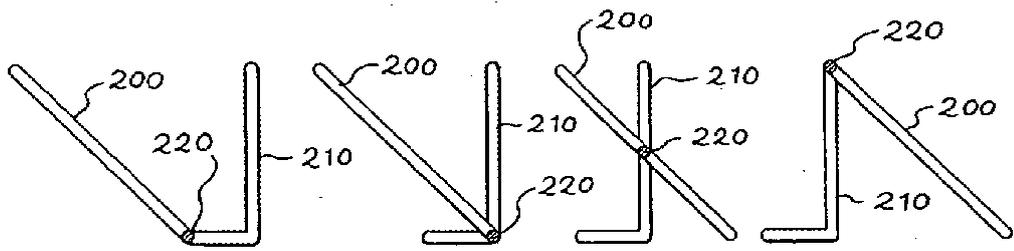
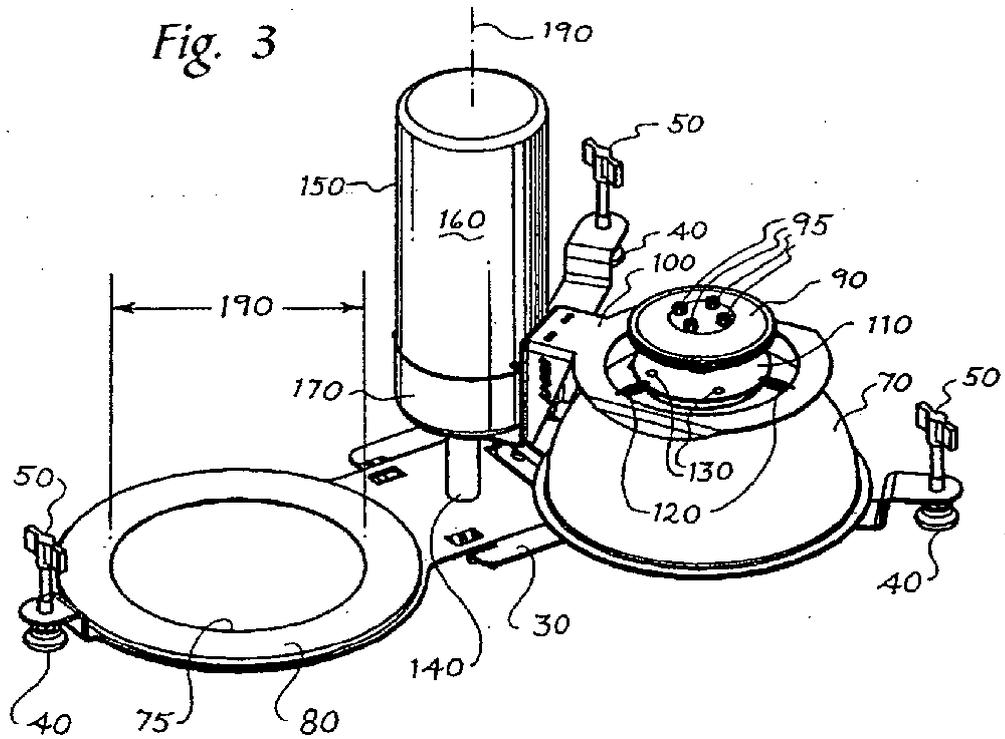


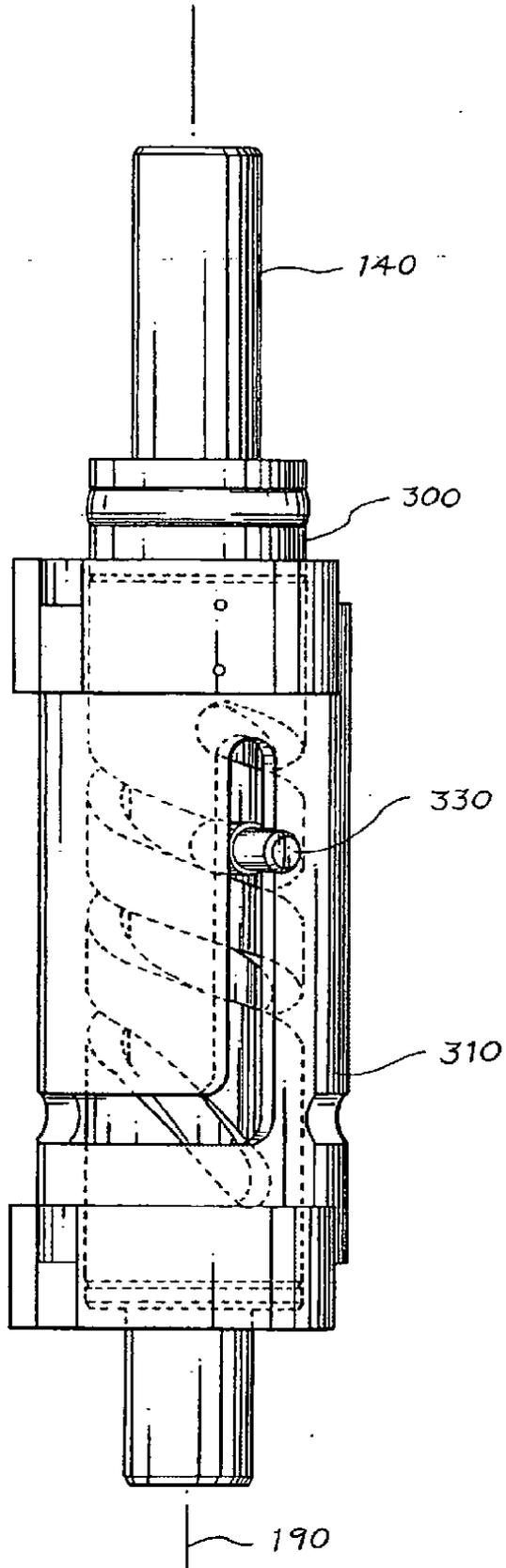
Fig. 4A

Fig. 4B

Fig. 4C

Fig. 4D

Fig. 5



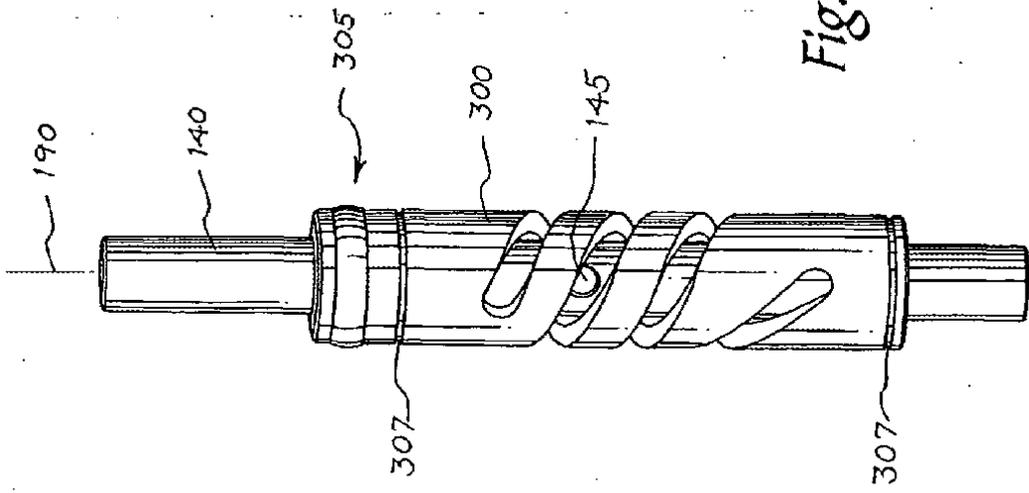


Fig. 7

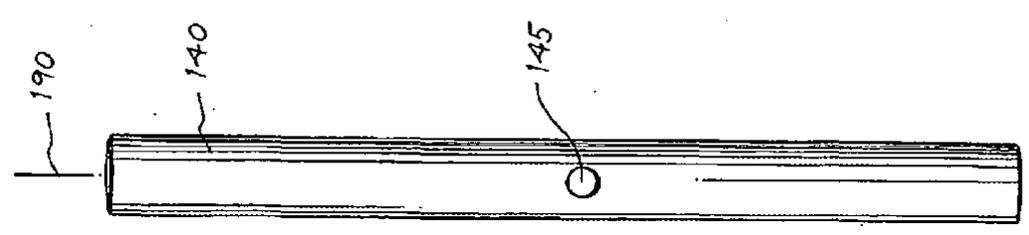


Fig. 6

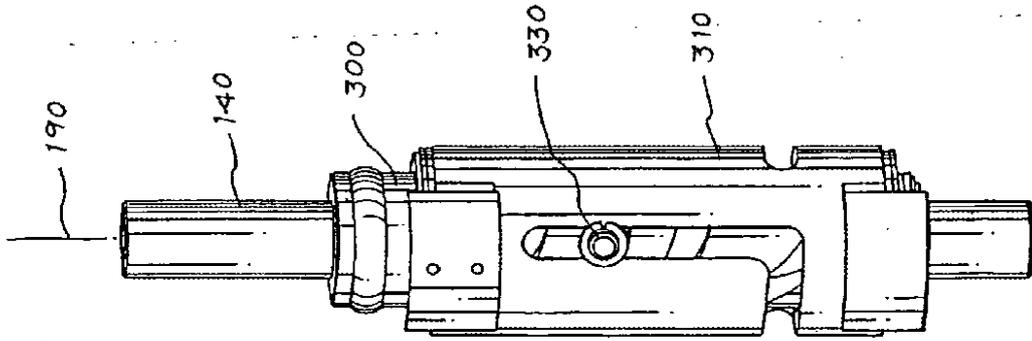


Fig. 9

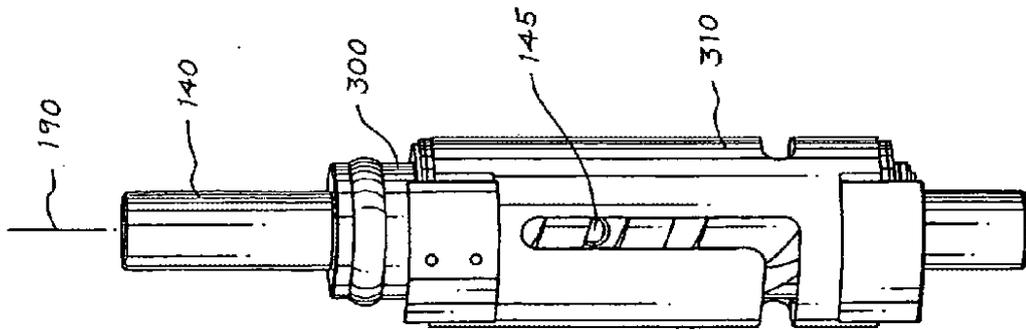


Fig. 8

