

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 820 149**

51 Int. Cl.:

A61H 31/00 (2006.01)

A61H 7/00 (2006.01)

A61H 9/00 (2006.01)

A61H 23/00 (2006.01)

A61H 23/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.03.2013** **PCT/US2013/000094**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.10.2013** **WO13147964**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.03.2013** **E 13769298 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.08.2020** **EP 2830568**

54 Título: **Aparato y método de aplicación de impulsos a un cuerpo**

30 Prioridad:

27.03.2012 US 201213431956

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

19.04.2021

73 Titular/es:

ELECTROMED, INC. (100.0%)
500 Sixth Avenue NW
New Prague, MN 56071, US

72 Inventor/es:

HANSEN, CRAIG N. y
CROSS, PAUL C.

74 Agente/Representante:

LLAGOSTERA SOTO, María Del Carmen

ES 2 820 149 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Aparato y método de aplicación de impulsos a un cuerpo

REFERENCIA CRUZADA A LA SOLICITUD RELACIONADA

Ninguna.

5 CAMPO DE LA INVENCION

La invención se refiere a un dispositivo médico operable con una prenda de terapia torácica para aplicar fuerzas de compresión repetitivas al cuerpo de una persona con el fin de ayudar a la circulación sanguínea, aflojar y eliminar la mucosidad de los pulmones y la tráquea y aliviar las tensiones musculares y nerviosas.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

- 10 La eliminación de la mucosidad del tracto respiratorio en individuos sanos se logra principalmente por la acción mucociliar normal del cuerpo y la tos. En condiciones normales, estos mecanismos son muy eficientes. El deterioro del sistema de transporte mucociliar normal o la hipersecreción de moco respiratorio da como resultado una
- 15 acumulación de moco y detritos en los pulmones y puede causar complicaciones médicas graves como hipoxemia, hipercapnia, bronquitis crónica y neumonía. Estas complicaciones pueden tener como resultado una disminución de la calidad de vida o incluso convertirse en una causa de muerte. La eliminación anormal del moco respiratorio es una manifestación de muchas afecciones médicas como por ejemplo tos ferina, fibrosis quística, atelectasia, bronquiectasia, enfermedad pulmonar cavitada, deficiencia de vitamina A, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, asma, síndrome de cilios inmóviles y afecciones neuromusculares. La exposición al humo de los cigarrillos, los elementos contaminantes del aire y las infecciones víricas también afectan negativamente la función mucociliar.
- 20 Los pacientes posquirúrgicos, las personas paralizadas y los recién nacidos con síndrome de dificultad respiratoria también presentan un transporte mucociliar reducido.

- 25 La fisioterapia torácica ha tenido una larga historia de eficacia clínica y normalmente forma parte de los regímenes médicos estándar para mejorar el transporte de moco respiratorio. La fisioterapia torácica puede incluir manipulación mecánica del tórax, drenaje postural con vibración, tos dirigida, ciclo activo de respiración y drenaje autógeno. La manipulación externa del pecho y el entrenamiento conductual respiratorio son prácticas aceptadas. Los diversos métodos de fisioterapia torácica para mejorar el aclaramiento de la mucosidad se combinan con frecuencia para una eficacia óptima y el médico que lleva a cabo el tratamiento lo individualiza prescriptivamente para cada paciente.

- 30 La fibrosis quística (FQ) es la enfermedad genética hereditaria potencialmente mortal más común entre los caucásicos. El defecto genético interrumpe la transferencia de cloruro dentro y fuera de las células, lo que hace que el moco normal de las glándulas exocrinas se vuelva muy espeso y pegajoso, bloqueando eventualmente los conductos de las glándulas en el páncreas, los pulmones y el hígado. La alteración de las glándulas pancreáticas evita la secreción de importantes enzimas digestivas y provoca problemas intestinales que pueden llevar a la desnutrición. Además, la mucosidad espesa se acumula en las vías respiratorias de los pulmones, provocando
- 35 infecciones crónicas, cicatrices y disminución de la capacidad vital. La tos normal no es suficiente para eliminar estos depósitos de moco. La FQ suele aparecer durante los primeros 10 años de vida, a menudo en la infancia. Hasta hace poco, no se esperaba que los niños con FQ vivieran hasta la adolescencia. Sin embargo, con los avances en la suplementación con enzimas digestivas, la terapia antiinflamatoria, la fisioterapia torácica y los antibióticos, la esperanza de vida media ha aumentado a 30 años y algunos pacientes llegan a los 50 años o más.
- 40 La FQ se hereda a través de un gen recesivo, lo que significa que, si ambos padres son portadores del gen, hay un 25 por ciento de probabilidades de que un hijo tenga la enfermedad, un 50 por ciento de probabilidades de que sea portador y un 25 por ciento de probabilidades de que no se vea afectado genéticamente. Algunas personas que heredan genes mutados de ambos padres no desarrollan la enfermedad. La progresión normal de la FQ incluye problemas gastrointestinales, retraso del crecimiento, infecciones pulmonares repetidas y múltiples y muerte por
- 45 insuficiencia respiratoria. Si bien algunas personas experimentan síntomas gastrointestinales graves, la mayoría de las personas con FQ (90 por ciento) finalmente sucumben a problemas respiratorios.

Prácticamente todas las personas con fibrosis quística (FQ) requieren terapia respiratoria como parte diaria de su régimen de atención. La acumulación de moco espeso y pegajoso en los pulmones obstruye las vías respiratorias y atrapa las bacterias, proporcionando un entorno ideal para las infecciones respiratorias y la inflamación crónica.

Esta inflamación provoca una cicatrización permanente del tejido pulmonar, lo que reduce la capacidad de los pulmones para absorber oxígeno y, en última instancia, mantener la vida. La terapia respiratoria debe realizarse, incluso cuando la persona se sienta bien, para prevenir infecciones y mantener la capacidad vital. Tradicionalmente, los proveedores de atención realizan fisioterapia torácica (CPT) de una a cuatro veces al día. El CPT consiste en una persona acostada en una de las doce posiciones mientras un cuidador "aplaude" o golpea el pecho y la espalda sobre cada lóbulo del pulmón. Para tratar todas las áreas del pulmón en las doce posiciones, es necesario golpear durante media hora a tres cuartos de hora junto con la terapia de inhalación. La CPT despeja el moco sacudiendo las secreciones sueltas de las vías respiratorias a través de percusiones en el pecho y drenando el moco suelto hacia la boca. Se requiere tos activa para eliminar finalmente el moco suelto. La CPT requiere la ayuda de un cuidador, a menudo un miembro de la familia, o en su caso una enfermera o un terapeuta respiratorio si no hay ninguno disponible. Es un proceso físicamente agotador tanto para la persona con FQ como para el cuidador. El incumplimiento de los protocolos prescritos por el paciente y el cuidador es un problema bien reconocido que hace que este método sea ineficaz. La eficacia de la CPT también es muy sensible a la técnica y se degrada a medida que el donante se cansa. El requisito de que haya una segunda persona disponible para realizar la terapia limita gravemente la independencia de la persona con FQ.

Las personas confinadas en camas y sillas que tienen afecciones respiratorias adversas, como por ejemplo la FQ y la terapia de limpieza de las vías respiratorias, son tratadas con dispositivos de impulsos a presión que someten el tórax de la persona a impulsos a presión de alta frecuencia para ayudar a las funciones respiratorias pulmonares y la circulación sanguínea. Los dispositivos de impulsos a presión están acoplados operativamente a prendas de terapia torácica adaptadas para ser llevadas alrededor de la parte superior del cuerpo de la persona. En aplicaciones hospitalarias, clínicas médicas y de atención domiciliaria, las personas requieren prendas torácicas desechables de fácil aplicación y de bajo costo conectables a dispositivos portátiles de impulsos de aire a presión que pueden ubicarse selectivamente junto al lado izquierdo o derecho de las personas.

Se han utilizado dispositivos artificiales de impulsos a presión para aplicar y aliviar la presión sobre el tórax de una persona para ayudar en las funciones de respiración pulmonar y para aflojar y eliminar la mucosidad de los pulmones de las personas con FQ. Someter el pecho y los pulmones de la persona a impulsos a presión o vibraciones disminuye la viscosidad del moco de los pulmones y del conducto de aire, lo que mejora la movilidad de los fluidos y la eliminación de los pulmones. El documento de patente estadounidense US7770479 B2 se dirige a un dispositivo médico y un método para aplicar fuerzas de compresión repetitivas al cuerpo de una persona con el fin de ayudar a la circulación sanguínea, aflojar y eliminar la mucosidad de los pulmones de una persona y aliviar las tensiones musculares y nerviosas.

Un ejemplo de un método y dispositivo de impulsos a un cuerpo descrito por C. N. Hansen, en la patente de EE.UU. nº 6.547.749, tiene una caja que aloja un generador de impulsos y presión de aire. Una empuñadura montada de manera pivotante en la caja se utiliza como agarre manual para facilitar el transporte del generador. Una persona debe llevar el estuche, incluido el generador, a diferentes lugares para proporcionar tratamiento a las personas que necesitan terapia respiratoria. Estos dispositivos utilizan chalecos que tienen vejigas para aire que rodean el pecho de las personas. Un ejemplo de un chaleco utilizado con un dispositivo de impulsos a un cuerpo lo describen C. N. Hansen y L. J. Helgeson en la patente de EE.UU. nº 6.676.614. El chaleco se utiliza con un generador de impulsos y presión de aire. En la técnica anterior se describen mecanismos mecánicos, como por ejemplo válvulas de aire accionadas por solenoide o motor, fuelles y pistones para suministrar aire a presión a los diafragmas y vejigas en un patrón o impulsos regulares. Los controles operados manualmente se utilizan para ajustar la presión del aire y la frecuencia del impulso de aire para cada tratamiento de persona y durante el tratamiento. La vejiga que se coloca alrededor del tórax de la persona con FQ comprime y libera repetidamente el tórax a frecuencias de hasta 25 ciclos por segundo. Cada compresión produce una ráfaga de aire a través de los lóbulos de los pulmones que corta las secreciones de los lados de las vías respiratorias y las impulsa hacia la boca, donde pueden eliminarse con la tos normal. Se describen ejemplos de dispositivos médicos de compresión torácica en las siguientes patentes estadounidenses.

W. J. Warwick y L. G. Hansen, en las Patentes de Estados Unidos Nº 4.838.263 y 5.056.505, describen un aparato de compresión torácica que tiene un chaleco para el pecho que rodea el pecho de una persona. Una válvula rotativa impulsada por motor ubicada en una carcasa ubicada sobre una mesa permite que el aire fluya hacia el chaleco y ventile el aire del mismo para aplicar impulsos presurizados al pecho de la persona. Un sistema de bombeo por impulsos alternativo tiene un par de fuelles conectados a un cigüeñal con bielas que funcionan con un motor eléctrico de CC. La velocidad del motor se regula con un controlador para controlar la frecuencia de los impulsos de presión aplicados al chaleco. El paciente controla la presión del aire en el chaleco abriendo y cerrando el extremo de un tubo de ventilación. El aparato debe ser transportado por una persona a diferentes lugares para proporcionar tratamiento a personas que necesiten terapia respiratoria.

M. Gelfand en la patente de EE.UU. nº 5.769.800 describe un diseño de chaleco para un sistema de reanimación cardiopulmonar que tiene una unidad de control neumático equipada con ruedas para permitir que la unidad de control se mueva a lo largo de una superficie de apoyo.

N. P. Van Brunt y D. J. Gagne en las Patentes de Estados Unidos nº 5.769.797 y 6.036.662 describen un dispositivo de compresión torácica oscilante que tiene un generador de impulsos de aire que incluye una pared con una cámara de aire y un diafragma montado en la pared y expuesto a la cámara de aire. Una varilla conectada de forma pivotante al diafragma y conectada de forma rotativa a un cigüeñal transmite fuerza al diafragma durante la rotación del cigüeñal. Un motor eléctrico impulsa el cigüeñal a velocidades controladas seleccionadas para regular la frecuencia de los impulsos de aire generados por el diafragma en movimiento. Un soplador suministra aire a la cámara de aire para mantener una presión positiva por encima de la presión atmosférica del aire en la cámara. Los controles de los motores que mueven el diafragma y hacen girar el ventilador responden a los impulsos de aire a presión y a la presión del aire en la cámara de aire. Estos controles tienen sistemas de retroalimentación sensibles al impulso de aire y a la presión del aire que regulan las velocidades de funcionamiento de los motores para controlar la frecuencia del impulso y la presión del aire en el chaleco. El generador de impulsos de aire es una unidad móvil que tiene una empuñadura y un par de ruedas.

C. N. Hansen en la patente de EE.UU. nº 6.547.749 también describe un aparato de impulsos a un cuerpo que tiene diafragmas conectados operativamente a un motor de corriente continua para generar impulsos de aire a presión dirigidos a un chaleco que somete el cuerpo de una persona a fuerzas de presión de alta frecuencia. Un primer control manual opera para controlar la velocidad del motor con el fin de regular la frecuencia de los impulsos de presión de aire. Un segundo control manual opera una válvula de control de flujo de aire para ajustar la presión del aire dirigido al chaleco regulando de esta forma la presión del chaleco sobre el cuerpo de la persona. Un aumento o disminución de la velocidad del motor cambia la frecuencia de los impulsos de presión del aire y la presión del chaleco sobre el cuerpo de la persona. El segundo control manual debe ser utilizado por la persona o el cuidador para ajustar la presión del chaleco con el fin de mantener una presión seleccionada en el chaleco.

C. N. Hansen, P. C. Cross y L. H. Helgeson en la Patente de Estados Unidos nº 7.537.575 describen un método y aparato para aplicar presión e impulsos a presión de alta frecuencia a la parte superior del cuerpo de una persona. Una primera memoria programable por el usuario controla el tiempo de funcionamiento de un motor que hace funcionar el aparato para controlar la duración del suministro de aire a presión y los impulsos de presión de aire a un chaleco ubicado alrededor de la parte superior del cuerpo de la persona. Una segunda memoria programable por el usuario controla la velocidad del motor para regular la frecuencia de los impulsos de presión de aire dirigidos al chaleco. Una válvula de control de flujo de aire operada manualmente ajusta la presión del aire dirigido al chaleco regulando de esta forma la presión del chaleco en la parte superior del cuerpo de la persona. Un aumento o disminución de la velocidad del motor cambia la frecuencia de los impulsos de presión de aire y cambia la presión del chaleco en la parte superior del cuerpo de la persona. La persona o el cuidador deben utilizar la válvula de control de flujo de aire operada manualmente para mantener una presión seleccionada del chaleco. La presión del chaleco no está programada para mantener una presión de aire del chaleco seleccionada.

N. P. Van Brunt y M. A. Weber en la patente de Estados Unidos nº 7.121.808 describen un generador de impulsos de aire de alta frecuencia que tiene un módulo de impulsos de aire con un motor eléctrico. El módulo incluye un primer y un segundo conjunto de diafragma accionados con un cigüeñal conectado operativamente al motor eléctrico. El módulo de impulsos de aire hace oscilar el aire en un patrón de forma de onda sinusoidal dentro del conjunto de la cámara de aire a una frecuencia seleccionada. Se establece una presión de aire en estado estable en la cámara de aire con un soplador accionado por medio de un motor eléctrico separado. Un tablero de control lleva circuitos electrónicos para controlar el funcionamiento del módulo de impulso de aire. La estructura de disipación de calor se utiliza para maximizar la liberación de calor del calor generado por los circuitos electrónicos y los motores eléctricos.

RESUMEN DE LA INVENCION

La invención es un dispositivo médico y un método para administrar oscilaciones de la pared torácica de alta frecuencia para promover la limpieza de las vías respiratorias y mejorar el drenaje bronquial en seres humanos.

Los componentes principales del dispositivo incluyen un generador de impulsos de aire con controles de tiempo, una frecuencia y una presión programables por el usuario, una prenda torácica inflable por aire y una manguera flexible que acopla el generador de impulsos de aire con la prenda torácica para transmitir la presión del aire y los impulsos a presión desde el generador de impulsos de aire a la prenda torácica. El generador de impulsos de aire tiene un conjunto de desplazador de aire que proporciona un desplazamiento constante y positivo de aire, presión de aire y flujo de aire a la prenda torácica. El conjunto de desplazador de aire tiene dos elementos rígidos de una pieza o desplazadores que se mueven angularmente entre sí para extraer aire de una válvula de control de flujo

de aire y descargar impulsos de presión de aire a frecuencias seleccionadas a la prenda torácica. Un conjunto de desplazador de aire alternativo tiene un desplazador rígido de una pieza que se mueve angularmente para extraer aire de una válvula de control de flujo de aire y descargar impulsos de presión de aire a frecuencias seleccionadas a la prenda torácica para someter la pared torácica de una persona a oscilaciones de alta frecuencia. No se utilizan diafragmas ni elementos elásticos en el conjunto del desplazador de aire. Un sistema de accionamiento de potencia que incluye transmisiones de potencia de cigüeñal excéntrico separado mueve angularmente los desplazadores rígidos en direcciones opuestas. Estas transmisiones de potencia de cigüeñales excéntricos son impulsadas por un motor eléctrico de velocidad variable regulado con un controlador programable. El generador de impulsos de aire se muestra montado en un pedestal portátil que tiene ruedas que permiten que el generador se mueva a diferentes lugares para proporcionar tratamientos terapéuticos a varias personas. El pedestal portátil permite que el generador de impulsos de aire se ubique junto a lados opuestos de una persona confinada a una cama o a una silla. El pedestal incluye un elevador lineal que permite ajustar la elevación o altura del generador de impulsos de aire para adaptarse a diferentes lugares y personas. La prenda de terapia torácica tiene una vejiga flexible alargada o un núcleo de aire que tiene una o una pluralidad de cámaras alargadas generalmente paralelas para alojar aire.

Un conector de entrada de aire unido a una parte inferior del núcleo de aire está acoplado de forma liberable a una manguera flexible unida a la salida de impulsos de aire del generador de impulsos de aire. La prenda de terapia torácica puede ser reversible con un solo conector de entrada de aire al que se puede acceder desde cualquier lado de la cama o silla de una persona. El generador de impulsos de aire incluye una carcasa que soporta los controles del generador de impulsos de aire para un uso conveniente. Los controles del generador de impulsos de aire incluyen un panel de control que tiene controles interactivos con el usuario para activar un programa de memoria electrónica con el fin de regular el tiempo o la duración de funcionamiento del generador de impulsos de aire, la frecuencia de los impulsos de aire y la presión de los impulsos de aire dirigidos a la prenda de la terapia.

La presión del aire establecida por el generador de impulsos de aire se coordina con la frecuencia de los impulsos de aire por lo que la presión del aire se mantiene sustancialmente a una presión seleccionada cuando se cambia la frecuencia de impulsos.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 es una vista en perspectiva de una prenda de terapia torácica ubicada alrededor del tórax de una persona conectada con una manguera a un generador de impulsos de aire montado en un pedestal;

La Figura 2 es una vista en alzado frontal, parcialmente seccionada, de la prenda de terapia torácica de la Figura 1 ubicada alrededor del tórax de una persona;

La Figura 3 es una vista en sección ampliada del lado derecho de la prenda de terapia torácica de la Figura 2 en el tórax de una persona;

La Figura 4 es un diagrama del sistema de control programable por parte del usuario para el generador de impulsos de aire de la Figura 1;

La Figura 5 es una vista en planta superior del generador de impulsos de aire;

La Figura 6 es una vista en alzado frontal del generador de impulsos de aire mostrado en la Figura 5;

La Figura 7 es una vista de extremo en alzado del extremo derecho del generador de impulsos de aire mostrado en la Figura 5;

La Figura 8 es una vista de extremo en alzado del extremo izquierdo del generador de impulsos de aire mostrado en la Figura 5;

La Figura 9 es una vista en sección tomada a lo largo de la línea 9-9 de la figura 6;

La Figura 10 es una vista en perspectiva del conjunto de desplazador de impulsos de aire del generador de impulsos de aire de la figura 5;

La Figura 11 es una vista en sección tomada a lo largo de la línea 11-11 de la figura 9;

La Figura 12 es una vista en sección ampliada tomada a lo largo de la línea 12-12 de la figura 9;

La Figura 13 es una vista en perspectiva del generador de impulsos de aire de la Figura 5 con partes de la carcasa retiradas;

La Figura 14 es una vista en perspectiva tomada a lo largo de la línea 14-14 de la Figura 9;

5 La Figura 15 es una vista en sección tomada a lo largo de la línea 15-15 de la Figura 5 que muestra el conjunto de desplazador de impulsos de aire en la posición cerrada;

La Figura 16 es una vista en sección similar a la Figura 15 que muestra el conjunto de desplazador de impulsos de aire en la posición abierta;

10 La Figura 17 es una vista en perspectiva de un conjunto de transmisión de potencia alternativo para hacer girar los cigüeñales que mueven angularmente los desplazadores del conjunto de desplazador de impulsos de aire; y

La Figura 18 es una vista en alzado del extremo derecho del conjunto de transmisión de potencia de la Figura 17.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

15 Un aparato de aplicación de impulsos al cuerpo humano 10 para aplicar impulsos de presión de alta frecuencia a la pared torácica de una persona, que se muestra en la Figura 1, comprende un generador de impulsos de aire 11 que tiene una carcasa 12. Un pedestal móvil 29 soporta el generador 11 y la carcasa 12 sobre una superficie, como por ejemplo un suelo. El pedestal 29 permite a los terapeutas respiratorios y a las personas que atienden a los
20 a varias personas que necesitan terapia respiratoria y a ubicaciones de almacenamiento. El generador de impulsos de aire 11 puede separarse del pedestal 29 y utilizarse para proporcionar terapia respiratoria a partes del cuerpo de una persona.

El aparato de aplicación de impulsos al cuerpo humano 10 es un dispositivo utilizado con una prenda de terapia torácica 30 para aplicar presión e impulsos de presión repetitivos de alta frecuencia al tórax de una persona con el
25 fin de proporcionar terapia de eliminación de secreciones y mucosidades. La eliminación del moco respiratorio se aplica a muchas afecciones médicas, como tos ferina, fibrosis quística, atelectasia, bronquiectasia, enfermedad pulmonar cavitada, deficiencia de vitamina A, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, asma y síndrome de cilios inmóviles. Los pacientes posquirúrgicos, las personas paralizadas y los recién nacidos con síndrome de dificultad respiratoria tienen transporte mucociliar reducido. El generador de impulsos de aire 11 a través de la manguera 61
30 proporciona oscilaciones de alta frecuencia de la pared torácica o impulsos al tórax de una persona para mejorar la mucosidad y la limpieza de las vías respiratorias en una persona con transporte mucociliar reducido. Los impulsos de presión de alta frecuencia sometidos al tórax además de proporcionar terapia respiratoria a los pulmones y la tráquea de una persona.

Tal como se muestra en las Figuras 1 y 4, la carcasa 12 es un elemento generalmente rectangular que tiene una
35 pared frontal 13 y paredes laterales 26 y 27 unidas a una pared superior 16. Un elemento arqueado 17 que tiene una empuñadura horizontal 18 extendida sobre la pared superior 16 está unido a partes opuestas de la pared superior 16 por lo que la empuñadura 18 puede utilizarse para transportar manualmente el generador de impulsos de aire 11 y facilitar el montaje del generador de impulsos de aire 11 en el pedestal 29. Un panel de control 23
40 montado en la pared superior 16 tiene controles interactivos 24 para programar el tiempo, la frecuencia y la presión del aire dirigido a la prenda terapéutica 30. Se pueden usar otros dispositivos de control, incluidos interruptores y diales, para programar el tiempo, la frecuencia y la presión del aire transmitido a la prenda terapéutica 30. Los controles 24 son fácilmente accesibles para los terapeutas respiratorios y el usuario del aparato de impulsos 10.

Las casas de tratamiento privadas, las instalaciones y las clínicas de vida asistida pueden acomodar a varias
45 personas en diferentes habitaciones o ubicaciones que requieran terapia respiratoria u oscilaciones de alta frecuencia de la pared torácica como tratamientos médicos. El generador de impulsos de aire 11 se puede mover manualmente a los lugares requeridos y conectarse con una manguera flexible 61 a una prenda de terapia torácica 30 ubicada alrededor del tórax de una persona. El generador de impulsos de aire 11 puede ubicarse selectivamente junto al lado izquierdo o derecho de una persona 60 que puede estar confinada en una cama o silla.

El pedestal 29 tiene un conjunto de pistón y cilindro vertical 31 accionado por gas montado sobre una base 32 que tiene patas 33, 34, 35, 36 y 37 extendidas hacia fuera. Se pueden utilizar otros tipos de dispositivos lineales expandibles y contráctiles para cambiar la ubicación del generador 11. Las ruedas pivotantes 38 están montadas de forma pivotante en los extremos exteriores de las patas 33-37 para facilitar el movimiento del aparato de aplicación de impulsos al cuerpo 10 a lo largo de una superficie de apoyo. Una o más ruedas 38 están provistas de frenos liberables para sujetar el aparato 10 en una ubicación fija. L. J. Helgeson y Michael W. Larson describen un ejemplo de un pedestal en la patente de EE.UU. nº 7.713.219. El conjunto de pistón y cilindro 31 se puede extender linealmente para elevar el impulsador de aire 10 a una altura conveniente para el terapeuta respiratorio o el usuario. Se utiliza una válvula de control de gas que tiene una palanca anular 39 accionada por el pie para regular la extensión lineal del conjunto de pistón y cilindro 31 y la elevación resultante del impulsador 10. El generador de impulsos de aire 11 puede ubicarse en posiciones entre sus posiciones superior e inferior. La palanca 39 y la válvula de control de gas están operativas asociadas con el extremo inferior del conjunto de pistón y cilindro 31.

Un conjunto de estructura 41 que tiene unos elementos horizontales paralelos 42 y 43 y una plataforma 44 monta la carcasa 12 en la parte superior del conjunto de pistón y cilindro vertical 31. El elemento superior del conjunto de pistón y cilindro 31 está fijado al centro de la plataforma 44. Los extremos opuestos 46 de la plataforma 44 se voltean hacia abajo sobre los miembros horizontales 42 y 43 y se fijan a los mismos con elementos de sujeción 48. Los brazos verticales 51 y 52 en forma de U invertida unidos a los extremos opuestos de los elementos horizontales 42 y 43 están situados junto a las paredes laterales opuestas 26 y 27 de la carcasa 12. Las empuñaduras en forma de U 56 y 57 que están unidas a y se extienden hacia afuera desde los brazos 51 y 52 proporcionan empuñaduras para facilitar el movimiento manual del generador de impulsos de aire 11 y el pedestal 29 en un suelo o alfombra. Un receptáculo eléctrico hembra 58 montado en la pared lateral 27 mira hacia el área rodeada por el brazo 51 de modo que el brazo 51 protege el enchufe macho (que no se muestra) que encaja en el receptáculo 58 para proporcionar energía eléctrica al generador de impulsos de aire 11. Un manguito de salida de aire tubular está montado en la pared lateral 26 de la carcasa 12. La manguera 61 que conduce a la prenda de terapia torácica 30 se hace telescópica dentro de la manguera para permitir que el aire, la presión de aire y los impulsos de aire viajen a través de la manguera 61 hacia la prenda de terapia torácica 30 para aplicar presión e impulsos al cuerpo de una persona.

La prenda de terapia torácica 30, mostrada en la Figura 3, está ubicada alrededor de la pared torácica 69 de la persona en un contacto superficial sustancial con toda la circunferencia de la pared torácica 69. La prenda 30 incluye un núcleo de aire 35 que tiene una o más cámaras encerradas 40 para adaptar los impulsos de aire y el aire a presión. La presión del aire en las cámaras retiene la prenda 30 en firme contacto con la pared torácica 69. El núcleo de aire 35 tiene una pluralidad de orificios que ventilan el aire de las cámaras 40. La prenda de terapia torácica 30 funciona para aplicar repetidos impulsos de presión o compresión de alta frecuencia, mostrados por las flechas 71 y 72, a los pulmones 66 y 67 y la tráquea 68 de la persona. La reacción de los pulmones 66 y 67 y la tráquea 68 a los impulsos de presión provoca una expansión y contracción repetitiva del tejido pulmonar que da como resultado secreciones y terapia de eliminación de moco. La cavidad torácica ocupa solo la parte superior de la caja torácica que contiene los pulmones 66 y 67, el corazón 62, las arterias 63 y 64 y la caja torácica 70. La caja torácica 70 también ayuda en la distribución de los impulsos de presión a los pulmones 66 y 67 y la tráquea 68.

Tal como se muestra en la Figura 4, el generador de impulsos de aire 11 tiene una caja 100 ubicada dentro de la carcasa 12. Un motor eléctrico 101 montado en la caja 100 opera para controlar la duración y frecuencia de los impulsos de aire producidos por el generador 11 y dirigidos a la prenda 30. Se utiliza un sensor 102, como por ejemplo un sensor de efecto Hall, para generar una señal que representa la velocidad de rotación del motor 101. Un regulador de control de velocidad del motor 103 conectado con un cable eléctrico 104 al motor 101 controla la velocidad de funcionamiento del motor 101. Una fuente de alimentación eléctrica 105 conectada al regulador de control de velocidad del motor 103 suministra energía eléctrica al regulador 103 que controla la energía eléctrica al motor eléctrico 101. La fuente de alimentación eléctrica puede ser energía eléctrica de red convencional y / o una batería. Se pueden utilizar otros dispositivos para determinar la velocidad del motor 101 y proporcionar datos de velocidad al controlador 106. Se puede utilizar un control de conmutación sin sensor de un motor de corriente continua trifásica para controlar la velocidad de rotación del motor 101. Un controlador 106 que tiene controles programables por el usuario con componentes de memoria y una tabla de datos de consulta conectada con un cable eléctrico 107 al regulador de control de velocidad del motor 103 controla el tiempo de funcionamiento del motor 101, la velocidad del motor 101 y la presión del aire dirigido a la prenda 30 que se muestra por medio de la flecha 143. La señal generada por el sensor 102 es transmitida por el cable 108 a la tabla de datos de consulta del controlador que coordina la velocidad del motor 101 y la frecuencia resultante del impulso de aire con una presión de aire seleccionada para mantener una presión de aire seleccionada cuando la velocidad del motor 101 y la frecuencia de los impulsos de aire cambia. La tabla de consulta es una matriz de datos digitales de la velocidad del motor 101 y las presiones de aire creadas por el generador de impulsos de aire predeterminado y almacenado en un almacenamiento de programa estático que se inicializa mediante cambios en la velocidad del motor 101 para proporcionar una salida a motor paso a paso 126 con el fin de regular el elemento de control de flujo de aire 122 para mantener una presión de aire predeterminada o seleccionada creada por el generador de impulsos de aire

11. La tabla de consulta puede incluir algoritmos de identificación diseñados para tomar varias entradas de datos y extrapolar una respuesta razonada.

La pantalla 24 del panel de control 23 puede tener tres controles interactivos de usuario 109, 110 y 111. El control 109 es un tiempo o duración de funcionamiento del motor 101. Por ejemplo, el tiempo se puede seleccionar entre 0 y 30 minutos. El control 110 es un regulador de velocidad del motor para controlar la frecuencia del impulso de aire, por ejemplo, entre 5 y 20 ciclos por segundo o Hz. Un cambio de la frecuencia del impulso de aire da como resultado un aumento o una disminución de la presión de aire en la prenda 30. La presión del aire en la prenda 30 se selecciona mediante la utilización del control de presión de aire media o polarizada 111. Los cambios de tiempo, frecuencia y presión pueden modificarse manualmente aplicando presión con los dedos a lo largo de los controles 109, 110 y 111. El panel de control 23 puede incluir un símbolo de inicio 112 operable para conectar el generador de impulsos de aire 11 a una fuente de energía eléctrica externa. Los símbolos 113 y 114 de inicio y de configuración se pueden utilizar para introducir el tiempo, la frecuencia y la presión seleccionados en los datos de memoria del controlador 106. Un cable 116 conecta el controlador 106 con el panel de control 23. Uno o más cables 117 conectan el panel de control 23 al controlador 106 por lo que las señales de tiempo, frecuencia y presión generadas por los controles deslizantes 109, 110 y 111 se transmiten al controlador 106. Se pueden utilizar otros tipos de paneles y dispositivos, incluidos interruptores táctiles en forma de tecnologías resistivas o capacitivas y diales para proporcionar una entrada del usuario al controlador 106.

La presión del aire en la prenda 30 se regula por medio de un primer elemento que se muestra como una válvula de control de flujo de aire proporcional 118 que tiene un orificio variable operable para restringir o bloquear el flujo de aire que entra y sale del generador de impulsos de aire 11. La válvula 118 tiene una estructura 119 que tiene un primer conducto 121 para permitir que el aire fluya a través de la estructura 119. Un elemento de control de flujo de aire o limitador 122 que tiene un extremo extendido hacia el primer conducto regula el flujo de aire a través del conducto 121 hacia el tubo 131. La estructura 119 tiene un segundo conducto de derivación de aire 123 que permite que una cantidad limitada de aire fluya hacia el interior del tubo 131. El aire en el conducto 123 evita el limitador de flujo de aire 122 por lo que una cantidad mínima de aire fluye hacia el generador de impulsos de aire 11 de manera que el tratamiento de terapia mínima no descienda a cero. Un filtro 124 conectado al extremo de entrada de aire de la estructura 119 filtra y permite que el aire ambiente entre y salga de la válvula 118. El limitador de flujo de aire 122 se regula con un segundo elemento mostrado como un motor paso a paso 126. El motor paso a paso 126 tiene puntos de índice establecidos de forma natural llamados pasos que permanecen fijos cuando no hay energía eléctrica aplicada al motor 126. El motor paso a paso 126 está conectado por medio de un cable 127 al controlador 106 que controla el funcionamiento del motor 126. Un ejemplo de una válvula dosificadora controlada por un motor paso a paso se describe por parte de *G. Sing y A. J. Horne* en la Publicación de Solicitud de Patente de EE.UU. nº US 2010/0288364. El control del motor paso a paso es descrito por L. J. Helgeson y M. W. Larson en la Solicitud de Patente Provisional de Estados Unidos nº de Serie 61 / 573.238. Otros tipos de medidores de flujo de aire que tienen controles electrónicos, como por ejemplo una válvula de control de solenoide, una válvula de bola ranurada giratoria o una válvula de disco móvil, pueden utilizarse para regular el flujo de aire al generador de impulsos de aire 11. Un elemento de orificio 128 tiene un conducto longitudinal 129 ubicado en el tubo 131. El elemento de orificio 128 limita el flujo de aire máximo que entra y sale del generador de impulsos de aire 11 para evitar una presión de aire excesiva en la prenda 30.

Tal como se muestra en las Figuras 5 a 9, 11 y 13, la carcasa del generador de impulsos de aire 100 tiene una pared frontal 132 y una pared posterior 133 con las primeras cámaras de bombeo 137 y 140 entre las paredes 132 y 133. Una pared interior 134 y una pared de extremo 136 unidas a extremos opuestos de las paredes 132 y 133 contienen las cámaras 137 y 140. Tal como se aprecia en la Figura 14, la pared interior 134 tiene una pluralidad de pasajes 138 y 139 para permitir que el aire fluya desde la cámara 148 hacia las cámaras 137 y 140. La pared 134 puede tener pasajes, aberturas u orificios adicionales para permitir que el aire fluya desde la cámara 148 hacia las cámaras 137 y 140. La pared de extremo 136 tiene una protuberancia tubular 141 proyectada hacia fuera que tiene un pasaje 142 para permitir que el aire, mostrado por la flecha 143, fluya desde el generador de impulsos de aire 11 hacia la manguera 61 y la prenda 30. La frecuencia de los impulsos del flujo de aire se regula variando la velocidad de funcionamiento del motor 101. La válvula de control del flujo de aire 118 regula en gran medida la presión del aire descargado desde el generador de impulsos de aire 11 a la prenda 30.

Una segunda carcasa 144 unida a la pared interior adyacente 134 contiene una cubierta 146 que contiene una cámara de colector 148, mostrada en las Figuras 9 y 13. Una pluralidad de elementos de sujeción 147 fijan la carcasa 144 y la cubierta 146 a la pared interior 134. Un conector tubular 149 montado en la cubierta 146 y conectado al tubo 131 permite que el aire fluya desde la válvula limitadora de flujo de aire 118 hacia la cámara del colector 148. Los conductos 138 y 139 están abiertos a la cámara del colector 148 y las cámaras de bombeo 137 y 140 para permitir que el aire fluya desde la cámara del colector 148 a las cámaras de bombeo 137 y 140.

Tal como se muestra en las Figuras 9 y 10, un conjunto de desplazador de aire 151 funciona para aspirar aire hacia las cámaras de bombeo 137 y 140. El conjunto de desplazador de aire 151 tiene dos desplazadores de aire rígidos 152 y 153 operables para oscilar o pivotar entre las posiciones primera y segunda con el fin de bombear e impulsar aire dirigido a la prenda 30. El conjunto de desplazador de aire puede ser un único desplazador operable para pivotar entre la primera y la segunda posiciones con el fin de proporcionar impulsos de presión de aire a la prenda 30. El desplazador único incluye las estructuras y funciones del desplazador 152 movido angularmente con la transmisión de potencia 179. Los lados opuestos de la sección posterior 159 del desplazador 152 tienen ejes o pasadores 154 y 156 extendidos hacia fuera. El pasador 154 está montado de forma giratoria con un cojinete 157 en la pared del extremo 136. El pasador 156 está montado de forma giratoria en la pared interior 134 con un cojinete 158. Se puede utilizar un único miembro de pivote para montar de manera pivotante el desplazador 152 en la carcasa 100. El desplazador 152 es un elemento rígido que no cambia su forma geométrica cuando gira alrededor del eje transversal fijo entre las posiciones abierta y cerrada, mostradas en las Figuras 15 y 16. El desplazador 152 tiene una forma generalmente rectangular con un reborde posterior transversal 159 y una sección delantera semicilíndrica 161. Una sección central 162 generalmente plana une el reborde posterior 159 con la sección delantera 161. Toda la periferia exterior tiene un rebajo o ranura 165 que aloja un conjunto de sello 163. Tal como se muestra en la Figura 12, la ranura 165 tiene una forma rectangular abierta al extremo exterior de la sección exterior 161 del desplazador 152. El reborde posterior 159 y la sección intermedia 162 del desplazador 152 tienen cada uno de ellos una ranura 165 para retener el conjunto de sello 163. Tal como se muestra en la Figura 12, el conjunto de sello 163 tiene una nervadura 164 de componente rígido y un componente de espuma elástica de baja densidad 169.

El conjunto de sello 163 comprende una nervadura de polímero de alta densidad 164 ubicada parcialmente en la ranura 165. La superficie exterior de la nervadura 164 está en acoplamiento deslizante con la superficie interior 166 de la pared 134. También hay un acoplamiento deslizante de la nervadura 164 con las superficies internas curvadas cóncavas 167 y 168 de las paredes 132 y 133, tal como se muestra en las Figuras 11 y 14. Volviendo a la Figura 9, el conjunto de sello 163 está en acoplamiento deslizante con las superficies interiores de las paredes 132, 133, 134 y 136. Volviendo a la Figura 12, el componente de espuma del conjunto de sello 163 es un resorte 169 de material de espuma elastomérico de celda cerrada ubicado en la base de la ranura 165. El resorte 169 fuerza a la nervadura 164 a un acoplamiento de sellado con la superficie 166 de la pared 134. La fuerza de empuje del resorte de material de espuma 169 también compensa las tolerancias estructurales y el desgaste de la nervadura 164. Se pueden utilizar otros tipos de sellos y fuerzas de carga de resorte con el desplazador 152 para acoplar las paredes 132, 133, 134 y 136.

Tal como se muestra en la Figura 11, la sección intermedia 162 del desplazador 152 tiene una pluralidad de orificios 171 que proporcionan aberturas que permiten que el aire fluya, que se muestran mediante la flecha 176, desde la cámara 137 a la cámara de impulsos 177 ubicada entre los desplazadores 152 y 153. Una válvula de retención 172 montada en la sección intermedia 162 permite que el aire fluya desde la cámara 137 a la cámara 177 y evita el flujo de aire desde la cámara 177 de regreso a la cámara 137. La válvula de retención 172 es un elemento flexible de una pieza que tiene un vástago 173 presionado en un orificio en la sección intermedia 162 y una brida flexible anular 174 que cubre el fondo de los orificios 171 para evitar el flujo de aire desde la cámara 177 hacia la cámara 137 cuando la presión del aire en la cámara 177 es mayor que la presión del aire en las cámaras 137, 140 y 148. Se pueden utilizar otros tipos y ubicaciones de válvulas de retención para controlar el flujo de aire desde las cámaras 137 y 140 hacia la cámara 148.

Tal como se muestra en las Figuras 9, 10 y 11, el sistema de accionamiento mediante motor incluye un dispositivo anti-retroceso operable sin pérdida de movimiento para mover angularmente el primer y segundo desplazadores entre la primera y la segunda posición. El dispositivo anti-retroceso comprende un brazo 178 ubicado encima de la sección media 162 del desplazador 152. Un primer extremo del brazo 178 está conectado de forma pivotante a un soporte 179 con un pasador de pivote 181. El soporte 179 está sujeto a la sección posterior 159 del desplazador 152. El eje de pivote del pasador 181 es paralelo al eje de pivote de los pasadores 154 y 156. El segundo extremo o extremo frontal 182 del brazo 178 se extiende en una dirección hacia abajo hacia la parte superior de la sección intermedia 162 adyacente a la sección semicilíndrica 161. El extremo frontal 182 tiene un rebajo vertical 183 y una pared inferior 184 separada por encima de la parte superior de la sección intermedia 162 del desplazador 152. Un perno vertical 186 ubicado dentro del rebajo 183 y extendido a través de la pared inferior 184 se enrosca en un orificio 188 en la sección intermedia 162 del desplazador 152. Un resorte helicoidal 187 ubicado entre la cabeza del perno 186 y la pared inferior 184 del brazo 178 empuja y pivota el brazo 178 hacia la parte superior del desplazador 152. El brazo 178 y el resorte helicoidal 187 proporcionan al cigüeñal 189 funciones anti-juego y compensan el desgaste y la expansión térmica. El brazo 178 coopera con un mecanismo de transmisión de potencia 179 para hacer pivotar el desplazador de aire 152 para un movimiento angular entre las posiciones abierta y cerrada.

El mecanismo de transmisión de potencia 189 está asociado operativamente con el desplazador 152 y el brazo 178 para mover angularmente el desplazador 152 para aproximarse y para alejarse del desplazador 153 con el fin de llevar aire a la cámara 137 y comprimir e impulsar aire en la cámara 177. El mecanismo de transmisión de

potencia 189 es un cigüeñal que tiene un eje 191 con un extremo montado de manera giratoria en la placa de extremo 136 con un cojinete 192. El extremo opuesto del eje 191 está montado de forma giratoria sobre la placa interior 134 con un cojinete 193. Se pueden utilizar otras estructuras para montar de forma giratoria el eje 191 en las paredes de la carcasa 134 y 136. El cigüeñal 189 incluye un eje de manivela 194 desplazado del eje de rotación del eje 191. Un primer par de elementos de rodillos cilíndricos 196 que pueden girar montados en el pasador 194 del cigüeñal se acoplan a una primera almohadilla 197 retenida en un rebajo en la sección intermedia 162 del desplazador 152. Un segundo par de elementos de rodillo cilíndricos 198 montados de forma giratoria en el pasador de manivela 194 se acoplan a una segunda almohadilla 199 retenida en un rebajo en la sección intermedia 162 del desplazador 152. Los elementos de rodillo 196 y 198 están separados axialmente en lados opuestos del brazo 178. Tal como se aprecia en la Figura 10, un elemento de rodillo 201 montado de manera giratoria en el centro del pasador de manivela 194 se acopla a la superficie inferior 202 del brazo 178. El elemento de rodillo 201 está separado por encima de la parte superior del desplazador 152. La rotación del eje 191 mueve el eje de manivela 194 en una trayectoria circular por lo que los elementos de rodillo 196 y 198 mueven angularmente el desplazador 152 hacia abajo a la posición cerrada y el elemento de rodillo 201 mueve angularmente el desplazador 152 hacia arriba a la posición abierta. El resorte 187 mantiene el brazo 178 en continuo acoplamiento con el elemento de rodillo 201 y crea fuerzas de reacción en las almohadillas 197 y 199 a través de los elementos de rodillo 196 y 198, eliminando así la holgura, el juego o el movimiento perdido entre el brazo 178 y el elemento de rodillo 201.

El desplazador 153 tiene la misma estructura que el desplazador 152. Los ejes o pasadores 203 montan de forma pivotante la sección posterior del desplazador 153. El eje axial de los pasadores 203 es paralelo al eje axial de los pasadores 154 y 156. Todos los bordes periféricos exteriores del desplazador 153 tienen un sello 204 situado en acoplamiento con las superficies curvas 206 y 207 de la carcasa 101 tal como se muestra en las Figuras 15 y 16 y las superficies interiores de las placas 134 y 136. El sello 204 tiene la misma nervadura y resorte que el sello 163 que se muestra en la Figura 12. La sección central del desplazador 153 tiene orificios asociados con una válvula de retención 208 para permitir que el aire fluya desde la cámara 140 a la cámara de impulsos de aire 177 y evitar que el aire en la cámara 177 fluya de regreso a la cámara 140. La válvula de retención 208 tiene el mismo vástago y la misma brida flexible anular que la válvula de retención 172 que se muestra en la Figura 11. Un brazo 209 conectado de forma pivotante a un soporte 211 fijado a la sección posterior del desplazador 153 está asociado operativamente con un conjunto de transmisión de potencia 212. El conjunto de transmisión de potencia 212 funciona para mover angularmente el desplazador 153 entre las posiciones cerrada y abierta, tal como se muestra en las Figuras 15 y 16. El conjunto de transmisión de potencia 212 es un cigüeñal que tiene un eje 213 y elementos de rodillo 214 que se acoplan a almohadillas 216 montadas en el desplazador 153. El conjunto de transmisión de potencia 212 tiene la misma estructura que el conjunto de transmisión de potencia 189. Una válvula de retención 208 montada en el desplazador 153 controla el flujo de aire de la cámara 140 a la cámara 142 y evita el flujo de aire desde la cámara 142 de regreso a la cámara 140. La válvula de retención 208 tiene la misma estructura que la válvula de retención 172 que se muestra en la Figura 11.

Tal como se muestra en las Figuras 15 y 16, los conjuntos de transmisión de potencia 189 y 212 se impulsan en direcciones de rotación opuestas con un conjunto de tren de potencia 217. El conjunto de tren de potencia 217, accionado por un motor eléctrico 101, tiene una primera transmisión por correa que comprende una polea de distribución 218 conectada de forma que se pueda accionar al motor 101. La polea de sincronización 218 contiene una correa dentada continua 219 colocada alrededor de una polea de sincronización de dientes accionada 221. Una segunda transmisión por correa accionada por la polea 221 hace girar una primera polea 222 conectada al eje 191 y una segunda polea 223 conectada al eje 213 en direcciones opuestas tal como se muestra por medio de las flechas 224 y 226. La segunda transmisión por correa opera los conjuntos de transmisión de potencia 189 y 212 para girar sus respectivos cigüeñales en direcciones de rotación opuestas para mover simultáneamente los desplazadores 152 y 153 angularmente a las posiciones abierta y cerrada mostradas en las Figuras 15 y 16 impulsando así aire en la cámara 177. La polea 227 accionada por la polea 221 contiene una correa dentada continua de doble cara serpentina 228 que se monta sobre las poleas tensoras 229 y 231 and se mueve alrededor de segmentos arqueados opuestos de las poleas 222 y 223. Todo el conjunto de tren de potencia 217 está ubicado dentro de la cámara 148 de la segunda carcasa 144. El conjunto de tren de potencia 217 y los conjuntos de transmisión de potencia 189 y 212 comprenden un sistema de accionamiento de potencia operable para mover angularmente los desplazadores de aire 152 y 153 a posiciones abiertas y cerradas para hacer que el aire fluya desde las cámaras de bombeo 137 y 140 a la cámara de impulsos 177 y dirige los impulsos de aire fuera de la cámara de impulsos 177 hacia la manguera 61 y la prenda 30.

Cuando se encuentra en uso, tal como se muestra en las Figuras 1 a 3, la prenda 30 se coloca alrededor de la parte superior del cuerpo de la persona o la pared torácica 69. La parte circunferencial de la prenda 30 incluye un núcleo de aire 35 que tiene una o más cámaras internas 40 que se mantienen en un ajuste cómodo y ceñido sobre la pared torácica 69. La manguera flexible alargada 61 está conectada al núcleo de aire 35 y al generador de impulsos de aire 11. El funcionamiento del generador de impulsos de aire 11 descarga aire a presión e impulsos de presión de aire de alta frecuencia en la manguera 61 que se transfieren a la cámara interna 40 del núcleo de aire 35. Tal como se muestra en las Figuras 2 y 3, los impulsos de presión de alta frecuencia 72 se transmiten desde el núcleo de aire 35 a la pared torácica 69 de la persona, sometiendo así la pared torácica 69 de la persona

a terapia respiratoria. La persona 60 o un cuidador establecen los controles de tiempo, frecuencia y presión 109, 110, 111 asociados con el panel de control 23 para programar la duración del funcionamiento del generador de impulsos de aire 11, la frecuencia de los impulsos de presión de aire y la presión del aire creada por el generador de impulsos de aire 11. El programa de tiempo controla el funcionamiento del motor 101 que opera los desplazadores de aire 152 y 153. Tal como se muestra en las Figuras 15 y 16, los desplazadores de aire 152 y 153 pivotan angularmente entre sí entre las primeras posiciones abiertas y las segundas posiciones cerradas. Los desplazadores de aire 152 y 153 llevan aire a las cámaras de bombeo 137 y 140. El flujo de aire hacia las cámaras de bombeo 137 y 140 se regula con la válvula de control del flujo de aire 118. El ajuste de la válvula de control del flujo de aire 118 con el motor paso a paso 126 controla la presión del aire descargado por el generador 11 al núcleo 35 de aire de la prenda 30. El flujo de aire hacia la cámara 148 está limitado por el elemento de orificio de flujo de aire 128 para controlar el flujo de aire máximo hacia la cámara 148 y evitar una presión de aire excesiva en la prenda 30. El aire de las cámaras de bombeo 137 y 140 se fuerza a través de las válvulas de retención 172 y 208 hacia la cámara de impulsos 177 ubicada entre los desplazadores de aire 152 y 153. Los movimientos angulares de los desplazadores de aire 152 y 153 uno hacia el otro impulsan el aire en la cámara de impulsos 177 y descargan aire e impulsos de aire a través del conducto de salida de aire 142 hacia la manguera 61. La manguera 61 transporta aire e impulsos de aire al núcleo de aire 35 de la prenda 30, sometiendo de esta forma el tórax de la persona a presión e impulsos de presión de alta frecuencia.

Tal como se muestra en la Figura 13, el motor 101 acciona el conjunto de transmisión de potencia 217 para hacer girar los cigüeñales 189 y 212 con el fin de hacer pivotar simultáneamente de forma angular los desplazadores de aire 152 y 153 entre las posiciones abierta y cerrada. Los brazos 178 y 208 y los desplazadores de aire 152 y 153 montados de forma pivotante cooperan con los cigüeñales 189 y 212 para limitar el movimiento angular de los desplazadores de aire 152 y 153. Los extremos exteriores de los brazos 178 y 208 soportan resortes helicoidales 187 que proporcionan a los cigüeñales 189 y 212 funciones anti-latigazo y compensan el desgaste y la expansión térmica.

Se puede operar una modificación del generador de impulsos de aire 300, mostrado en las Figuras 17 y 18, para establecer la presión de aire y los impulsos de aire que son dirigidos por la manguera 61 a la prenda 30 para aplicar fuerzas repetitivas a la pared torácica de una persona. El generador de impulsos de aire 300 tiene una carcasa que incluye paredes de extremo 301 y 302. Un conjunto de desplazador 303 situado entre las paredes de extremo 301 y 302 tiene un par de desplazadores 304 y 306 montados de forma pivotante en las paredes de extremo 301 y 302 para movimientos angulares entre sí para extraer aire de una cámara colectora 308 a las cámaras de bombeo de aire 312 y 313. El aire en las cámaras de bombeo 312 y 313 fluye a través de válvulas de retención montadas en los desplazadores 304 y 306 hacia una cámara de impulsos 315 ubicada entre los desplazadores 304 y 306. Los desplazadores 304 y 306 tienen la misma estructura y funciones que los desplazadores 152 y 153 mostrados en las Figuras 9, 15 y 16 que se incorporan aquí como referencia. Tal como se muestra en la Figura 18, el desplazador 304 tiene un eje o pasador 316 retenido en un cojinete 317 montado en un saliente cilíndrico 318 unido a la pared de extremo 302. El lado opuesto del desplazador 304 tiene un eje o pasador montado de forma giratoria en la pared de extremo 301. El desplazador 306 ubicado debajo del desplazador 304 tiene un eje o pasador 319 retenido en un cojinete 321 montado en un saliente cilíndrico 322 unido a la pared de extremo 302. Los desplazadores 304 y 306 se mueven angularmente entre sí alrededor de ejes horizontales paralelos separados lateralmente de los pasadores 316 y 319. Una carcasa o caja 302 unida a la pared de extremo 307 rodea la cámara del colector 308. Una cubierta con un miembro tubular de entrada de aire (que no se muestra) unido a la carcasa 307 contiene la cámara del colector 308. La pared de extremo 302, mostrada en la Figura 18, tiene pasajes o aberturas 309, 310 y 311 para que el aire fluya desde la cámara del colector 308 hacia las cámaras de bombeo 312 y 313. Los cigüeñales 314 y 320 son mecanismos de transmisión de potencia que operan para mover angularmente los desplazadores 304 y 306 en direcciones arqueadas opuestas para extraer aire de la cámara 308 a través de las aberturas 309, 310 y 311 y hacia las cámaras de bombeo 312 y 313 y para impulsar aire en la cámara de impulsos 315 por lo que la presión del aire y los impulsos de aire son dirigidos por la manguera 61 hacia la prenda 30.

Un conjunto de transmisión de potencia 323 accionado con un motor eléctrico 324 hace girar los cigüeñales 314 y 320 por lo que los cigüeñales mueven de forma angular y simultánea los desplazadores 304 y 306. El conjunto de transmisión de potencia 323 tiene un primer tren de potencia 326 que acciona un segundo tren de potencia 327 que hace girar los cigüeñales 314 y 320. El primer tren de potencia 326 tiene una polea de sincronización de transmisión 328 montada en el eje de transmisión del motor 329 acoplable con una correa dentada continua 331 ubicada alrededor de una polea de sincronización accionada 332. La polea 332 está fijada a un eje 333 retenido en un cojinete 334 montado sobre un soporte fijo 336. El soporte 336 está unido a la carcasa 307 con sujetadores 337 y 338. El segundo tren de potencia 329 tiene una polea de sincronización de transmisión 339 montada en el eje 333. Un cojinete 334 sostiene el eje 333 sobre el soporte 336. La correa 341 que se extiende alrededor de las poleas de sincronización 339, 342 y 343 hace girar las poleas 342 y 343 montadas en los cigüeñales 314 y 320 haciendo girar de esta forma los cigüeñales 314 y 320 y los desplazadores 304 y 306 que se mueven angularmente entre sí. El movimiento de los desplazadores 304 y 306 lleva aire a la cámara del colector 308 y a través de las aberturas 309 y 311 a las cámaras de bombeo 312 y 313. Cuando la presión de aire en las cámaras de bombeo

312 y 313 es mayor que la presión de aire en la cámara de impulsos 315, el aire fluye a través de las válvulas de retención desde las cámaras de bombeo 312 y 313 hacia la cámara de impulsos 315. Cuando los desplazadores 304 y 306 se mueven uno hacia el otro, la presión de aire y los impulsos de aire son forzados al interior de la manguera 61 y transportados por la manguera 61 al núcleo de aire 35 de la prenda 30. La presión de aire y los impulsos de aire en el núcleo de aire 35 de la prenda 30 someten la pared torácica de la persona a fuerzas repetitivas.

El aparato y método de impulsos a un cuerpo se ha descrito como aplicable a personas que tienen fibrosis quística.

El aparato y método de impulsos a un cuerpo es aplicable a personas con bronquiectasias, atelectasias posquirúrgicas y enfermedades neuromusculares de fases, pacientes dependientes del ventilador que experimentan neumonías frecuentes y personas con movilidad reducida o mala tolerancia a la posición de Trendelenburg. Las personas con problemas de eliminación de secreciones que surgen de una amplia gama de enfermedades y afecciones son candidatas para la terapia que utiliza el aparato y el método de impulsos a un cuerpo de la invención.

El aparato y el método de impulsos a un cuerpo descritos en el presente documento tienen uno o más desplazadores de aire de movimiento angular y controles programados para el tiempo, la frecuencia y la presión de funcionamiento del generador y el método de impulsos de aire. Se entiende que el aparato y método de impulsos a un cuerpo no se limita a los materiales, la construcción, las disposiciones y el método de funcionamiento específicos tal como se muestran y describen. Los expertos en la técnica pueden realizar cambios en las piezas, en el tamaño de las piezas, en los materiales, en la disposición y en la ubicación de las estructuras sin apartarse de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para aplicar presión e impulsos de presión de alta frecuencia sobre el tórax de una persona que comprende:
 - 5 una prenda (30) que tiene un núcleo de aire adaptado para ubicarse en el tórax de la persona con el fin de someter el tórax de la persona a presión e impulsos de presión de alta frecuencia,
 - una carcasa (12) que tiene un espacio interior cerrado, un conducto de entrada de aire para permitir que el aire fluya hacia el espacio cerrado y un conducto de salida de aire para permitir que el aire y los impulsos de presión de aire salgan del espacio cerrado,
 - 10 un elemento de manguera (61) conectado a la prenda (30) y a la carcasa (12) para transportar aire e impulsos de presión de aire desde el conducto de salida de aire al núcleo de aire de la prenda (30),
 - un primer desplazador de aire (152) ubicado en dicho espacio cerrado,
 - un segundo desplazador de aire (153) ubicado en dicho espacio cerrado,
 - 15 en que dichos desplazadores de aire primero y segundo (152, 153) separan el espacio cerrado en unas cámaras primera, segunda y tercera,
 - en que dichas cámaras primera y segunda están abiertas al conducto de entrada de aire para permitir que el aire fluya hacia las cámaras primera y segunda,
 - 20 en que dicha tercera cámara está ubicada entre dichos primero y segundo desplazadores de aire (152, 153) y abierta al conducto de salida de aire para permitir que el aire y los impulsos de presión de aire fluyan fuera de la tercera cámara hacia el elemento de manguera (61) conectado a la prenda (30) y la carcasa (12), **caracterizado porque** el aparato comprende además
 - unos primeros elementos de pivote que montan de manera pivotante el primer desplazador de aire en dicha carcasa (12) para el movimiento angular en dicho espacio cerrado,
 - 25 unos segundos elementos de pivote que montan de forma pivotante el segundo desplazador de aire (153) en dicha carcasa (12) para el movimiento angular en dicho espacio cerrado,
 - una válvula de control de flujo de aire montada en los desplazadores de aire primero y segundo (152, 153) operable para permitir que el aire fluya desde la primera y segunda cámaras a la tercera cámara y evitar que el aire fluya desde la tercera cámara a la primera y segunda cámaras,
 - 30 un primer mecanismo de transmisión de potencia (179) ubicado en dicha primera cámara y montado de manera giratoria en la carcasa (12) operable para mover angularmente dicho primer desplazador de aire (152) entre las posiciones primera y segunda,
 - un segundo mecanismo de transmisión de potencia (189) ubicado en dicha segunda cámara y montado de manera giratoria en la carcasa (12) operable para mover angularmente dicho segundo desplazador de
 - 35 aire (153) entre las posiciones primera y segunda,
 - un conjunto de transmisión de potencia (217) conectado operativamente al primer y segundo mecanismos de transmisión de potencia (179, 189) para operar simultáneamente el primer y el segundo mecanismo de transmisión de potencia (179, 189) con el fin de mover angularmente los desplazadores de aire primero y segundo (152, 153) en direcciones opuestas, acercándose y alejándose uno de otro para atraer aire hacia las cámaras primera y segunda y forzar el aire a través de las válvulas de control de flujo de aire hacia la tercera cámara y expulsar aire e impulsos de presión de aire fuera de la tercera cámara para su transporte al núcleo de aire de la prenda (30), y
 - 40 un motor (101) para accionar el conjunto de transmisión de potencia (217) mediante el cual el primer y el segundo mecanismo de transmisión de potencia (179, 189) mueven angularmente los desplazadores primero y segundo (152, 153) en direcciones opuestas aproximándose y alejándose uno de otro.
 - 45

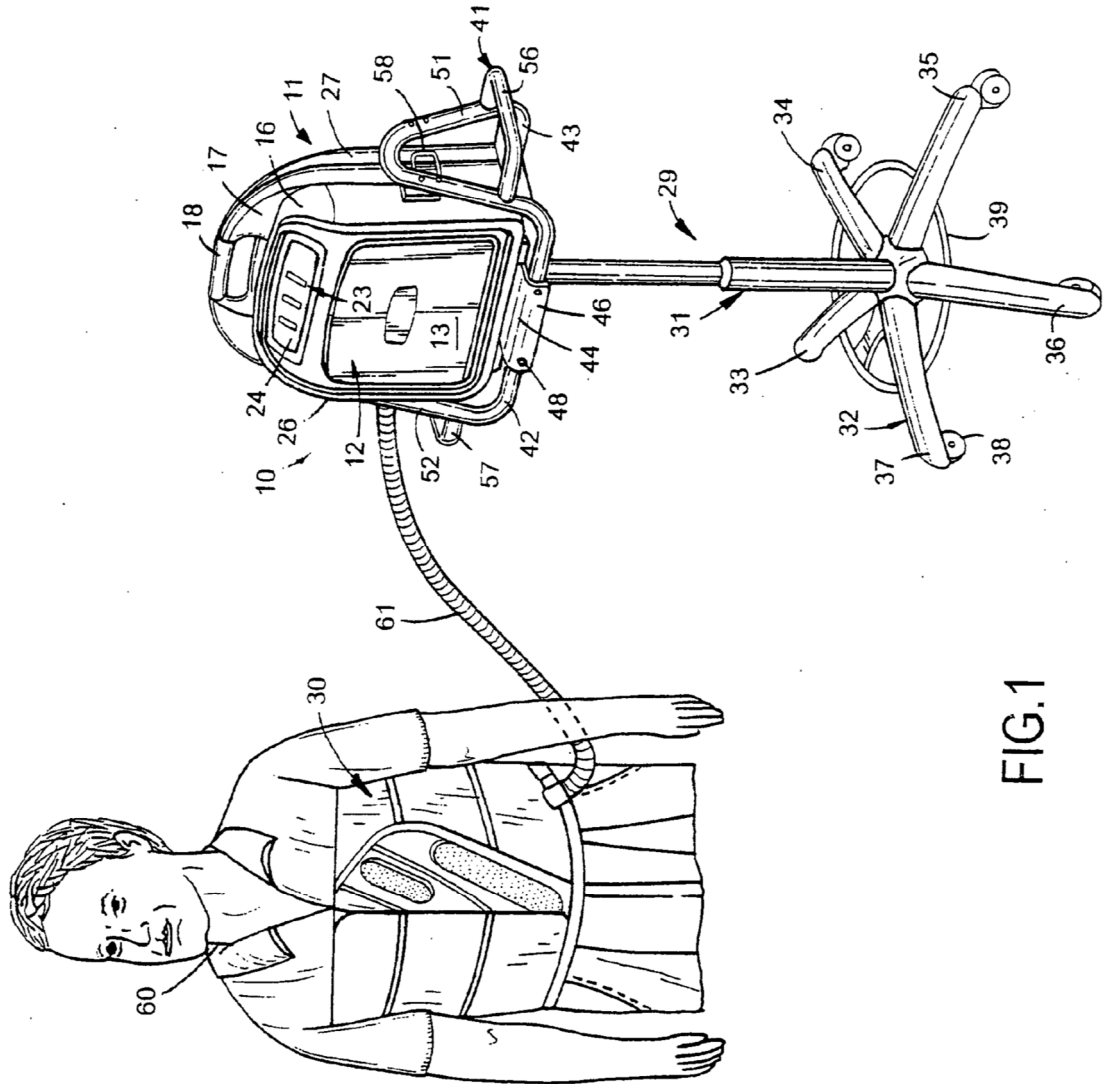


FIG.1

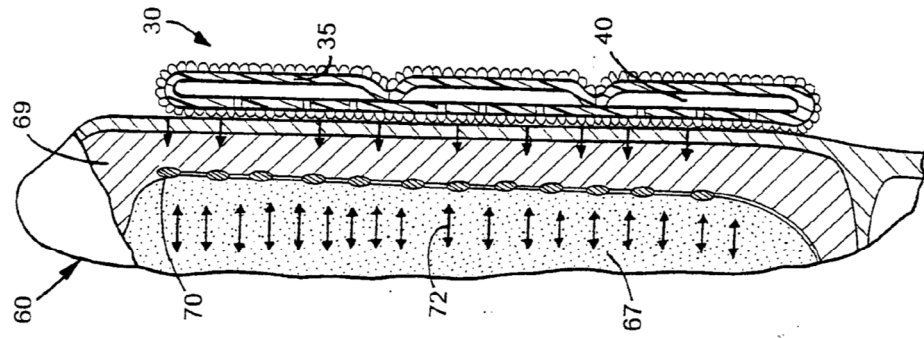


FIG.3

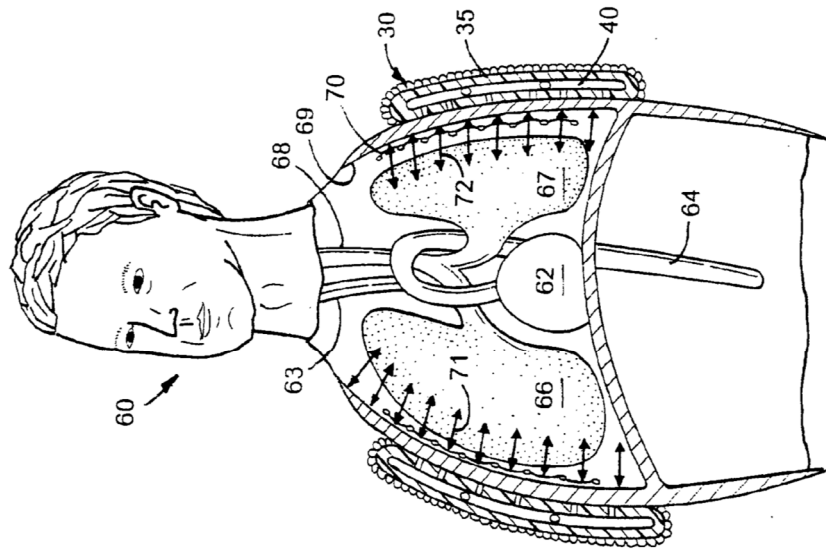
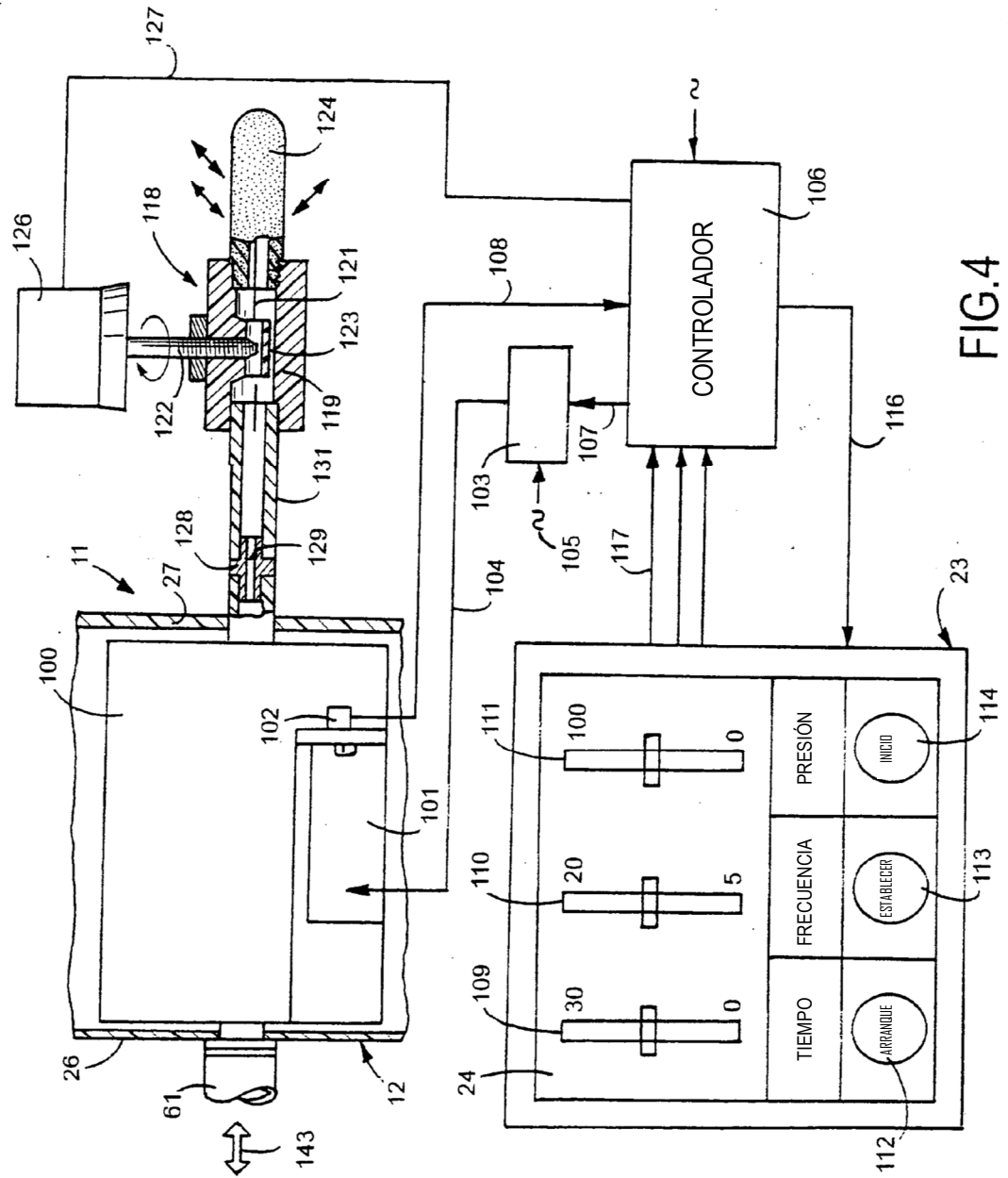
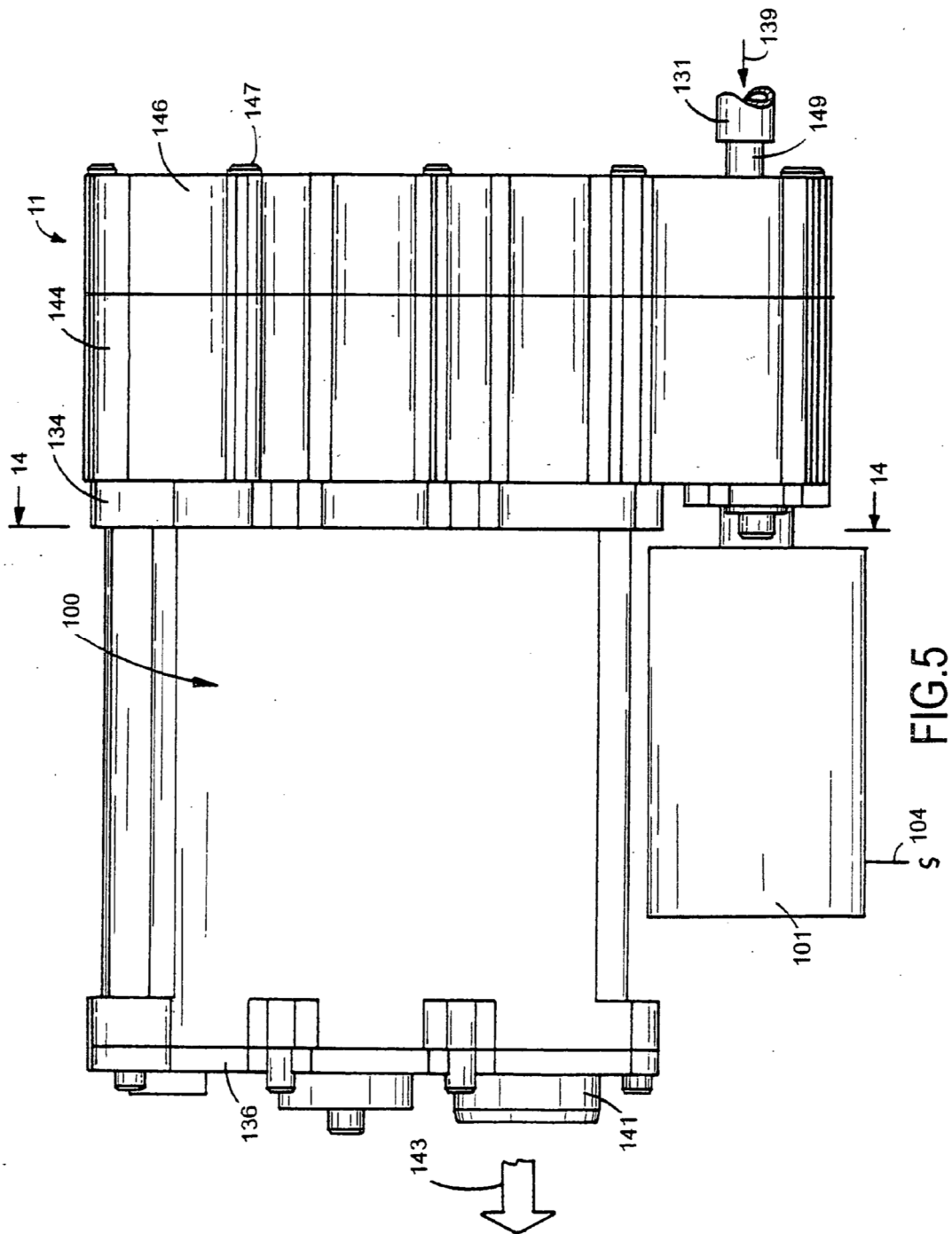
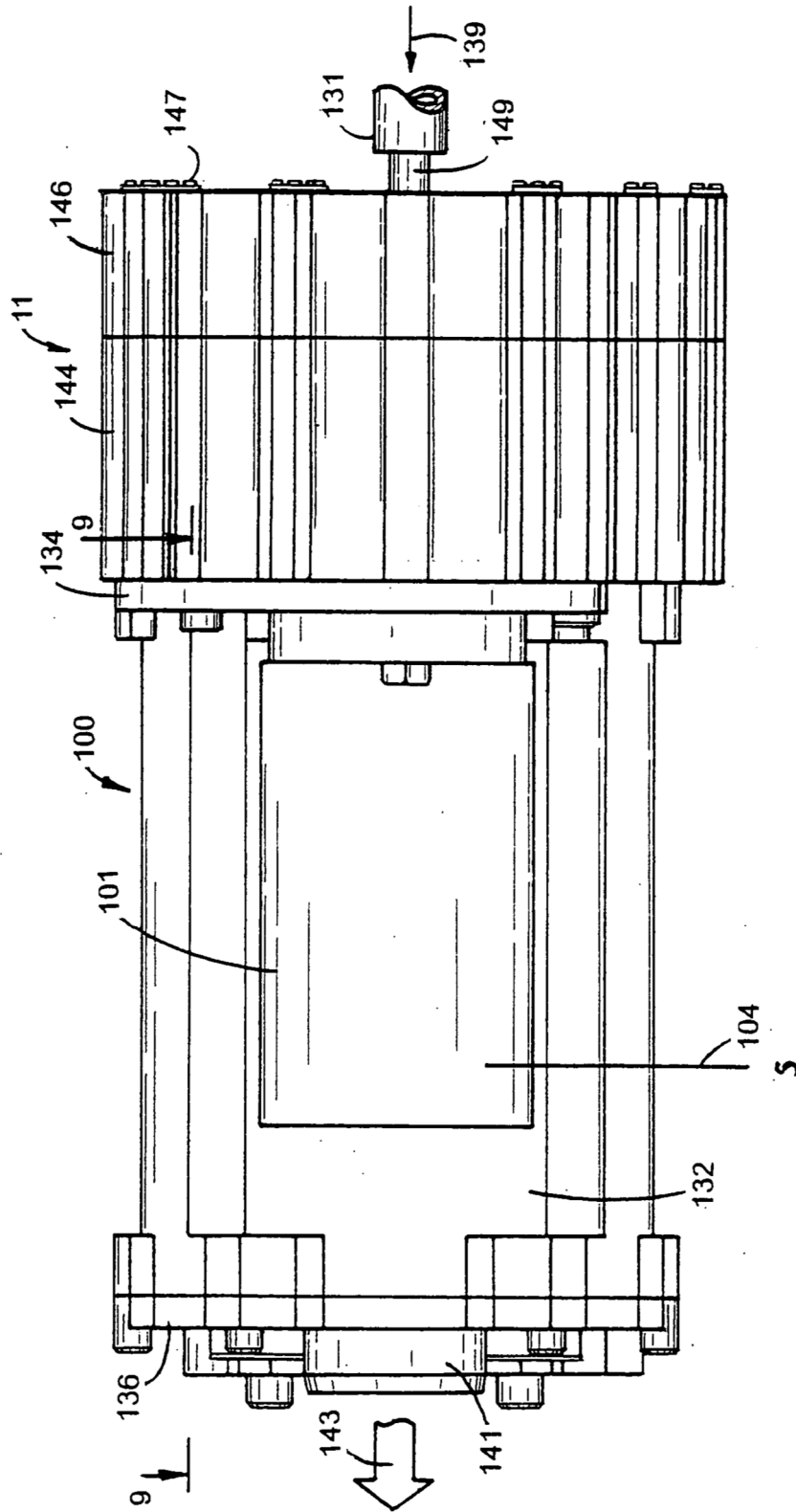


FIG.2







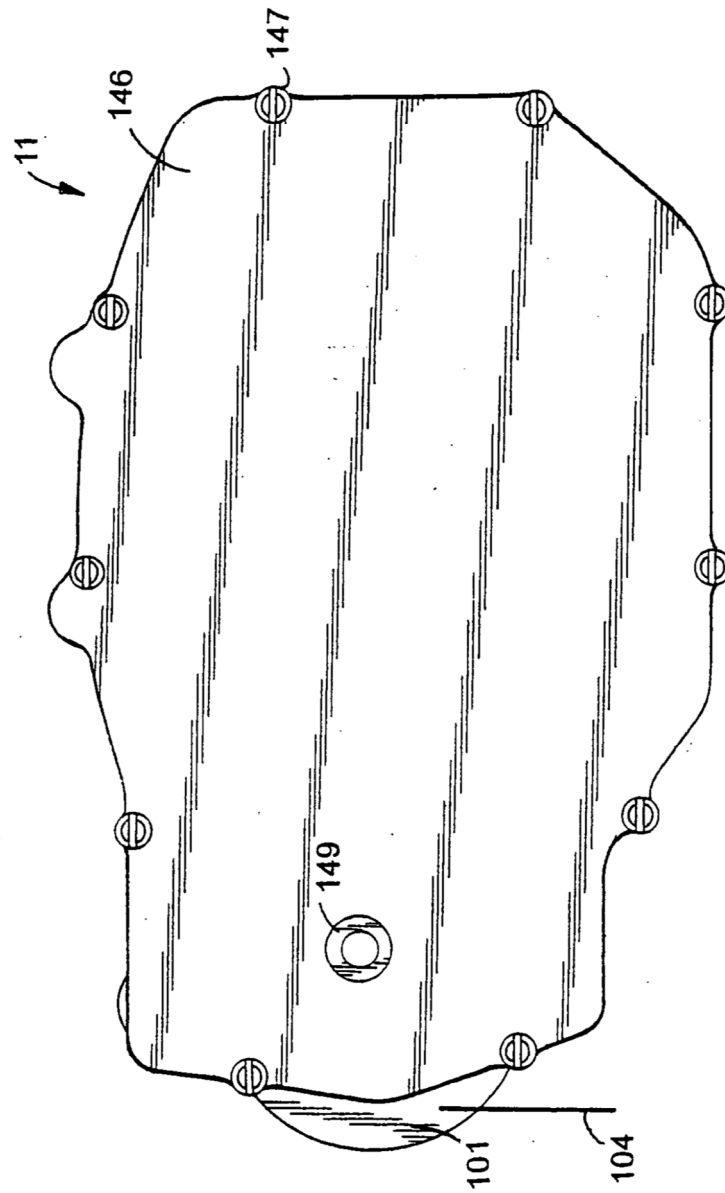


FIG. 7

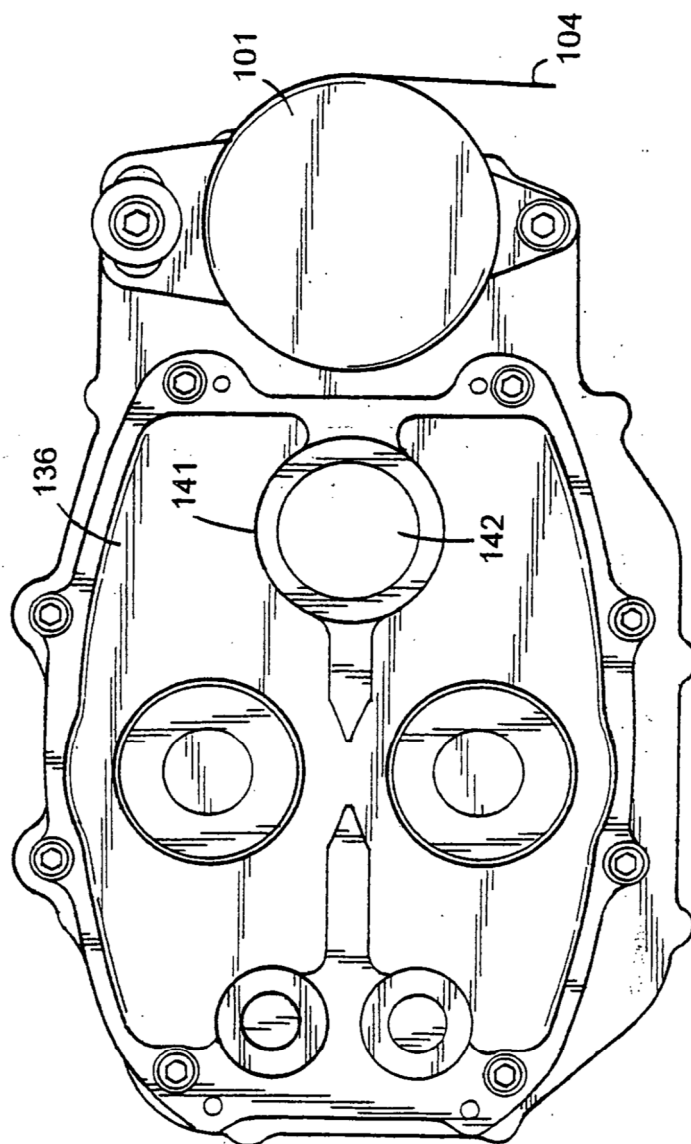
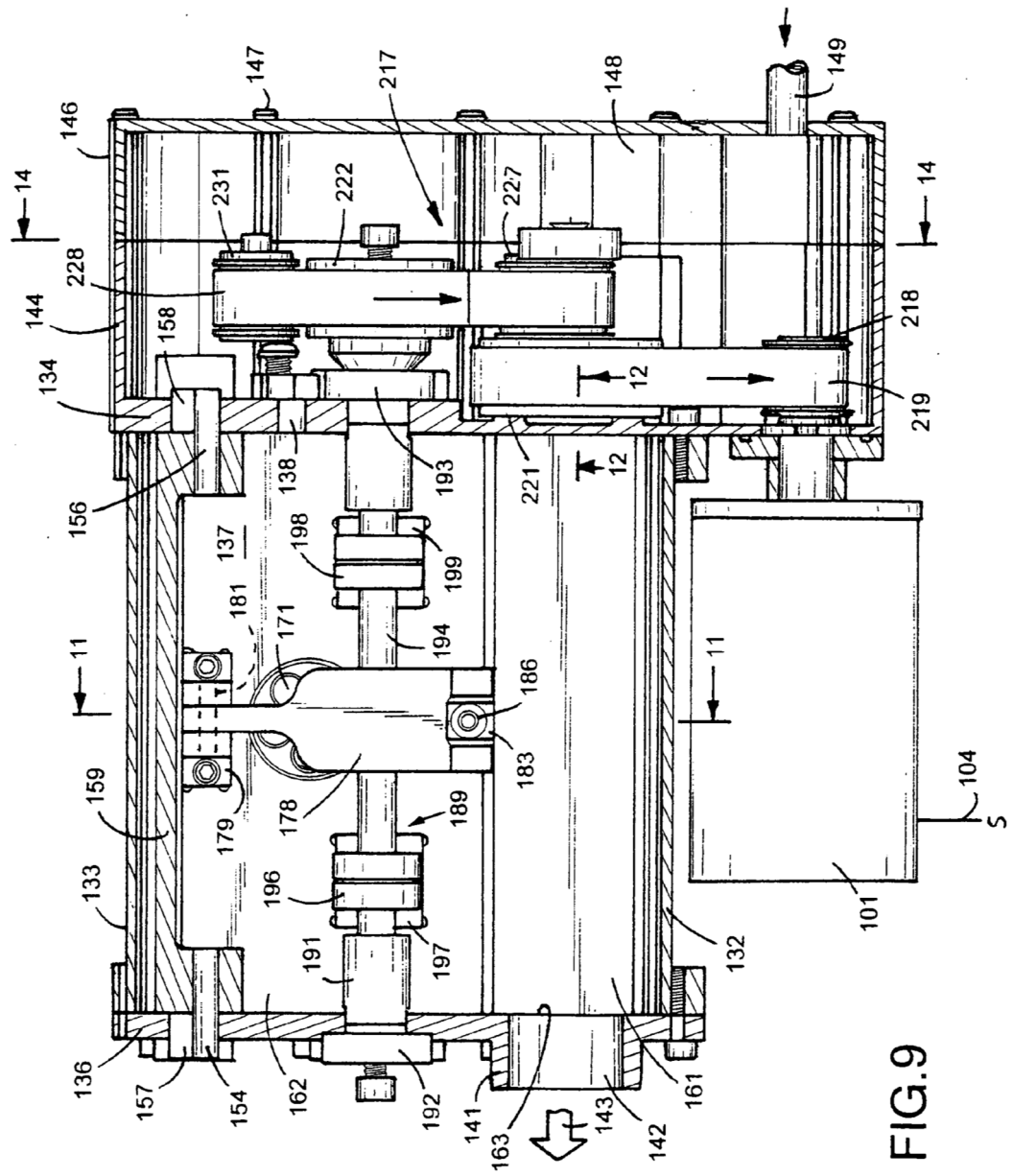


FIG.8



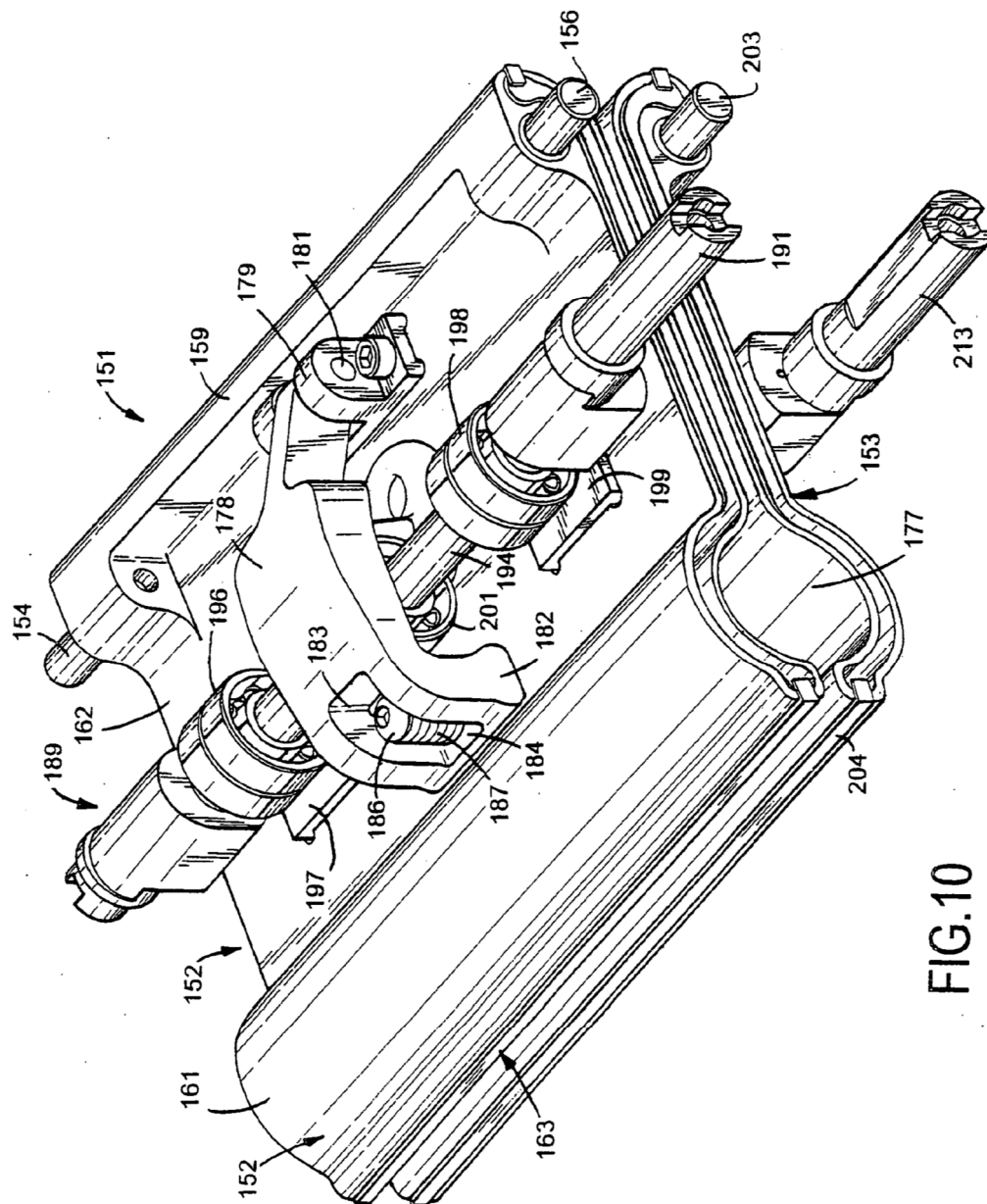


FIG.10

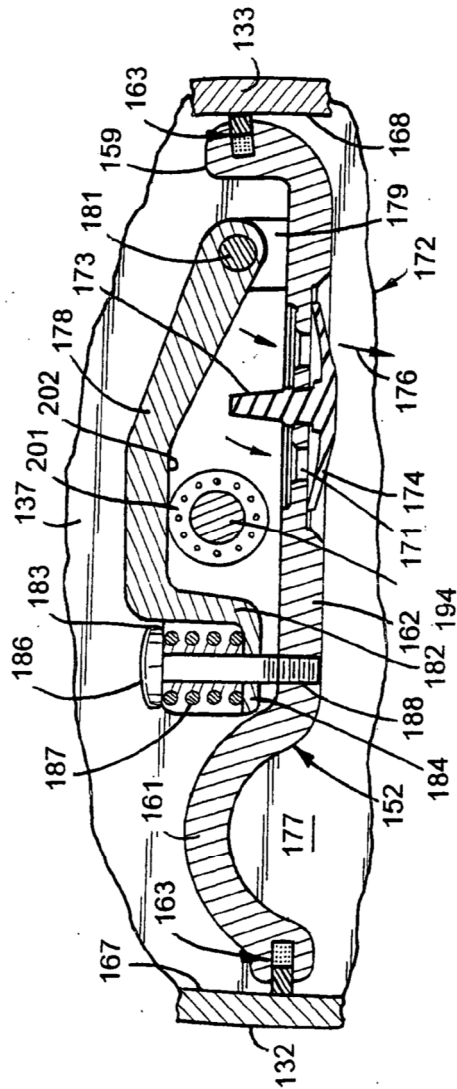


FIG.11

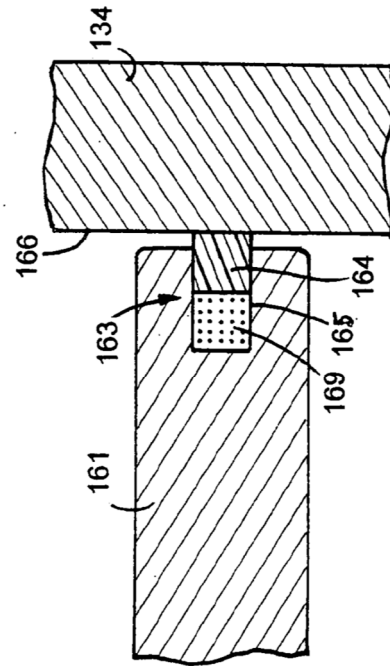


FIG.12

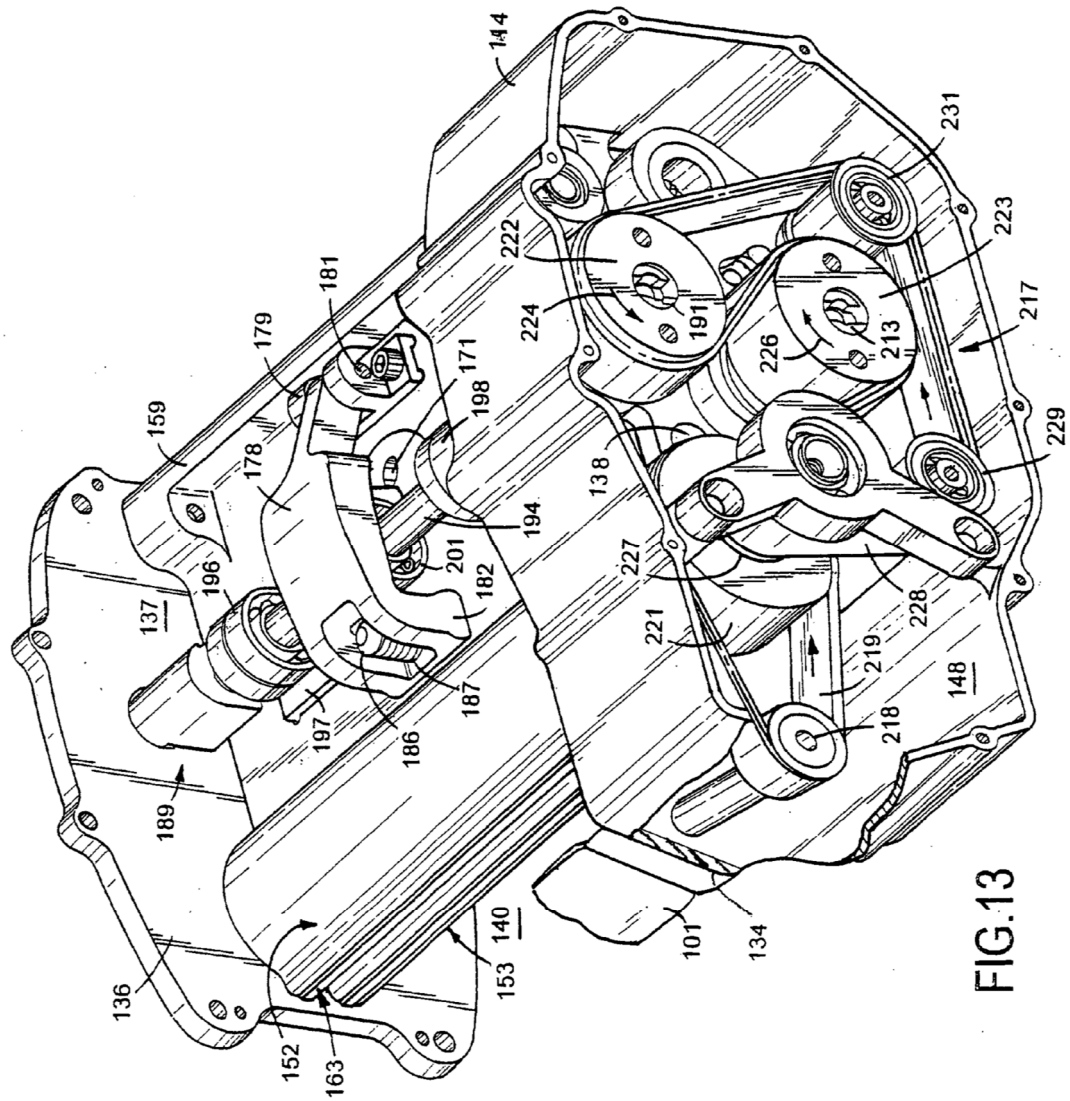


FIG.13

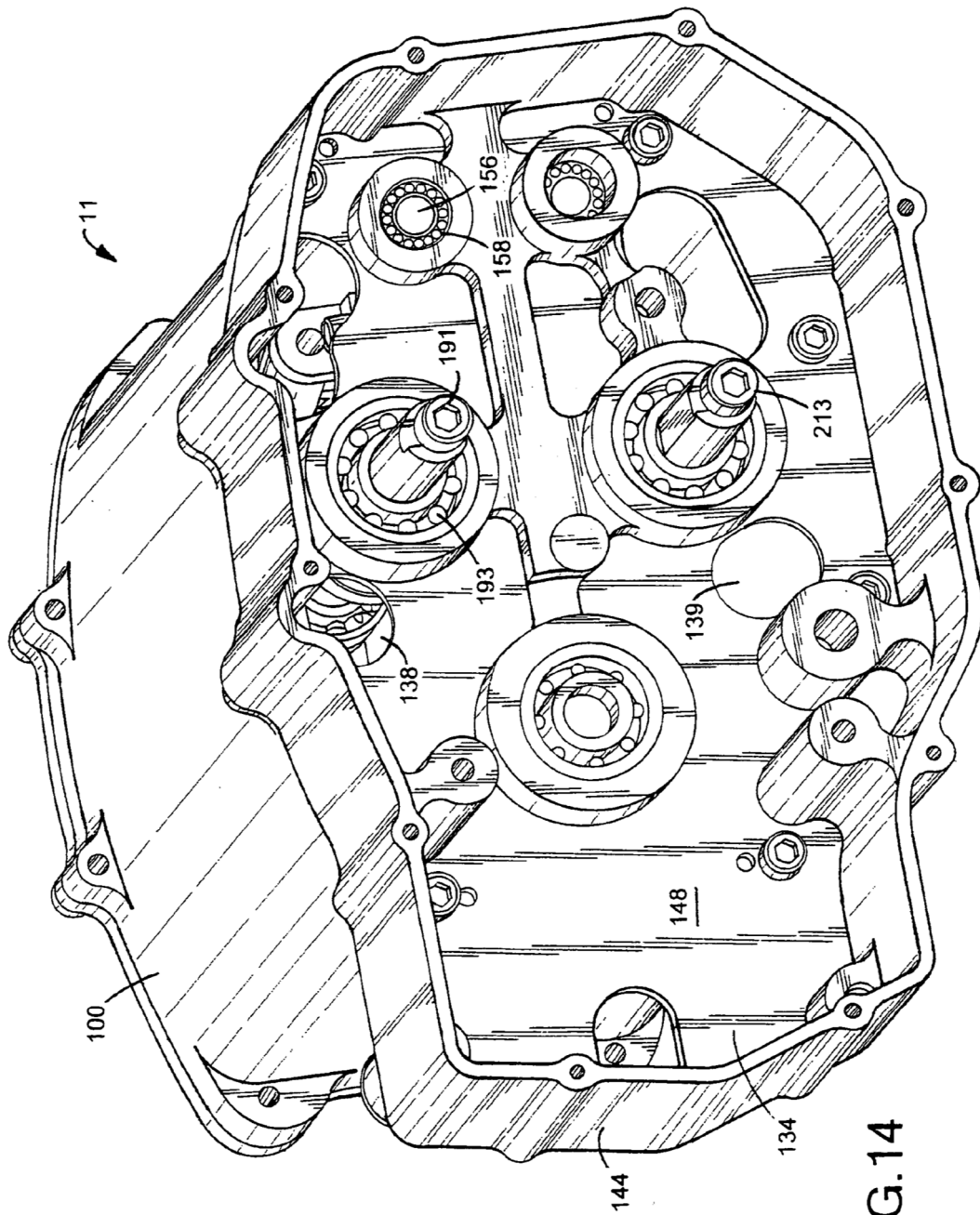


FIG. 14

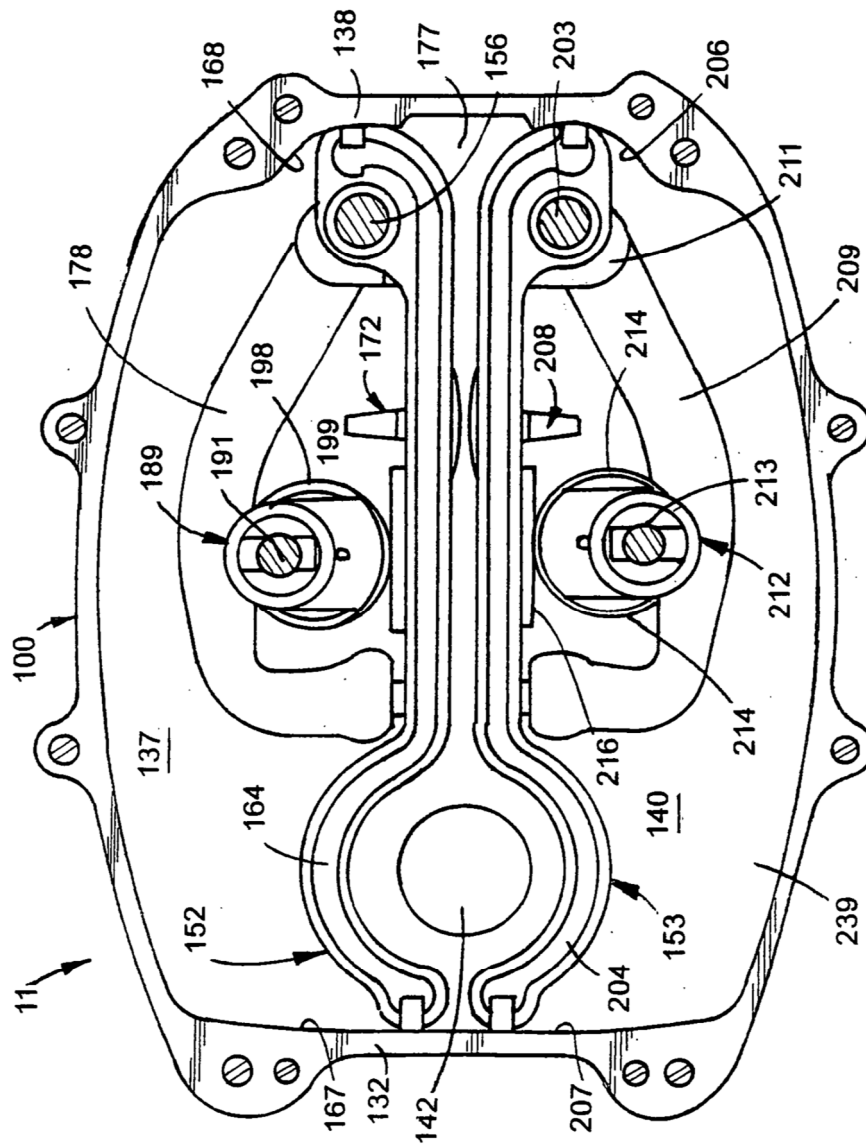


FIG.15

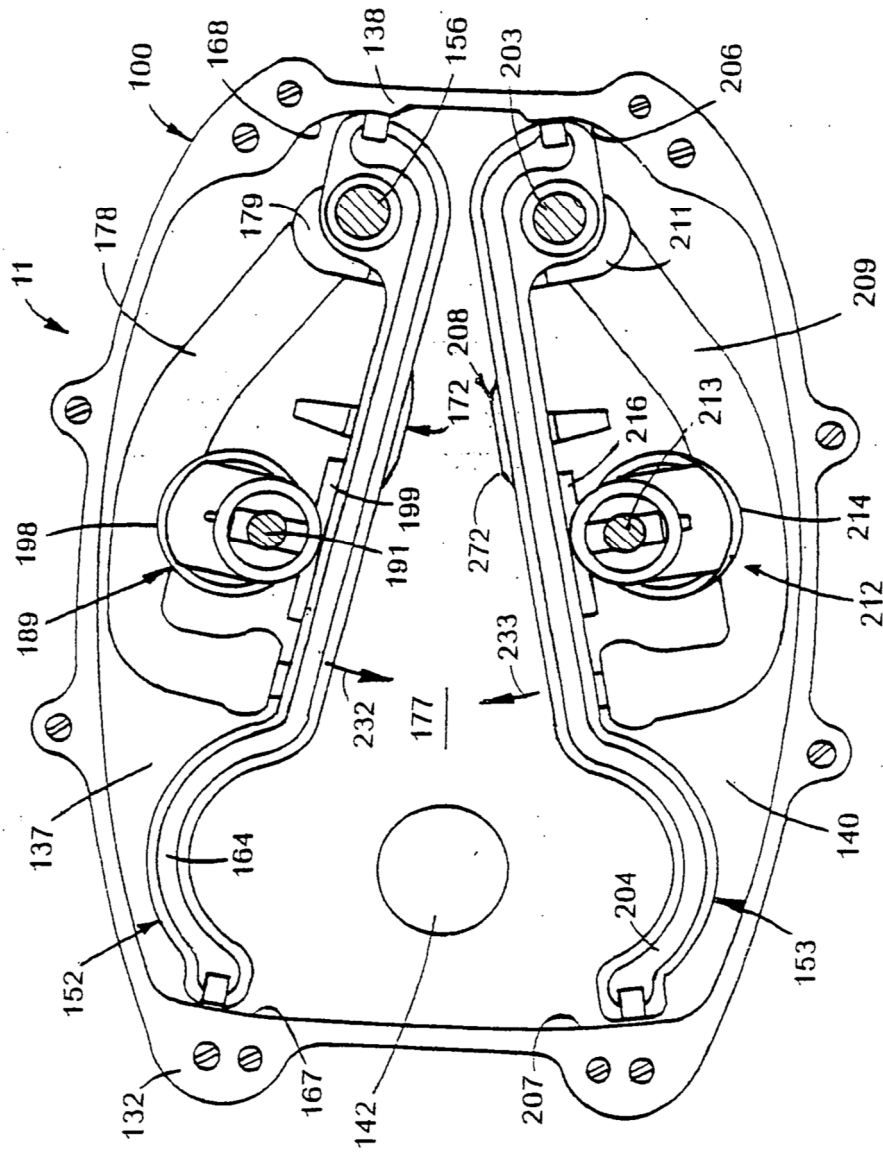


FIG.16

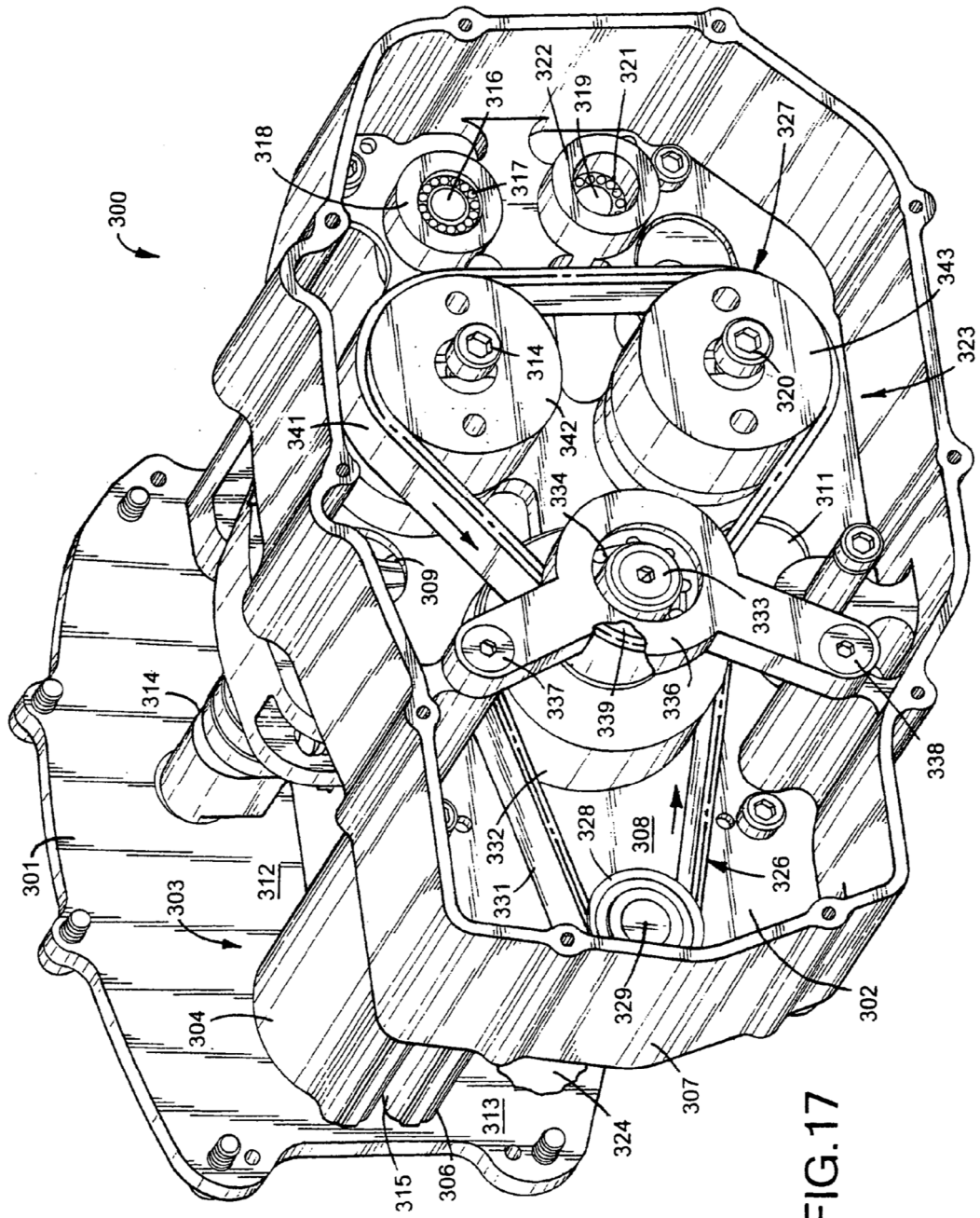


FIG. 17

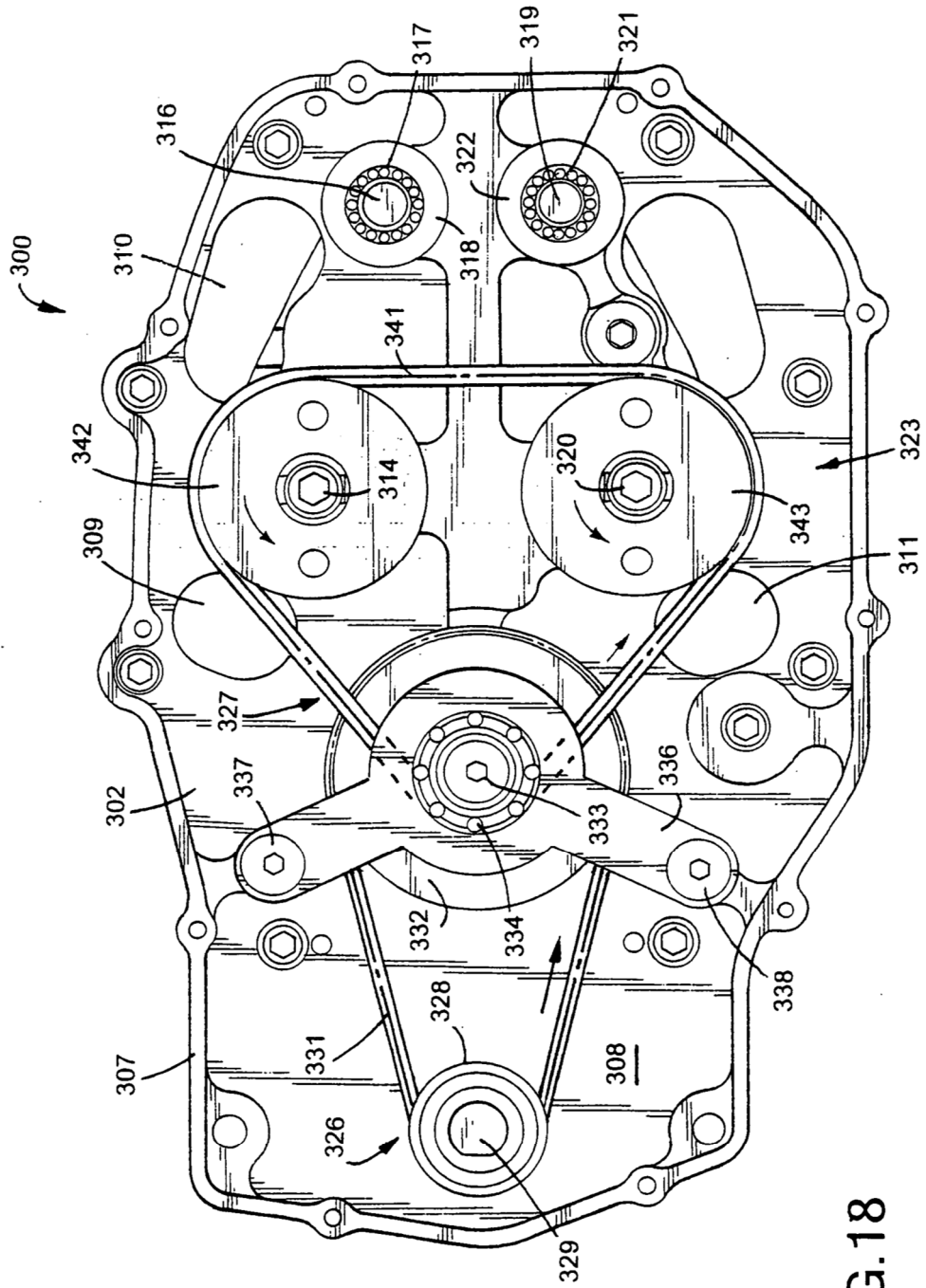


FIG.18