

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 732 650**

51 Int. Cl.:

F04B 45/04 (2006.01)

F04B 45/053 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.02.2016 PCT/EP2016/052871**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.09.2016 WO16134975**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.02.2016 E 16703807 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.04.2019 EP 3262301**

54 Título: **Bomba de membrana, en particular para su uso en el ramal de gas de escape de un motor de combustión interna, y motor de combustión interna con bomba de membrana**

30 Prioridad:

27.02.2015 EP 15157064

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

25.11.2019

73 Titular/es:

**HOFMANN, ARNO (100.0%)
Blümgesgrund 8
63571 Gelnhausen, DE**

72 Inventor/es:

HOFMANN, ARNO

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 732 650 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

Bomba de membrana, en particular para su uso en el ramal de gas de escape de un motor de combustión interna, y motor de combustión interna con bomba de membrana

5 La invención hace referencia a una bomba de membrana, en particular para su uso en el ramal de gas de escape de un motor de combustión interna, con una carcasa de presión, cuyo volumen interno se divide a través de un número de membranas elásticamente deformables en una pluralidad de volúmenes parciales separados entre sí en el lado del gas, en el que la o cada membrana está solicitada por una fuerza de pretensado, que en el estado sin presión, el volumen parcial que forma el lado primario presenta un valor mínimo en el contexto de la deformabilidad de la o cada membrana. Además, se refiere a un motor de combustión interna con una cantidad de cilindros, en los cuales en cada caso se guía un pistón de trabajo que actúa sobre un cigüeñal común, en el que la cámara de combustión del o cada cilindro está conectada respectivamente en el lado de entrada a través de un sistema de válvula de entrada controlable con un sistema de entrada de gas y en el lado de salida a través de un sistema de válvula de salida controlable con un sistema de escape.

15 Las bombas de membrana se utilizan en una amplia gama de aplicaciones técnicas, aunque las aplicaciones en relación con los motores de combustión interna ya se han tratado. Por ejemplo, el documento FR 1.031.061 describe una bomba de membrana operada por gas, que se atornilla en el orificio de la bujía de una culata del motor. A medida que el motor gira, la bomba de membrana es accionada por las pulsaciones de presión del cilindro correspondiente y bombea aire atmosférico para usos secundarios en el lado del gas fresco. En contraste, en el documento FR 889.617 se describe una bomba de membrana, que se acciona por las pulsaciones de los gases de escape de los motores de combustión interna. Las pulsaciones de los gases de escape actúan directamente sobre la membrana o indirectamente a través de un pistón guiado en un cilindro, que se conecta a través de una varilla de empuje con una membrana correspondiente.

20 A su vez, el documento FR 866.840 describe una bomba de membrana operada por gas, que se acciona igualmente por las pulsaciones de los gases de escape de los motores de combustión interna. La realización muestra dos bombas de membrana conectadas en paralelo, que son accionados por líneas de gases de escape independientes de cilindros del motor de desplazamiento de fase, aunque están conectadas entre sí en el lado del gas nuevo tanto en la región de admisión como en la región de flujo de salida.

30 La integración real de las bombas de membrana en la línea de gases de escape del motor de combustión interna no se explica en detalle en estos documentos. Un concepto con el que a través del uso de una bomba de membrana como la llamada bomba de gases de escape en la línea de gases de escape de un motor de combustión interna su rendimiento, potencia de salida y / o la eficiencia pueden incrementarse significativamente, se conoce a partir de las solicitudes no publicadas previamente EP 2 846 019 A1 y EP 2 846 020 A1.

35 En el caso del concepto conocido a partir de las solicitudes no publicadas previamente EP 2 846 019 A1 y EP 2 846 020 A1, el accionamiento de la bomba de membrana se realiza mediante pulsaciones o fluctuaciones de presión de un gas impulsor, en particular del gas de escape guiado en el sistema de escape del motor de combustión interna, que se conduce al lado primario de la bomba de membrana y transmite su impulso a través de la membrana al gas de transporte reservado en el lado secundario enfrente al gas impulsor de la bomba de membrana. En particular, la bomba de membrana se debe implementar para pulsaciones de gas a corto plazo del gas impulsor, tal como aparecen por ejemplo, en las líneas de gas de escape de los motores de combustión interna, efectivamente en la compresión de gas de suministro, en donde el gas de suministro en esta solicitud representa ventajosamente el aire nuevo que debe ser aspirado por el motor para la combustión. La bomba de membrana funciona así en este concepto como un compresor de aire, que puede utilizarse para cargar o para aumentar la eficiencia del motor de combustión interna.

45 La bomba de membrana a este respecto presenta una línea de suministro al espacio de trabajo del lado del accionamiento o del lado primario, a través del cual el gas impulsor puede entrar y salir. La línea de suministro es a este respecto una línea de derivación, en la que el gas impulsor emite impulsos en vaivén. En el lado secundario o de gas de suministro se encuentra al menos una válvula de entrada, a través de la cual el gas de suministro puede fluir exclusivamente hacia el espacio de trabajo o al lado secundario desde el exterior, y al menos una válvula de descarga, a través de la cual el gas de suministro exclusivamente puede salir del espacio de trabajo. Las válvulas de entrada y salida funcionan a este respecto en cada caso como válvulas de retención de control automático. La membrana a este respecto mediante pretensado propio y / o mediante una fuerza externa, como por ejemplo la de una o varios resortes, se mantiene en posición de reposo, que se corresponde con la desviación máxima de la membrana en la dirección del lado de accionamiento, de modo que en esta posición de la membrana se obtiene un volumen máximo en el lado del transporte o secundario y un mínimo en el lado del accionamiento o el lado primario.

55 Ahora fluye una onda de presión a través de la línea de suministro hacia el espacio de trabajo del lado primario de la bomba de membrana, así transmite su energía cinética a la membrana por transmisión de impulsos o establecimiento de presión del gas de accionamiento en el espacio de trabajo. La membrana se abomba debido a la entrada de energía aportada del gas impulsor y reduce el volumen del espacio de trabajo del lado secundario y, por lo tanto, del gas de transporte, hasta que la membrana se apoye contra el contorno interior de la carcasa de la bomba. Esto se asocia con un aumento de la presión del gas de transporte en el lado secundario de la bomba de membrana, por lo que es

expulsado fuera de la bomba de membrana por la válvula de descarga. Al disminuir la presión del gas impulsor, el pretensado de (resorte) sobre la membrana presiona está de nuevo a su posición de reposo y succiona a este respecto gas de transporte a través de la válvula de entrada en el lado secundario. Al mismo tiempo, el gas impulsor a través de la línea de suministro, a través de la cual ha entrado previamente en el espacio de trabajo del lado primario, es expulsado de nuevo.

Por este concepto, el uso de pulsos de presión en la línea de gases de escape del motor de combustión interna para la compresión y/o la compresión previa del gas nuevo y, por lo tanto, para aumentar el rendimiento o la eficiencia del motor se hace posible de una manera particularmente simple. Otra bomba de membrana se conoce a partir del documento FR 1208347.

La invención se basa ahora en el objetivo de especificar una bomba de membrana del tipo mencionado anteriormente, con la que las ventajas mencionadas pueden aumentarse aún más, especialmente en el uso de aumento de eficiencia en el sistema de escape de un motor de combustión interna. Además, se debe especificar un motor de combustión interna con un rendimiento de potencia específico particularmente alto y / o un consumo de combustible específico que se mantenga particularmente bajo.

Con respecto a la bomba de membrana, este objetivo se logra de acuerdo con la invención, en la medida en que se proporciona un resorte de lámina como un resorte de retroceso para aplicar la tensión previa al membrana.

La invención se basa en la consideración de que la bomba de membrana puede lograr un aumento particularmente alto en la eficiencia y/o la potencia de salida del motor de combustión interna, al mantenerse consecuentemente bajas por un lado, las pérdidas internas en la bomba de membrana y, por otro lado, se garantiza una agilidad y flexibilidad particularmente altas del sistema de membrana en respuesta a las fluctuaciones de presión que se producen. Para este propósito, en particular, las masas en movimiento deben mantenerse en gran medida bajas. Para hacer esto posible con medios particularmente simples, el sistema de resorte previsto para aplicar la fuerza de pretensado a la membrana debe proporcionarse en la medida de lo posible sin el uso de sistemas de guía para el resorte y, además, en un concepto, que permita el uso de materiales de densidad relativamente baja para el resorte propiamente dicho. Esto es posible gracias al uso de un resorte de lámina como tipo de resorte para aplicar la tensión previa.

El resorte de lámina previsto para aplicar la fuerza de pretensado a la membrana podría estar dispuesto en el volumen parcial que forma el lado secundario de la carcasa de presión y así contrarrestar la deformación de la membrana que se produce como un resorte de compresión por un impulso de gas de escape entrante. Ventajosamente, y para una construcción que se mantiene particularmente simple y, por lo tanto, particularmente favorable, el resorte de lámina está dispuesto pero en el volumen parcial que forma el lado primario. El resorte de lámina actúa así como un resorte de tracción en la membrana, con la que está ventajosamente conectado en arrastre de forma. Esta disposición evita oscilaciones naturales de alta frecuencia dentro del resorte, como pueden ocurrir, por ejemplo, en sistemas de resortes cilíndricos de compresión, cuando la frecuencia de excitación está por encima de la frecuencia natural del sistema de resorte.

Con respecto a un esfuerzo mecánico lo más suave posible de la membrana y, por lo tanto, a una alta resistencia a la fatiga, el resorte de lámina está diseñado de manera particularmente ventajosa para una introducción de fuerza sustancialmente simétrica desde el resorte de lámina en la membrana, en el que las fuerzas individuales ejercidas por el resorte de lámina sobre la membrana deberían actuar preferentemente en su suma en el centroide de la membrana. El resorte de lámina está preferentemente conectado centralmente a la membrana en este sentido, de modo que la suma de las fuerzas individuales ejercidas por el resorte de lámina sobre la membrana interviene en el centroide de la membrana. En el caso de una construcción cilíndrica del volumen interno o de una construcción con una sección transversal circular en la región de la membrana, junto con la construcción circular de la propia membrana, Por lo tanto, el resorte de lámina está conectado preferentemente a la membrana en el centro de la misma.

Durante el funcionamiento de la bomba de membrana y con respecto a las frecuencias de pulso esperadas durante el funcionamiento del motor de combustión interna, se pueden esperar micromovimientos del resorte de lámina en sus extremos libres de resorte. Para evitar tensiones o daños causados por esto, el resorte de lámina se apoya ventajosamente de manera móvil sobre la carcasa de presión. El soporte puede llevarse a cabo a este respecto convenientemente a través de elementos deslizantes y/o mediante elementos pivotantes o giratorios.

Con el fin de permitir la construcción particularmente preferida con masas en movimiento que se mantienen comparativamente reducidas, el resorte de lámina está formado convenientemente a partir de un material compuesto de fibra.

Con el fin de lograr una carga de material en gran medida uniforme y, por lo tanto, conseguir una vida útil más larga de los componentes en su conjunto, el resorte de lámina en su región central, media, en la que está también preferentemente conectado a la membrana, está realizado ensanchado, estrechándose hacia las regiones de borde externas. Por lo tanto, el resorte de lámina presenta ventajosamente una anchura mayor en su parte media que en su región de borde externa, de modo que, en vista superior, preferentemente se obtiene una geometría aproximadamente trapezoidal. Mediante este diseño la realización se presenta en cuenta con medios particularmente simples que, para una carga lo más uniforme posible del resorte de lámina, en realidad sería deseable un contorno externo parabólico.

Esto se puede aproximar fácilmente mediante un contorno trapezoidal.

En una realización particularmente preferida, que se considera como inventiva de manera independiente, el resorte de lámina presenta un contorno curvo en el estado descargado. Con ello puede conseguirse un diseño particularmente compacto. La curvatura del resorte de lámina apunta a este respecto preferentemente en la dirección del lado primario. Como resultado, el resorte de lámina puede hundirse ahorrando espacio en la tapa de carcasa del lado primario casi paralelo a la membrana en el estado de reposo. En el lado secundario, también está previsto preferentemente asimismo una depresión correspondiente en la cubierta de la bomba de gas nuevo o del lado secundario, en la que el resorte de lámina curvado bajo presión (por ejemplo, por la presión de los gases de escape) se coloca aproximándose a la membrana desviada.

- 5
- 10 Una construcción particularmente ventajosa, que se considera como una realización inventiva de manera independiente y puede usarse ventajosamente en combinación con la realización descrita anteriormente o también independientemente de esta, permite con una carga de material sin cambios una mayor carrera del membrana y, por lo tanto, un mayor volumen de flujo de la bomba de membrana. En esta variante inventiva de manera independiente, la o cada membrana está prefabricada con una moldeado abombado de tal modo que en el estado sin presión, el
- 15 volumen parcial que forma el lado primario presenta un valor mínimo dentro del alcance de la deformabilidad de la o cada membrana.

Mediante una deformación plástica de este tipo, preferentemente aplicada durante la fabricación o durante el funcionamiento, de la membrana en una forma abombada, que corresponde aproximadamente a la curvatura de la tapa de carcasa del lado secundario, puede conseguirse una liberación de carga adicional de la membrana. A través de este moldeado artificial de la membrana, la carga de tracción en la máxima desviación se reduce considerablemente. Dicha membrana abombada, teóricamente en el paso medio, que se define por el plano del borde de la membrana fijado, estaría sometida a tensiones de compresión, que provocarían que la membrana de paredes delgadas forme pliegues o se pandeara. Sin embargo, las cargas superficiales desiguales localmente entre el gas de suministro y el gas de trabajo actúan debido a las fuerzas de resorte de retroceso que actúan parcialmente sobre la membrana, de modo que no se produce pandeo en la membrana y en su lugar surgen patrones de curvatura de orden superior en la membrana. Así, por un lado, la tensión del material durante el funcionamiento de la membrana se reduce significativamente, por otro lado, se pueden lograr volúmenes de transporte significativamente mayores.

- 20
- 25
- 30 Dependiendo del punto de aplicación de las fuerzas de retroceso, estos patrones de curvatura pueden tener una formación de onda radial o una estructura en forma de roseta. El riesgo de formación de pliegues o pandeo de una membrana (única) se contrarresta ventajosamente con membranas de paredes delgada superpuestas formando varias capas. Las membranas de paredes delgadas, que ahora presentan un espesor comparativamente menor, presentan una mayor resistencia a la flexión alternante, sin embargo, con el mismo grosor total por encima de la suma de su número, alcanzan una resistencia a la tracción similar a la de la membrana única original. Las membranas de paredes delgadas se presionan unas sobre otras durante el funcionamiento mediante las presiones de gas que actúan a ambos
- 35 lados.

La membrana está diseñada ventajosamente como una placa circular plana, pero también puede tener forma elíptica. Como materiales están previstos ventajosamente metales o plásticos (termoplásticos, plásticos termoendurecidos, elastómeros, etc.), que pueden presentar refuerzos de fibra (fibra de vidrio, fibra de carbono, etc.). Para reducir la carga mecánica de la membrana bajo tracción y flexión, el borde de la membrana en un diseño particularmente ventajoso está sujeto de manera móvil (y no rígidamente) en la carcasa de presión de la bomba de membrana. La sujeción móvil puede tener lugar ventajosamente bajo curvaturas radiales elevadas elásticas, como por ejemplo, a través de juntas tóricas que sobresalen de las tapas de carcasa o, en principio, mediante una sujeción del borde de la membrana en la carcasa a través de una capa intermedia de materiales elásticos.

- 40
- 45 Ventajosamente, en el volumen parcial que forma el lado primario de la bomba de membrana está dispuesto un tope final para la membrana que delimita el volumen parcial que forma el lado primario. Este presenta ventajosamente una superficie de apoyo montada por resorte para la membrana, de modo que la bomba para la membrana pueda ser operada de manera particularmente cuidadosa con el material. A este respecto, el tope final define la posición de expansión máxima de la membrana en el volumen parcial que forma el lado primario de la bomba y, por lo tanto, el punto de la membrana que se adentra más hacia el volumen parcial que forma el lado primario en el sentido mencionado anteriormente. El tope final de la membrana puede ser provocado indirectamente por el resorte de lámina, al descansar el resorte de lámina cuando se relaja en la dirección de la posición de descanso en la tapa de carcasa. Ese hecho se lleva a cabo ventajosamente mediante enrollado comenzando por los extremos de resorte.
- 50

En otra construcción particularmente preferida de la bomba de membrana, que también se considera inventiva de manera independiente, y que se puede usar en combinación con una o ambas de las variantes mencionadas anteriormente o también independientemente de éstas, el interior del volumen parcial de la carcasa de presión que forma el lado primario presenta una sección transversal que se ensancha continuamente en una región de difusor que se extiende desde una superficie de entrada hacia la membrana, en el que, en el estado sin presión, el punto de la membrana que se adentra más hacia el volumen parcial que forma el lado primario está espaciado al menos a 5 mm de la superficie de entrada.

- 55

Mediante tal construcción se configura la transferencia de impulso desde el gas impulsor que entran en el lado primario de la bomba, es decir, en particular el gas que lleva el pulso de presión desde el eje del gas de escape del motor de combustión interna, hacia la membrana y, por tanto, el efecto de compresión en el lado del gas secundario o nuevo de manera especialmente eficaz. En particular, se evitan a este respecto en gran medida los fenómenos de reflexión de la onda de presión entrante y similares. Para permitir esto la guía de flujo para el gas impulsor que ingresa al lado primario de la bomba se selecciona en esta variante preferida se selecciona de modo que se evite la formación de turbulencias en la medida de lo posible y el gas impulsor pueda impactar en la membrana de la forma más perpendicular posible. Esto puede alcanzarse al estar realizada la región de impacto en el lado primario de la bomba, es decir que la región espacial delante de la membrana propiamente dicha, a la manera de un difusor con una sección transversal en continua expansión hacia la membrana. A este respecto el volumen parcial "libre", que en el estado sin presión forma el lado primario, es decir, el volumen entre la membrana en el estado sin presión y el interior de la tapa de carcasa que delimita el lado primario, debería ser elegido lo suficientemente grande, de modo que se pueda asegurar suficientemente el efecto difusor deseado de la onda de presión entrante en el lado primario. Con respecto a los tamaños de construcción comunes o que se esperan para el uso práctico, la distancia entre la región de máxima expansión de la membrana hacia el volumen primario y la pared de la carcasa debería seleccionarse para que sea lo suficientemente grande.

Se puede lograr a este respecto una construcción particularmente simple y, por lo tanto, de fabricación sencilla, al estar predeterminado el efecto difusor deseado por un diseño adecuado de la superficie interna del lado primario de la bomba de membrana. Para este propósito, la región de difusor está diseñada ventajosamente como una superficie lateral de un cono truncado. Esta presenta flancos esencialmente rectos y puede tener una sección transversal elíptica o preferentemente también circular. Ventajosamente, el ángulo de apertura del cono truncado está entre 10° y 30° , porque se puede lograr una eficiencia particularmente favorable con tal elección.

Otro objetivo de diseño considerado particularmente favorable para el moldeado del lado primario de la bomba de membrana, alternativamente o adicionalmente al impacto en la membrana o más perpendicular posible deseado de la onda de presión que entra en el lado primario de la bomba, es el impacto en una superficie lo mayor posible de la onda de presión en la membrana. En otras palabras, la onda de presión, para una transferencia de impulsos particularmente efectiva debería impactar, si es posible, no solo de forma limitada a un fragmento de área comparativamente pequeña de la membrana, sino más bien en la medida de lo posible a toda su superficie.

Para favorecer esto especialmente, ventajosamente la embocadura en el lado del gas impulsor de gas, es decir, en particular el área de entrada, en el volumen parcial de la bomba de membrana que forma el lado primario presenta un área de sección transversal que fluye libremente de, a lo sumo, aproximadamente el 70% del área de la membrana que delimita el volumen parcial que forma el lado primario. Por lo tanto, se logra una ampliación de la sección transversal dentro de la región de carcasa diseñada como difusor, que precisamente en vista de las relaciones de flujo y de presión que van a esperarse en relación con un uso en el ramal de gas de escape del motor de combustión interna permite esperar una guía particularmente favorable del pulso de presión entrante.

Ventajosamente, se seleccionan también otros parámetros de geometría de la región del lado primario de la bomba diseñada como una región de difusor de acuerdo con estos criterios. Por ejemplo, por razones de espacio o costo, podría estar prevista una entrada "lateral" o tangencial del gas impulsor en el lado primario de la bomba de membrana. Ventajosamente, sin embargo, el flujo de entrada está diseñado céntrico y axial, ya que de esta manera la transferencia de impulso de la onda de presión entrante a la membrana puede ser particularmente extensa. Para este propósito, el eje central de la región de difusor está alineado preferentemente en paralelo al eje central de la membrana y / o se posiciona preferentemente de manera concéntrica respecto a este último. El término "eje central de la membrana" debe entenderse en este sentido como la normal de superficie de la membrana a través de su centro o centro de gravedad en el estado relajado o no deformado.

Alternativa o adicionalmente a este respecto, los parámetros de geometría se seleccionan de manera especialmente preferente de modo que la región de difusor del volumen interno de la bomba de membrana prevista como lado primario presenta una longitud de al menos una vez y media la carrera de la membrana, visto en la dirección de su eje central. Por lo tanto, el volumen dentro de la región del difusor es suficientemente mucho mayor que el volumen de suministro de la bomba de membrana, De modo que el efecto difusor deseado se consigue de manera particularmente fiable.

Con respecto al motor de combustión interna, el objetivo mencionado se consigue al estar conectada una bomba de membrana, en uno de los diseños mencionados anteriormente o en una combinación de estos diseños, a su sistema de escape de tal manera que la cámara de combustión del cilindro o cada cilindro en el lado de entrada en cada caso está conectada a través de un sistema de válvula de entrada controlable con un sistema de entrada de gas, y en el lado de salida a través de un sistema de válvula de salida controlable a través de un interruptor de impulsos, tanto con un sistema de escape como a través de una línea de derivación con el lado primario de la bomba de membrana conectada en el lado secundario en el sistema de entrada de gas.

En un diseño ventajoso, la integración de la bomba de membrana en el sistema de escape está diseñada a este respecto de tal manera que una onda de presión conducida desde el interruptor de impulsos a través del lado primario de la bomba de membrana a la membrana pasa a través de un difusor.

El efecto difusor deseado se puede lograr a este respecto, al estar diseñada la bomba de membrana de acuerdo con el concepto anterior, es decir, mediante el diseño geométrico del interior del volumen parcial que forma el lado primario como difusor. Alternativa o adicionalmente, sin embargo, también puede estar previsto conseguir el efecto difusor deseado mediante un diseño correspondiente de la línea de derivación que guía hacia el lado primario de la bomba de membrana. En esta variante considerada como inventiva de manera independiente, la línea de derivación que une la bomba de membrana en el lado primario con el interruptor de impulsos presenta en su región de embocadura en la bomba de membrana una sección transversal libre aumentada al menos un uno y medio en comparación con su punto de unión con el interruptor de impulsos. En esta variante de la invención, por lo tanto, la ampliación de la sección transversal prevista para representar la función del difusor ya está realizada al menos parcialmente en la línea de suministro para el gas impulsor, conectada aguas arriba de la bomba de membrana en el lado primario, es decir, la onda de presión desde la línea de escape.

En una realización particularmente preferida y que también se considera inventiva de manera independiente, basándose en esta variante, es decir, la integración del difusor en la línea de derivación que sale del interruptor de impulsos, también puede estar prevista una construcción híbrida, en la que están agrupados elementos de varias bombas de membrana en un sistema general. En particular, a este respecto una multitud de volúmenes secundarios separados unos de otros en el lado del gas están asignados ventajosamente a un volumen primario común en una tapa de carcasa común. Por lo tanto, varias bombas de membrana se pueden disponer en paralelo en el lado del gas de una manera particularmente simple, para lograr un mayor volumen de bombeo. Son ventajosas a este respecto disposiciones, en las que se agrupan las cámaras de la misma función. En particular, a este respecto está prevista preferentemente una tapa de carcasa común para dos o más unidades de bombeo. Una doble cámara de este tipo en el lado del gas de trabajo permite ventajosamente que el gas impulsor fluya lateralmente hacia el centro de las membranas. También está previsto en este caso preferentemente un curso de tubo de tipo difusor, que aumenta desde la sección transversal de línea hasta la bomba de membrana y, a este respecto, adopta un curso de sección transversal aproximadamente rectangular y conduce al perfil de presión deseado.

En un diseño particularmente ventajoso, el motor de combustión interna está diseñado para que la bomba de membrana no se solicite directamente con gases calientes durante el funcionamiento, como el gas de escape de las cámaras de combustión, sino que más bien se presente un desacoplamiento térmico de la bomba de membrana del ramal de gas de escape por la que fluye el gas de escape. A este respecto se aprovecha la circunstancia de manera encauzada de que cuando el lado primario de la bomba de membrana se solicita con la onda de presión que acciona la misma en el lado del gas únicamente se presenta un flujo de desplazamiento, en el que el cojín de gas ubicado en la línea de derivación y dado el caso en la cámara primaria únicamente se empuja hacia el interior de esta última como resultado de la onda de presión entrante, antes de que el gas vuelva a introducirse por presión en la línea de derivación después de que haya tenido lugar la transferencia de impulsos. Esto puede ser utilizado para el desacoplamiento térmico en el sentido mencionado, al presentar el cojín de gas mencionado mediante selección adecuada de los parámetros de geometría, en particular, el volumen dentro de la línea de derivación y dado el caso también el volumen "vacío" en la cámara primaria de la bomba de membrana, unas dimensiones suficientemente grandes. "Suficientemente" en este sentido significa, en particular, que este cojín de gas es más grande en volumen que el volumen de gas, que se puede ubicar al máximo en el lado primario de la bomba de membrana. Dicho diseño garantiza que el gas de escape que sale de la cámara de combustión del cilindro respectivo no pueda alcanzar la cámara primaria de la bomba de membrana después de pasar por el interruptor de impulso. Para este propósito, ventajosamente, el volumen de cojín de gas formado conjuntamente por el volumen parcial que forma el lado primario de la bomba de membrana y el volumen interno de la línea de derivación es al menos 1,5 veces, preferentemente al menos 3 veces, el volumen de bombeo de la bomba de membrana.

Mediante tal elección de los parámetros de geometría, entre otras cosas, también es posible realizar la bomba de membrana en su totalidad o en parte de materiales térmicamente inestables o al menos no muy duraderos, como los de plástico.

Las ventajas logradas por la invención son, en particular, que se puede lograr una tensión previa fiable de la membrana utilizando un resorte de lámina como un resorte de pretensión para la membrana con medios particularmente simples y al modo de una construcción ligera con masas en movimiento que se mantienen reducidas. También es posible de esta manera mantener particularmente reducido el espacio de construcción para el sistema de resorte, en particular la longitud axial del resorte pretensado. Con ello puede lograrse una construcción particularmente compacta, manteniendo una eficiencia particularmente alta del motor de combustión interna.

Una ejemplo de realización de la invención se explicará con más detalle con referencia a un dibujo. Aquí muestran:

- la figura 1 una bomba de membrana en sección transversal,
- la figura 2 una forma de realización alternativa de una bomba de membrana en sección transversal,
- la figura 3 en una vista superior, el interior de la tapa de carcasa del lado primario de la bomba de membrana de la figura 2
- la figura 4 una ampliación por fragmentos de la figura 1,

- las figuras 5, 6 en cada caso una forma de realización alternativa de una bomba de membrana en sección transversal,
- las figuras 7 - 11 en cada caso esquemáticamente un motor de combustión interna, y
- la figura 12 una unidad de bomba de membrana en sección transversal.

Las mismas partes están provistas en todas las figuras con los mismos números de referencia.

La bomba de membrana 1 comprende una carcasa de presión 2, cuyo volumen interno 4 está dividido por una membrana 6 elásticamente deformable en una multitud; en el ejemplo de realización ilustrado, dos volúmenes parciales 8, 10 separados uno de otro en el lado del gas.

- 5 Entre una tapa de carcasa 12 del lado del gas primario (lado primario) y una tapa de carcasa 14 del lado del gas nuevo (lado secundario), que juntas forman la carcasa de presión 2, la membrana 6 se ubica por consiguiente como una pared intermedia elásticamente deformable. Esta separa uno de otro el volumen parcial 8 que forma el lado primario y el volumen parcial 10 que forma el lado secundario, que se extienden entre la membrana 6 y las superficies internas curvas de las dos tapas de carcasa 12 y 14 de manera estanca a los gases. El primer volumen parcial 8 a este respecto
- 10 en el sentido del lado primario y, por lo tanto, el volumen primario de la bomba de membrana 1 hace que en este volumen se introduzca el gas impulsor y con ello se accione la bomba. Por el contrario, el segundo volumen parcial 10 es el espacio de gas para el gas nuevo, al que debe transmitirse la entalpía o que debe comprimirse, y así forma el lado secundario de la bomba.

- 15 La membrana 6 se solicita mecánicamente con una fuerza de desviación de pretensión tal que, en el estado sin presión, el volumen parcial 8 que forma el lado primario presenta un valor mínimo dentro del alcance de la deformabilidad de la membrana 6. En este estado, que se corresponde con la representación de la figura 1, la membrana 6, por consiguiente con su centro se apoya contra un tope 16 colocado dentro del volumen parcial 8. Para mantener comparativamente bajas las cargas mecánicas de la membrana 6 durante el funcionamiento, el tope 16 está
- 20 en su región media, en la que se apoya en el tope 16 en el estado sin presión ilustrado, está provista de un disco de contacto metálico 18.

- Para proporcionar la fuerza de pretensado mencionada, en el ejemplo de realización de acuerdo con la figura 1 está previsto un resorte 20 dispuesto en el volumen parcial 8 que forma el lado primario. Esto desvía la membrana 6 en el estado sin presión desde su posición central libre de tensión en la dirección del tope 16 hacia afuera, de modo que la membrana 6 se apoya en este. La fuerza de pretensado del resorte 20 está seleccionada a este respecto mayor que
- 25 la fuerza de retroceso de la membrana 6 desviada al máximo, de modo que la membrana 6 completamente desviada en el estado sin sollicitación de presión de gas se apoya de manera confiable en el tope 16.

- En la tapa de carcasa 12 del lado del gas primario, está dispuesto al menos un canal de entrada y salida 24 como la embocadura del lado del gas en la superficie de afluencia 22 indicada por la línea discontinua, a través del cual el gas impulsor o la columna de gas utilizada para la transmisión de impulsos pueden fluir dentro o fuera del volumen parcial 8 del lado primario que forma el volumen de gas primario de la bomba de membrana 1. Hacia el segundo volumen parcial 10 que forma el lado secundario de la bomba de membrana 1, y de manera correspondiente a través de la tapa de carcasa 14 que delimita este, se conducen en cambio al menos un canal de aspiración de gas nuevo 26 y al menos un canal de presión de gas nuevo 28. Estos están equipados en cada caso con válvulas de retención (válvulas de láminas) 30, 32, de modo que un flujo de gas en el interior del canal de aspiración de gas nuevo 26 puede tener lugar
- 30 exclusivamente en el volumen parcial 10 del lado secundario de la bomba de membrana 1 y en el canal de presión de gas nuevo 28 pueden tener lugar exclusivamente desde el volumen parcial 10 del lado secundario hacia afuera. Con el fin de conseguir una relación de compresión elevada en el lado secundario, las válvulas de retención 30, 32 están instaladas preferentemente lo más cerca posible de la superficie interior 34 de la tapa de carcasa 14, para mantener
- 35 el volumen residual (volumen nocivo) que queda entre la membrana 6 y las válvulas de retención 30, 32 lo más pequeño posible, cuando la membrana 6 se desvía en la superficie interior 34.

- En el estado de reposo, la membrana 6 se desvía al máximo como resultado de la tensión previa en el lado primario, y el volumen parcial 8 del lado primario es mínimo. Por lo tanto, en este estado, el punto de la membrana 6 que se adentra más hacia el volumen parcial 8 que forma el lado primario está definido por la placa de contacto 18 que se
- 40 apoya contra el tope 16. En el lado secundario, sin embargo, el volumen parcial 10 correspondiente se llena al máximo con gas nuevo. Si ahora el lado primario a través del canal de entrada y salida 24 se solicita con gas impulsor presurizado (o el cojín de gas), la membrana 6 se mueve así en la dirección del lado secundario y desplaza bajo compresión el gas nuevo almacenado en el volumen parcial 10 del lado secundario a través de la válvula de retención 32 hacia el canal de presión de gas 28 alojado aguas abajo, hasta que la membrana 6 se apoye contra la superficie interna 34. A continuación se reduce la presión del gas en el lado primario (por ejemplo, mediante una "inundación de retorno" del eje de gas impulsor), Por lo tanto, la membrana 6 es presionada por el resorte 20 y la fuerza de retroceso de la membrana inicialmente existente de nuevo hacia el tope 16. Por lo tanto, el gas en el lado primario es expulsado parcialmente y al mismo tiempo el volumen parcial 10 en aumento en el lado secundario se llena con gas nuevo a
- 50 través del canal de aspiración de gas nuevo 26. La energía almacenada en el resorte comprimido 20 se utiliza así por

consiguiente para el intercambio de carga (expulsión de los gases de escape y la admisión de gas nuevo) en la bomba de membrana 1.

La bomba de membrana 1 está diseñada de manera encauzada para un rendimiento particularmente alto en la transformación del impulso o impulso de presión arrastrado mediante el gas impulsor que entra a través del canal de entrada y de salida 24 en el primer volumen parcial 8 impulsando el pulso arrastrado por el gas o el pulso de presión en un movimiento de la membrana 6 y, por consiguiente, una compresión del gas fresco reservado en el segundo volumen parcial 10 en el caso de una vida útil particularmente larga de los componentes. También a este respecto se presenta en cuenta, en particular que, en principio, las masas en movimiento de la membrana 6 y del resorte 20 deberían mantenerse lo más bajas posible. Para permitir esto en particular, el sistema de resorte está diseñado adecuadamente, al estar realizado el resorte 20 está diseñado como resorte de lámina 36.

Tal resorte de lámina 36 es un sistema de resorte, que puede fabricarse a partir de materiales de menor densidad. Además, un sistema de resorte de este tipo permite mantener reducido el espacio de construcción para el sistema de resorte, en particular, la longitud axial del (de los) resorte (s) pretensado (s). Tal sistema de resorte, que por lo demás tampoco requiere una guía lineal y, por lo tanto, se puede fabricar de una manera particularmente simple, es generalmente el resorte de lámina o todos los derivados, que pueden derivarse de este tipo de resorte, como también el resorte de laminillas compuesto por varias lengüetas de resorte de lámina, como se usa, por ejemplo, como sistemas de resorte en embragues de vehículos.

Ventajosamente están previstos materiales de resorte hechos de material compuesto de fibra liviana en dicho sistema de resorte. Estos materiales presentan alrededor de un cuarto de la densidad del acero.

El resorte de lámina 36 puede estar dispuesto en el lado del gas de suministro o en el lado secundario y, por lo tanto, en el volumen parcial 10 de la bomba de membrana 1. En el ejemplo de realización según la figura 1, sin embargo, se muestra la forma de realización alternativa preferida de la bomba de membrana 1, en la que la fuerza de retroceso sobre la membrana 6 se genera a través de un resorte de lámina 36 dispuesto en el lado de gas de trabajo o el lado primario, representado por tanto como en la figura 1 en forma de resorte de barra, en el volumen parcial 8. El resorte de lámina 36, en el ejemplo de realización de acuerdo con la figura 1 diseñado como un resorte de tracción, está conectado a este respecto centralmente a la membrana 6, de modo que la suma de las fuerzas individuales ejercidas por el resorte de lámina 36 sobre la membrana 6 interviene en el centroide de la membrana 6. El extremo libre 38 respectivo del resorte de lámina 36 está montado o apoyado en la tapa de carcasa 12. En el diseño particularmente ventajoso mostrado, este soporte se realiza sobre superficies de contacto, que poseen una trayectoria en curva, de modo que los extremos libres del resorte puedan rodar en estas trayectorias curvas en un movimiento de balanceo.

Alternativamente, el resorte de lámina 36 también podría estar firmemente conectado a una de las tapas de carcasa 12, 14, para que los extremos elásticos libres actúen sobre la membrana 6. La introducción de fuerza simétrica del resorte de lámina 36 en la membrana 6 es ventajosa, debiendo actuar las fuerzas individuales en su suma en el centroide de la membrana 6. En la región de la introducción de la fuerza de resorte, la membrana 6 está reforzada ventajosamente por discos de apoyo, para reducir cargas de pandeo o altas presiones superficiales.

El resorte de lámina 36 puede consistir en varios resortes individuales superpuestos o estar realizado con múltiples brazos con un número correspondiente de extremos de resorte libres.

Debido a los micromovimientos, que surgen en los extremos libres de los resorte de lámina 36 en movimiento, los extremos de resorte 38 están soportados de una manera ventajosa indirectamente a través de elementos deslizantes, por ejemplo de plástico contra su soporte o están unidos a través de elementos pivotantes o giratorios al soporte. En un diseño preferido el resorte de lámina 36 se compone de un material compuesto con buenas propiedades tribológicas, de modo que se puede prescindir de un elemento deslizante indirecto para el soporte de los extremos de resorte. Por ejemplo, el resorte de lámina 36 puede estar hecho de material compuesto con ligantes de poliamida y el soporte en la carcasa de la bomba de acero inoxidable. Debido a su pequeño grosor, el resorte de lámina 36 se puede integrar en la carcasa de presión 2 de una manera casi sin espacios.

En una forma de realización preferida especialmente, considerada inventiva de manera independiente, como se representa en el ejemplo de realización de acuerdo con la figura 2, el resorte de lámina 36, dado el caso adicionalmente a la membrana 6, está realizado preformado y curvado. El tope final para la membrana 6 está previsto en este sentido indirectamente mediante el resorte de lámina 36, al apoyarse el resorte de lámina 36 en su posición de reposo en la tapa de carcasa 12 cuando se relaja. Con el fin de hacer que la operación de colocación en la tapa de carcasa 12 sea particularmente cuidadoso con los materiales, la forma se selecciona preferentemente a este respecto de modo que este hecho tenga lugar como enrollado comenzando en los extremos del resorte. Por lo tanto, una tope en forma de un componente independiente o es innecesario. Además, la tapa de carcasa 12 del lado primario está provista en su lado interno 39 de un rebaje 46 para alojar el resorte de lámina 36, del que en la figura 2, debido a la vista seccionada puede verse el borde frontal 48. El rebaje 46 en la tapa de carcasa 12 para alojar el resorte 36 está realizado geométricamente para que el resorte pueda llevar a cabo la operación de enrollado mencionada en la colocación.

La fuerza de resorte o característica del resorte 20, 36 debería presentar en las dos variantes descritas anteriormente en caso de desviación máxima de la membrana 6 en el primer volumen parcial 8 del lado primario un exceso de fuerza

- mínima, que se corresponde con esa fuerza, que contrarresta las pulsaciones del gas de trabajo a través de la superficie de la membrana mediante la presión mínima del gas. La fuerza de retroceso máximo del resorte 20, 36 en la desviación total de membrana hacia la cámara de gas de suministro o el volumen parcial 10 del lado secundario se determina por varios factores, como la frecuencia de pulso del gas de trabajo, las masas en movimiento, el volumen de suministro de la bomba y la contrapresión del gas de suministro cuando se empuja fuera de la bomba. Las fuerzas de resorte y su curso durante la carrera de resorte, es decir, la curva característica, deberían adaptarse por tanto individualmente al caso de aplicación de la bomba. Con el fin de lograr una carga de material en gran medida uniforme y, por lo tanto, conseguir una vida útil más larga de los componentes en su conjunto, el resorte de lámina 36 además en su región parcial media 49, central, en la que está también conectado a la membrana 6, está realizado ensanchado, estrechándose hacia las regiones del borde exterior y hacia los extremos libres 38. Por lo tanto, el resorte de lámina 36 presenta una anchura mayor en su región parcial 49 media que en su región de borde externa, de modo que, en una vista superior preferentemente se obtiene una geometría trapezoidal. Esto puede distinguirse a partir de la vista superior mostrada en la figura 3 del lado interno 39 de la tapa de carcasa 12 en el lado primario, en la que también se hace distinguible el rebaje 46.
- La bomba de membrana 1 mostrada en el ejemplo de realización de acuerdo con la figura 1, adicionalmente también en una realización considerada inventiva de manera independiente, que puede usarse junto con o independientemente del diseño descrito anteriormente, está diseñada para convertir la energía cinética del impulso de gas de una onda de presión entrante de manera particularmente eficiente en un movimiento de membrana. Para está previsto conducir el flujo de gas como sea posible a la totalidad o una gran parte de la superficie de la membrana. A este respecto la formación de turbulencias debe evitarse en la medida de lo posible, de modo que el impulso de las moléculas de gas pueda incidir en la membrana 6 principalmente de forma perpendicular. Por estas razones, la bomba de membrana 1 según el ejemplo de realización está diseñada de acuerdo con su principio de diseño, para conducir la onda de presión entrante a través de un elemento difusor antes de impactar en la membrana 6.
- En el ejemplo de realización de acuerdo con la figura 1, esto se logra mediante un moldeado adecuado del lado interno 39 o superficie interna del volumen parcial 8 que forma el lado primario. A este respecto el lado interno 39 está conformado de tal manera que, en una sección parcial diseñada como región de difusor 40 forma el difusor con sección transversal que se amplía continuamente en la dirección de la membrana 6. Con el fin de proporcionar a este respecto un volumen previo dimensionado de manera especialmente adecuada para el efecto de difusor deseado, dentro del cual la onda de presión entrante puede propagarse suficientemente bien antes del contacto con la membrana 6, a este respecto en el ejemplo de realización para el posicionamiento del tope 16, está prevista una distancia desde la superficie de afluencia 22 de aproximadamente 25 a 30 mm. Por lo tanto, se implementa el criterio de diseño de que en el estado sin presión para el punto de la membrana 6 que más se adentra en el volumen parcial 8 que forma el lado primario, es decir, la placa de contacto 18 que se apoya en el tope 16, debería mantenerse una distancia mínima de al menos 5 mm desde la superficie de afluencia 22.
- Para implementar el diseño de tipo difusor de la tapa de carcasa 12 de una manera particularmente simple, en el ejemplo de realización de acuerdo con la figura 1, el lado interno 39 de la tapa de carcasa del lado primario en la región del difusor 40 está realizado como una superficie lateral de un cono truncado 42.
- A este respecto, en el ejemplo de realización de acuerdo con la figura 1 condicionado por el tipo de construcción, la tapa de carcasa 12 del lado del gas primario en la región del difusor 40 en su totalidad, es decir, tanto dentro como fuera, está realizada a modo de un cono truncado 42. Alternativamente, por supuesto, también es posible. para lograr el efecto difusor deseado diseñar únicamente el lado interno 39 de la tapa de carcasa 12 de otro modo y su lado externo con otra geometría adecuada para el fin de utilización respectivo, por ejemplo cilíndrico.
- En el ejemplo de realización, la entrada 22 del lado del gas y, por lo tanto, el canal de entrada y salida 24 en el volumen parcial 8 que forma el lado primario presentan un área de sección transversal de libre circulación de aproximadamente 2 a 5% y, por lo tanto, de a lo sumo el 70% del área de la membrana 6 que limita el volumen parcial 8 que forma el lado primario. El ángulo de apertura del cono truncado 42 asciende preferentemente y para una eficiencia particularmente alta entre 10 ° y 30 °.
- En el lado del accionamiento o lado primario, la tapa de carcasa 12 en el ejemplo de realización de acuerdo con la figura 1 con una disposición de resortes centrada precisamente en la región 40 realizada como un difusor presenta un contorno en forma de embudo, en el que un borde de membrana firmemente sujeto requiere un borde de embudo que termina paralelo a la membrana y la membrana sujeta de manera movable puede recibir un borde de embudo inclinado. El contorno del embudo puede ser recto hacia el centro en sección transversal o también discurrir ligeramente cóncavo.
- Con respecto a la geometría y moldeado, la carcasa de presión 2 de la bomba de membrana 1 para ambas variantes descritas anteriormente de acuerdo con la figura 1 o 2 se compone esencialmente de las dos tapas de carcasa 12, 14, cuyo plano de unión representa el plano de la membrana 6 o un plano paralelo al mismo. El contorno interno de la tapa de carcasa 14 del lado secundario determina significativamente la deformación de la membrana 6 en su estado desviado y, por lo tanto, su carga mecánica. En el lado secundario o de gas de suministro, es decir en la tapa de carcasa 14, su contorno interno está diseñado convenientemente de modo que la membrana 6 se coloca contra la superficie interior 34 desde el borde de la membrana hasta el centro bajo la presión del gas impulsor, es decir, se enrolla, y no se superan las tensiones de tracción y flexión máximas permisibles del material de membrana. Por lo

tanto, está previsto preferentemente un contorno de la tapa de carcasa para la membrana 6 sujeta firmemente al borde, que en principio se corresponde en sección transversal con una doble S acostada, y para el borde de la membrana sujeto de forma móvil un contorno de la tapa de carcasa, que se corresponde con una cúpula.

5 Las tapas de carcasa 12, 14 pueden fabricarse en principio de manera entable como piezas moldeadas por inyección de plástico, piezas prensadas de chapa o fundidas a presión.

10 La membrana 6 está realizada en el ejemplo de realización como una placa circular plana, pero también puede tener una forma elíptica. Como materiales están previstos en particular metales o plásticos (termoplásticos, plásticos termoendurecidos, elastómeros, etc.), que pueden presentar refuerzos de fibra (fibra de vidrio, fibra de carbono, etc.). Para reducir la carga mecánica en la membrana 6 bajo tensión y flexión y, por lo tanto, durante el funcionamiento de la bomba de membrana 1, como puede desprenderse de la representación ampliada en la figura 4 por fragmentos, el borde de la membrana 50 está sujeto de manera móvil entre las tapas de carcasa 12, 14. La sujeción móvil se consigue a este respecto mediante protuberancias radiales elevadas elásticas. En el ejemplo de realización para ello están previstas en cada caso juntas tóricas 52, 54 que sobresalen de las tapas de carcasa 12, 14. Alternativamente, en principio, sería posible también una sujeción del borde de membrana 50 en la carcasa de presión 2 a través de una capa intermedia de materiales elásticos.

15 Un alivio de carga adicional de la membrana 6 puede provocarse mediante una deformación plástica de la membrana 6, que se produce durante la producción o durante el funcionamiento, en una forma abombada, que se corresponde aproximadamente con la curvatura de la tapa de carcasa 14. A través de un moldeado artificial de este tipo de la membrana 6, la carga de tracción en la máxima desviación se reduce considerablemente. En particular, la membrana 20 6 ya no presenta ningún pretensado propio debido al moldeado abombado, que en un estado sin presión se orientaría en la posición central. Más bien, la membrana 6 se acerca con su curvatura al contorno interior curvado de la carcasa de bomba, de modo que, en la desviación máxima, no se producen tensión de tracción alguna o menor en la membrana 6, como sería el caso con un contorno de membrana plano. Dicha membrana 6 abombada, teóricamente en el paso medio, que se define por el plano del borde de la membrana 50 sujeto, estaría sometida a tensiones de compresión, que llevaría a la membrana 6 de paredes delgadas a la formación de pliegues o de pandeo. Por otro lado, sin embargo, 25 las cargas superficiales desiguales localmente entre el gas de suministro y el gas de trabajo actúan a través de las fuerzas de resorte de retroceso que actúan en la membrana 6 de forma parcial o local, de modo que parece que no se produce un pandeo en la membrana 6 y en su lugar surgen patrones de curvatura de orden superior en la membrana 6. Dependiendo del punto de aplicación de las fuerzas de retroceso, estos patrones de curvatura pueden tener 30 formación de onda radial o una estructura en forma de roseta.

El peligro de formación de pliegues o pandeo de una membrana (única) 6 puede contrarrestarse de la manera de una forma de realización preferida mediante membranas de paredes delgadas superpuestas formando varias capas. Las membranas de paredes delgadas, que ahora individualmente en cada caso presentan menor espesor, poseen mayor resistencia a la flexión alternante, sin embargo, alcanzan con el mismo espesor total, por encima de la suma de su 35 número, una resistencia a la tracción similar a una membrana única. Las membranas de paredes delgadas se presionan unas sobre otras durante el funcionamiento mediante las presiones de gas que actúan a ambos lados.

El diseño de tipo difusor del volumen primario puede estar previsto, como se describe anteriormente en combinación con la realización del sistema de resorte como un resorte de lámina 36. En el ejemplo de realización de acuerdo con la figura 5, en contraste, se muestra una variante en la que el diseño de tipo difusor de la carcasa se combina con un sistema de resorte realizado más bien convencional. Esto comprende un resorte 56, que se apoya, por un lado, en la 40 tapa de carcasa 12 del lado del gas primario, y por otro lado, a través de una caja de resorte 58, que está firmemente unida a la membrana 6.

Particularmente ventajoso es que la entrada de flujo céntrica de la membrana 6 se considere mediante la onda de presión entrante o el gas impulsor entrante. Para este fin, como se representa en los ejemplos de realización de acuerdo con las figuras 1, 5, el eje central 44 de la región de difusor 40 se alinea paralelo al eje central de la membrana 6 y se coloca de forma concéntrica a este. El término "eje central de la membrana 6" debe entenderse en este sentido como la normal de superficie de la membrana 6 a través de su centro o centro de gravedad en el estado relajado o no 45 deformado. En contraste, si el flujo perpendicular hacia la membrana 6, por ejemplo, por razones de espacio o diseño no es posible, también puede estar prevista una entrada de flujo a modo de difusor tangencial. Un ejemplo de realización de tal construcción se muestra en la figura 6. Aunque esta disposición en la bomba de membrana 1" no permite la afluencia exclusivamente simétrica de la membrana 6, sin embargo también utiliza la mayor parte del área de membrana disponible, para transferir a esta impulso. En ambos ejemplos de realización, para un efecto difusor particularmente favorable, la región de difusor 40, vista en la dirección de su eje central 44, presenta preferentemente una longitud de al menos una vez y media la carrera de la membrana.

55 Tanto en el ejemplo de realización de la figura 5, como en el ejemplo de realización de la figura 6, la fuerza de retroceso se ejerce sobre la membrana 6 mediante el resorte 56 dispuesto en el lado del gas de trabajo o el lado secundario en el volumen parcial 10, realizado como resorte de compresión. La disposición central del resorte 56 prevista a este respecto es ventajosa dado que nominalmente ninguna fuerza lateral actúa mediante la flexión de la membrana 6. Para asegurar un movimiento exclusivamente axial del resorte 56, El resorte 56 está provisto de una guía lineal o axial. Esta se garantiza en el ejemplo de realización mediante un pasador de guía 60 unido a la membrana 6 y perpendicular 60

a esta, que a su vez está guiado en un cojinete deslizante 62 fijo. Alternativamente, pueden estar previstos también uno o más resortes de tracción en el lado primario de la membrana 6, es decir en el volumen parcial 8. Sin embargo, las sujeciones con forma de ojal de los extremos de resorte muestran un comportamiento de durabilidad deficiente debido a su pandeo. Los extremos de resorte en este caso de aplicación deberían estar realizados de manera similar a los resortes de compresión, a través de cajas de resorte, que agarran en cada caso la primera vuelta de los resortes de tracción. Tal resorte de tensión sería ventajoso con respecto al resorte de compresión en cuanto a la ausencia de riesgo de pandeo, de modo que no se requeriría una guía lineal de la membrana 6.

También sería posible una suspensión neumática de la membrana 6. Las ventajas surgen a este respecto en términos de baja masa de resorte y la posible renuncia de una guía lineal. Este resorte neumático podría estar compuesto ventajosamente de un volumen de gas herméticamente sellado en un recipiente deformable, que se comprime a través de la membrana 6. Un contenedor de este tipo podría realizarse, por ejemplo en forma de un fuelle o únicamente de una esfera.

De manera particularmente ventajosa y en una realización considerada como independientemente inventiva la bomba de membrana 1, 1', 1'' realizada de acuerdo con las explicaciones anteriores, se utiliza a modo de una denominada bomba de carga de gases de escape en la línea de gases de escape de un motor de combustión interna. Por lo tanto, las ventajas de la introducción del gas impulsor en el espacio primario de la bomba de membrana a través de un difusor se pueden utilizar para aumentar la eficiencia. Por lo tanto, un motor de combustión interna de este tipo puede realizarse con un rendimiento de potencia específico particularmente alto y/o un consumo de combustible específico particularmente bajo. Como ejemplo de realización para esto se muestra en la figura 7 esquemáticamente un motor de combustión interna 70, que está diseñado de acuerdo con el procedimiento de 4 tiempos. Comprende una cantidad de cilindros 72, de los cuales en la figura 7 solo se muestra uno, y en los que en cada caso se guía un pistón de trabajo 74. El pistón de trabajo 74 actúa a través un cigüeñal 78 sobre una biela 76. Dependiendo del diseño y la construcción del motor de combustión interna 70, también a este respecto el pistón o los pistones de trabajo 74 de varios o de todos los cilindros 72 actúan sobre un cigüeñal 78 común.

Dentro del cilindro 72 está ubicado en una construcción convencional la cámara de combustión 80, en la que en el ciclo de trabajo del cilindro 72, una mezcla de aire y combustible comprimida se lleva a la combustión. En respuesta a esto, el pistón de trabajo 74 dispuesto de manera desplazable en el cilindro 72 realiza una carrera de trabajo, accionando el cigüeñal 78 para realizar el trabajo. Después de completar la carrera de trabajo, es decir, después de la expansión realizada del gas de trabajo quemado en el cilindro 72 y poco antes de llegar al llamado "punto muerto inferior" (UT), el gas de trabajo quemado se suministra como gas de escape durante una carrera de escape del cilindro 72 de un sistema de escape 82 conectado a este en el lado de salida.

Para el intercambio de gas requerido para el funcionamiento del cilindro 72, el espacio de combustión 80 está conectado en el lado de entrada de gas con un sistema de entrada de gas 84 y en el lado de salida con el sistema de escape 82. Para controlar el cambio de gas en la cámara de combustión 80, a este respecto la cámara de combustión 80 se puede cerrar por un lado con respecto al sistema de entrada de gas 84 por medio de un sistema de válvula de entrada 86, que el ejemplo de realización de acuerdo con la figura 7 está diseñado como una válvula de entrada 88. Por otro lado, la cámara de combustión 80 se puede cerrar con respecto al ramal de gas de escape 90 que conduce al sistema de escape 82 por medio de un sistema de válvula de salida 92, que el ejemplo de realización de acuerdo con la figura 7 está diseñado como una válvula de salida 94.

El motor de combustión interna 70 está diseñado de manera encauzada para un rendimiento de potencia específico particularmente alto y/o una eficiencia particularmente alta y con ello un bajo consumo de combustible específico. Para ello está previsto extraer del gas de escape caliente que sale de la cámara de combustión 80 durante el ciclo de salida del respectivo cilindro 72 al menos parte de la entalpía de gases de escape que de otra manera no se usa, para convertir esta en energía de accionamiento mecánica y/o en aumento de la densidad del aire del gas nuevo en términos de una carga de una manera que aumente el rendimiento. Esto se debe lograr al extraerse impulso y/o energía de la onda de presión del gas de escape que sale de la cámara de combustión 80 durante el ciclo de escape en la mayor medida posible y para la compresión previa del gas nuevo que fluye a la cámara de combustión 80 transferirse a esta.

Para permitir esto el ramal de gas de escape 90 está realizado con derivaciones. Para este propósito, un interruptor de impulsos 96 está conectado en el ramal de gas de escape 90, que en el lado de entrada está conectado al sistema de válvula de salida 92 y en el lado de salida, por un lado, a través de un línea de derivación 98 al lado primario de la bomba de membrana 1 diseñada según las realizaciones anteriores y, por otro lado, con una línea de gas de escape 102 que conduce al sistema de escape 82. La cámara de combustión 80 está conectada por consiguiente en el lado de salida a través del sistema de válvula de salida 92 y a través del interruptor de impulsos 96, tanto con el sistema de escape 82 como con el lado primario de la bomba de membrana 1.

A través de este circuito, en el ejemplo de realización de acuerdo con la figura 7 está previsto el uso de la entalpía extraída de los gases de escape en la bomba de membrana 1 para la compresión y, por lo tanto, para la pretensión de un flujo de gas frío alimentado al lado secundario de la bomba de membrana 1, concretamente, en este ejemplo de realización, al flujo de aire de gas nuevo previsto para la alimentación a la cámara de combustión 80. En consecuencia, en el ejemplo de realización de acuerdo con la figura 7 la bomba de membrana 1 está conectada en el lado secundario a una línea de gas nuevo 106, que es guiada a través de un radiador de sobrealimentación 108 y en el lado de salida

está unida mediante el sistema de válvula de entrada 86 a la cámara de combustión 80 del cilindro 72.

En el ejemplo de realización de acuerdo con la figura 7, el cilindro 72 del motor de combustión interna 70 se muestra en el momento en el que el pistón de trabajo 74 se encuentra en el punto muerto inferior (UT) y comienza el ciclo de salida del cilindro 72. La válvula de salida 94 ha comenzado a abrirse. Cuando se abre la válvula de salida 94, el gas de escape que aún permanece bajo presión residual se escapa de la cámara de combustión 80 del cilindro 72 al canal de salida o sistema de escape 90. Dado que la presión residual del gas de escape en el cilindro 72 está situada por regla general entre 2-8 bar y en el canal de salida prevalecen contrapresiones de gas de escape promedias de aproximadamente 1.1-1,6, debido a las relación de presión supercrítica el gas de escape fluyen por la válvula de salida 94 a la velocidad del sonido. Debido a las altas temperaturas de los gases de escape, que se encuentran en la práctica entre 350-1150 ° C, la velocidad del sonido del gas de escape alcanza valores de hasta 1000 m / s. El impulso ($p = m \cdot v$) de la onda de presión del gas de escape es correspondientemente alto, que se debe utilizar en el sistema presente de manera encauzada aumentando la eficiencia y/o rendimiento.

Dependiendo de la velocidad de giro del motor y del diseño del impulso de válvula de motor, el tiempo de funcionamiento de la onda de presión del gas de escape primario rico en energía es de aproximadamente 10-50 ° de cigüeñal. La onda de presión de gas de escape fluye a este respecto a través del interruptor de impulsos 96, que representa ventajosamente una derivación de tubo. El interruptor de impulsos 96 presenta a este respecto un canal principal 110 unido en el lado de entrada con el sistema de válvula de salida 92 y en el lado de salida conectado al lado primario de la bomba de membrana 1, del cual se ramifica un canal de gas de escape 112 que desemboca en el lado de salida en el canal de gas de escape 102 y unido a través de este con la instalación de escape 82. Por consiguiente, el canal principal 110 desemboca hacia la línea de derivación 98 que conduce hacia la bomba de membrana 1, mientras que el canal de gas de escape 112 corre hacia el sistema de escape 82, a través del cual el gas de escape llega al exterior.

El interruptor de impulsos 96 tiene la tarea de conducir el impulso de la corriente de gases de escape de la manera más completa posible hacia el línea de derivación 98 en la apertura de la válvula de salida 94, de modo que en una primera fase de reloj del ciclo de salida el impulso de la onda de presión de gas de escape que sale del cilindro 72 se transmite tan completamente como sea posible o al menos parcialmente al lado primario de la bomba de membrana 1. En esta fase, inicialmente va a impedirse en gran medida una descarga de gas de escape en el canal de gas de escape 112, lo que significaría una pérdida de impulso. La transferencia de impulso deseada desde la onda de presión del gas de escape al lado primario de la bomba de membrana 1 puede tener lugar a este respecto, al llegar el gas de escape, al menos parcialmente, directamente a la bomba de membrana 1; especialmente preferida es una transferencia de momento indirecta, en la que la onda de presión del gas de escape que sale del cilindro 72 transmite su pulso de forma parcial o lo más completa posible a la columna de gas que ya se encuentra en la línea de derivación 98, que a su vez lo envía a la bomba de membrana 1.

En la bomba de membrana 1, el impulso (introducido directa o indirectamente) de la corriente de gas de escape impacta en la membrana 6 y la deforma por transmisión de impulsos. La masa en movimiento de la membrana elástica 6 se selecciona preferentemente de manera comparable a la masa de la columna de gas de escape acelerada, para transmitir en la transferencia de impulsos ($m_{gas} \cdot v_{gas} = m_{pared} \cdot v_{pared}$) tanta energía cinética como sea posible ($\frac{1}{2} m_{pared} \cdot v_{pared}^2$) a la membrana 6. El gas presente en el lado primario de la bomba de membrana 1 se expande por consiguiente en el volumen de gas primario creciente o el volumen parcial 8 de la bomba de membrana 1. Al mismo tiempo, en el lado enfrentado de la membrana 6 se comprime gas nuevo en el volumen secundario o de gas nuevo o volumen parcial 10 de la bomba de membrana 1 conectado a la línea de gas nuevo 106. En la bomba de membrana 1, la entalpía del gas de escape convertida en trabajo de expansión en el lado primario se convierte así en energía de compresión del gas nuevo guiado en la línea de gas nuevo 106 en el lado secundario.

Debido a la masa extremadamente baja de la membrana 6, es posible un cambio muy rápido en el volumen en la bomba de membrana 1 y, en consecuencia, una relajación inmediata del gas de escape dentro de unos pocos grados de cigüeñal, de modo que la primera fase de reloj del ciclo de salida prevista para la conversión de la entalpía del gas de escape convertida en el lado primario en trabajo de expansión en energía de compresión del gas nuevo guiado en la línea de gas nuevo 106 en el lado secundario puede mantenerse de manera correspondientemente corta.

A continuación sigue la segunda fase de reloj del ciclo de escape, en la que el gas de escape fluye hacia el sistema de escape 82. Después de realizar la deformación de la membrana 6, esta se mueve por una fuerza de retroceso a su posición original y empuja el gas de escape o la columna de gas ubicada en la línea de derivación 98 a través de la línea de derivación 98 hacia el interruptor de impulsos 96 hacia atrás. Desde allí, el gas de escape en la segunda fase de reloj del ciclo de salida, sin pasar por la bomba de membrana 1, es decir sin fluir a través de esta, llega al canal de gas de escape 102. Del mismo modo, el pistón 74 empuja el gas de escape presente todavía en el cilindro 72 fuera de este a través del ramal de gas de escape 90 y el interruptor de impulsos 96 hacia el canal de gas de escape 112. Sin embargo, el gas nuevo es presionado durante la compresión desde la bomba de membrana 1 por una válvula de retención prevista allí hacia la línea de gas nuevo 106 configurado y previsto como línea de acumulador de presión, en la que permanece, hasta que la válvula de entrada 88 y una válvula adicional 120 opcionalmente presente se abran. La línea de gas nuevo 106 se puede considerar como acumulador intermedio, a la que se alimenta el gas nuevo comprimido en la bomba de membrana 1 y se almacena allí para alimentarlo a la cámara de combustión 80 del cilindro 72.

La bomba de membrana 1, 1', 1" es particularmente adecuada para el uso en la forma de una bomba de carga de gases de escape para sobrealimentar motores de combustión interna de uno o dos cilindros, como se utilizan por ejemplo en vehículos de dos ruedas, vehículos todo terreno, motos de nieve, equipamientos de ocio, motores de aviación y motores estacionarios, pero también para motores de varios cilindros en el sector de turismos, para apoyar, por ejemplo, los turbocargadores existentes. A continuación, se presentan conceptos preferidos adicionales, tomados en cada caso como inventivos de manera independiente, para la integración de tal bomba de carga de gases de escape en el sistema de escape de un motor de combustión interna.

Carga estratificada:

Mediante el uso de una bomba de membrana 1, 1', 1" del tipo descrito anteriormente como una bomba de carga de gases de escape se producen otras posibilidades de la carga estratificada en el cilindro 72 de un motor de combustión interna 70', mediante las cuales se pueden usar de manera controlada, los combustibles también ligeramente inflamables en particular como el hidrógeno.

En la figura 8 se representa un motor de combustión interna 70' diseñado para el uso del hidrógeno como combustible. Este se considera inventivo de manera independiente.

El motor de combustión interna 70' mostrado en la figura 8 está diseñado para suministrarse en la fase de barrido tanto con aire comprimido previamente desde la bomba de membrana 1, 1', 1" de acuerdo con el principio de trabajo descrito anteriormente como también con aire del entorno atmosférico. Para ello, en la línea de gas nuevo 106 en un punto aguas abajo del radiador de sobrealimentación 108, desemboca una línea de aire nuevo 124 adicional, provista con una válvula de retención 122. El barrido del cilindro 72 se realiza a este respecto en dos fases separadas en el tiempo. Al comienzo de la fase de barrido de entrada o de superposición de válvulas de admisión y de salida, se utiliza aire comprimido previamente exclusivamente desde la línea de gas nuevo 106 que sirve como línea de almacenamiento para el barrido del cilindro 72, Solo cuando la presión en la línea de gas nuevo 106 que sirve como línea de almacenamiento haya alcanzado el nivel atmosférico, el motor de combustión interna 70' comienza a aspirar en la segunda fase de barrido a través de la válvula de retención 122 aire del ambiente. La primera fase de barrido se usa para purgar el gas residual y para enfriar las superficies de la cámara de combustión en el motor. En la segunda fase de barrido al aire atmosférico se puede agregar combustible. Este proceso de barrido permite evitar pérdidas de barrido de energía en el sistema de salida y evitar el contacto directo de la mezcla de aire y combustible con gas de escape caliente. Un procedimiento de barrido de este tipo, que se considera inventivo de manera independiente es ventajoso, en particular por consiguiente para combustibles ligeramente inflamables, tales como gas de hidrógeno, para reducir el riesgo de ignición espontánea por enfriamiento de la cámara de combustión y almacenamiento previo de aire.

Sobrealimentación:

El motor de combustión interna 70" considerado asimismo inventivo de manera independiente, representado en la figura 9 está diseñado de manera encauzada para alcanzar grados especialmente altos de sobrecarga. En esta variante, la línea de aire nuevo 124 provista con la válvula de retención 122 está prevista además de y en combinación con la válvula adicional 120 en la línea de gas nuevo 120.

Durante el funcionamiento de este motor de combustión interna 70", la línea de gas nuevo 106 que sirve como línea de acumulador de presión está bloqueada por la válvula adicional 120 en una primera fase de barrido. Por lo tanto, el motor en esta fase de barrido aspira aire de la atmósfera exclusivamente a través de la línea de aire nuevo 124, hasta que el pistón descendente 74 haya alcanzado aproximadamente el área del punto muerto inferior. Ahora la válvula adicional 120 abre la línea de gas nuevo 106 para la segunda fase de barrido, para que el aire allí retenido, comprimido previamente por medio de la bomba de membrana 1, 1', 1" fluye a través del canal de aspiración hacia el cilindro del motor y lleva a la sobrecarga deseada. La válvula de retención 122 en la línea de aire nuevo 124 evita a este respecto la salida del aire precomprimido a la atmósfera. Los altos niveles de sobrecarga se logran en esta forma de realización porque el motor de combustión interna 70" recibe su carga del cilindro en gran medida mediante la aspiración libre y el aire comprimido previamente completo mediante la bomba de membrana 1, 1', 1" utilizada como bomba de carga de gases de escape se utiliza exclusivamente para la sobrealimentación. La presión de aire que queda en la línea de gas nuevo 106 que forma el canal de aspiración durante el cierre de válvula de entrada y la válvula adicional respalda en el siguiente ciclo de trabajo una eficiente purga de gas residual.

Sobrealimentación en dos cilindros con 360 grados de distancia de encendido:

Para dos cilindros 72 con 360 grados de distancia de encendido, que trabajan en el proceso de cuatro tiempos, está previsto ventajosamente uno de los diseños en cada caso igualmente considerados inventivos de manera independiente de acuerdo con la figura 10 o la figura 11, con los cuales puede alcanzarse una sobrealimentación de una manera particularmente simple y eficiente. Debido al desfase de encendido de 360 grados de los dos cilindros del motor 72, el impulso de gas de escape de un cilindro 72 que acciona la bomba de membrana 1, 1', 1" se produce casi al mismo tiempo que el momento favorable para la sobrealimentación de gas nuevo del otro cilindro 72. Esta circunstancia hace posible, prescindir de válvulas adicionales de control de fase y utilizar el impulso de los gases de escape de un cilindro 72 para la sobrealimentación de gas nuevo del segundo cilindro 72 correspondiente. Ambos

cilindros del motor 72, tal como se describe arriba, llevan a cabo Inicialmente una introducción de aire de aspiración libre.

5 El procedimiento de la invención descrito anteriormente es particularmente adecuado para todos los tipos de construcción de motores con números de cilindros pares, en los que en cada caso dos cilindros 72 están desplazados 360 grados en el ciclo de trabajo, y que están equipados con en cada caso una bomba de membrana 1, 1', 1" conectada como una bomba de carga de gases de escape, por cada cilindro 72 (figura 10) o por cada dos cilindros 72 (figura 11). Para el motor en línea de cuatro cilindros con un cigüeñal plano, por ejemplo, los cilindros 1 y 4 o 2 y 3 se agrupan preferentemente para el proceso de sobrecarga descrito.

10 Con el fin de hacer posible un aumento particularmente alto de la eficiencia del motor de combustión interna 70, 70', 70", 70"', 70''' mediante el uso de la entalpía de gases de escape, en una realización preferida, la bomba de membrana 1 de acuerdo con la descripción anterior está diseñada para una transferencia de impulso particularmente eficiente desde la onda de presión del gas de escape a la membrana 6 y, por lo tanto, una conversión en energía de compresión del gas nuevo. Para este propósito, la introducción de la onda de presión del gas de escape en el volumen primario de la bomba de membrana 1 a través del difusor es particularmente favorable.

15 Como se indica en la ilustración de acuerdo con la figura 12, el difusor se realiza a este respecto en este ejemplo de realización mediante el moldeado a modo de embudo o troncocónico de la tapa de carcasa 12, de acuerdo con la variante ilustrada en la figura 1 de la bomba de membrana 1. Naturalmente, sin embargo, todas las demás variantes ilustradas para el diseño de la bomba de membrana 1, 1', 1" son ventajosas y asequibles.

20 Alternativa o adicionalmente, el difusor previsto de acuerdo con la invención para la introducción de la onda de presión de gas de escape en la bomba de membrana 1 pero también se puede realizar mediante un diseño correspondiente de la línea de derivación 98 en sí. En esta variante independientemente inventiva, la línea de derivación 98 en su región de embocadura en la bomba de membrana 1 presenta un área de sección transversal libre ampliada hacia su punto de conexión con el interruptor de impulsos 96 en al menos una vez y media.

25 Una variante de la invención particularmente ventajosa basada en una realización de la línea de derivación 98 como elemento difusor, que es especialmente favorable y adecuada en particular para aplicaciones en motores de varios cilindros, se muestra esquemáticamente en la figura 12. A este respecto varios componentes de bombas de membrana individuales están intercambiador y combinadas en una unidad de bomba de membrana 130, para lograr un mayor volumen de bombeo. Son ventajosas a este respecto disposiciones, en las que se agrupan las cámaras de la misma función. En particular, a este respecto está previsto un volumen parcial 8 común que forma el volumen primario para dos o más volúmenes secundarios, que está delimitado en ambos lados por una membrana 6 elásticamente deformable en cada caso. El volumen parcial 8 está conectado en el lado del gas impulsor con la línea de derivación 98, que se ensancha inmediatamente antes de la confluencia en el volumen parcial 8 en su sección transversal y, por lo tanto, forma la región del difusor 132. Por lo tanto, en este caso también está previsto un curso de tubo de tipo difusor en la región de entrada, cuya sección transversal de línea aumenta hacia el lado primario de la bomba de membrana y en este ejemplo de realización asume un curso de sección transversal aproximadamente rectangular.

35 En el lado secundario, un volumen parcial 10 en este ejemplo que forma el lado secundario está dispuesto en cada caso en ambos lados del volumen parcial 8, que está separado en cada caso del primer volumen parcial 8 de manera estanca al gas en cada caso a través de la membrana 6 asociada, y que en cada caso- de manera análoga a los ejemplos antes mencionados - a través de un canal de aspiración /presión de gas nuevo 26, 28 está conectado en la línea de gas nuevo de un cilindro de en cada caso de un motor de combustión interna. Así, por ejemplo, dos cilindros del motor de combustión interna pueden suministrarse simultáneamente con gas nuevo precomprimido a través de la unidad de bomba de membrana 130, siendo necesaria únicamente un línea de derivación 98 junto con el volumen parcial 8 del lado primario asociado.

40 Por ejemplo, puede estar prevista una tapa de carcasa común para ambas unidades de bomba. Una doble cámara de este tipo en el lado del gas de trabajo permite ventajosamente que el gas impulsor fluya lateralmente hacia el centro de las membranas 6. Con ello puede conseguirse la curva de presión deseada.

45 Con el fin de mejorar aún más la transferencia de energía deseada del gas impulsor a la membrana 6 por transferencia de impulsos, por ejemplo, en el diseño de acuerdo con la figura 7, para seguir mejorando, la masa de gas se elige ventajosamente con respecto a la masa de membrana. Preferentemente, masa gaseosa y masa de membrana, incluyendo todas las masas que se mueven, unidas a la membrana 6, son aproximadamente iguales. Como en la práctica la masa de membrana a menudo resulta ser más grande que la masa de gas situada en la onda de presión, la masa de gas, que finalmente actúa sobre la membrana 6, puede agrandarse mediante el cojín de gas ubicado en la línea de derivación 98. Este cojín de gas también es atribuible a la masa de gas situada en el difusor. Una onda de presión que ingresa en la línea de derivación 98 impacta con su impulso en la masa de gas situada en la línea de derivación 98 y el difusor, acelera esta, aumentándose la masa total de gas, pero la velocidad del gas de la masa total de gas es más baja que la de la onda de presión inicialmente entrante. Sin embargo, el impulso sigue siendo casi el mismo, con el resultado de que la masa de gas y la masa de la membrana se han aproximado en relación y se produce una mayor transferencia de energía a la membrana.

La proporción del impulso del gas impulsor, que no se transfiere a la membrana 6, se produce como masa de gas reflejada. Para utilizar este pulso residual del gas impulsor para la transferencia de energía a la membrana 6, el difusor delante de la membrana 6 es útil, ya que él permite que la corriente de gas llegue en forma de cono a la membrana 6 y por consiguiente las moléculas de gas reflejadas presentan un componente radial, que, con un suministro de impulsos adicional entre la membrana 6 y la tapa de carcasa 12, se extiende radialmente hacia el borde de carcasa, de modo que en este caso la presión de gas estática aumenta aún más.

Dado que la bomba de membrana 1 en el ejemplo de realización se hace funcionar con gas de accionamiento caliente, a saber, el gas de escape del motor de combustión interna 70, la línea de derivación 98 que incluye el difusor al espacio de trabajo, está diseñada ventajosamente en su volumen de 1,5 a 3 veces más grande que el volumen de bombeo de la bomba de membrana 1. La columna de gas, que por lo tanto se encuentra delante de la membrana 6 en la línea de derivación 98 y / o el difusor, constituye un aislamiento térmico contra el gas de escape caliente del motor de combustión interna 70. Esta columna de gas situada aguas arriba evita un impacto directo de la onda de presión caliente sobre la membrana 6.

La línea de derivación 98 además se puede enfriar para reducir la temperatura del gas impulsor en la bomba de membrana 1 si es necesario. Ventajosamente, la línea de derivación 98 se ramifica directamente hacia la bomba de membrana 1, como se muestra en las figuras 7 a 11 en cada caso, en la culata del respectivo motor de combustión interna 70, 70', 70'', 70''', 70'''' desde la línea que conduce gas de escape. Básicamente, esta rama debería instalarse lo más cerca posible del punto de origen de las pulsaciones de gas para bajas pérdidas de la onda de presión impulsora, como por ejemplo en el canal de salida de una culata del motor. La derivación está ventajosamente diseñada de tal manera que el impulso de gas que ingresa en la derivación entra principalmente en la derivación de la línea de derivación 98 hacia la bomba de membrana 1, como por ejemplo pasajes de tubería rectos en la dirección de la bomba, o, en el caso de curvaturas en la derivación para colocar la descarga de gas hacia el amortiguador de sonido en el lado interno de la curvatura de la derivación de la bomba.

El motor de combustión 70, 70', 70'', 70''', 70'''' descrito anteriormente puede estar diseñado de varias maneras. Como particularmente favorables e inventivas de manera independiente se consideran en cada caso (individualmente o en combinación entre sí):

- La realización del motor de combustión interna 70, 70', 70'', 70''', 70'''' como un motor de un solo cilindro,
- La realización del motor de combustión interna 70, 70', 70'', 70''', 70'''' como un motor de dos cilindros,
- La realización del motor de combustión interna 70, 70', 70'', 70''', 70'''' como motor con al menos tres cilindros 72,
- La realización del motor de combustión interna 70, 70', 70'', 70''', 70'''' como un motor de dos tiempos,
- La realización del motor de combustión interna 70, 70', 70'', 70''', 70'''' como motor de cuatro tiempos,
- La realización del motor de combustión interna 70, 70', 70'', 70''', 70'''' como motor, cuyo cilindros 72 presentan en cada caso cilindradas individuales de a lo sumo 250, preferentemente como máximo 200 ccm,
- La realización del motor de combustión interna 70, 70', 70'', 70''', 70'''' como motor para hidrógeno como combustible,
- El uso del motor de combustión interna 70, 70', 70'', 70''', 70'''' en una motocicleta,
- El uso del motor de combustión interna 70, 70', 70'', 70''', 70'''' en un "vehículo todo terreno" (ATV).

Lista de referencias

1, 1', 1''	bomba de membrana
2	carcasa de presión
4	volumen interno
6	membrana
8, 10	volumen parcial
12, 14	tapa de carcasa
16	tope
18	disco de contacto
20	resorte
22	superficie de afluencia
24	canal de entrada y salida
26	canal de aspiración de gas nuevo
28	canal de presión de gas nuevo
30, 32	válvula de retención
34	superficie interna
36	resorte de lámina
38	extremo libre
39	lado interno
40	región de difusor
42	tronco de cono
44	eje central

46	depresión
48	borde delantero
49	región parcial
50	borde de membrana
52, 54	junta tórica
56	resorte
58	caja de resorte
60	pasador de guía
62	cojinete deslizante
70, 70', 70", 70"', 70''''	motor de combustión interna
72	cilindro
74	pistón de trabajo
76	biela
78	cigüeñal
80	cámara de combustión
82	sistema de escape
84	sistema de entrada de gas
86	sistema de válvula de entrada
88	válvula de entrada
90	ramal de gas de escape
92	sistema de válvula de salida
94	válvula de salida
96	interruptor de impulsos
98	línea de derivación
102	línea de gas de escape
106	línea de gas nuevo
108	radiador de sobrealimentación
110	canal principal
112	canal de gas de escape
120	válvula adicional
122	válvula de retención
124	línea de aire nuevo
130	unidad de bomba de membrana
132	región de difusor

REIVINDICACIONES

1. Bomba de membrana (1), en particular para el uso en el ramal de gas de escape (90) de un motor de combustión interna (70), con una carcasa de presión (2), cuyo volumen interno (4) se divide a través de un número de membranas elásticamente deformables (6) en una multitud de volúmenes parciales (8, 10) separados entre sí en el lado del gas, en donde la o cada membrana (6) está solicitada por una fuerza de pretensado de tal modo que en el estado sin presión, el volumen parcial (8 que forma el lado primario presenta un valor mínimo en el contexto de la deformabilidad de la o cada membrana (6), **caracterizada porque** para aplicar la fuerza de pretensado a la membrana (6) está previsto un resorte de lámina (36) como resorte de retroceso.
2. Bomba de membrana (1) según la reivindicación 1, cuyo resorte de lámina (36) previsto para aplicar la fuerza de pretensado a la membrana (6) está dispuesto en el volumen parcial (8) que forma el lado primario.
3. Bomba de membrana (1) según las reivindicaciones 1 o 2, cuyo resorte de lámina (36) está conectado centralmente a la membrana (6).
4. Bomba de membrana (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, cuyo resorte de lámina (36) está apoyado en sus extremos de resorte libres (38) de manera que puede moverse en la carcasa de presión (2).
5. Bomba de membrana (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, cuyo resorte de lámina (36) está formado de un material compuesto de fibra.
6. Bomba de membrana (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, cuyo resorte de lámina (36) en su región parcial (49) central, preferentemente unida a la membrana (6), presenta un ancho mayor que en su región de borde externa.
7. Bomba de membrana (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, cuyo resorte de lámina (36) está prefabricado con un moldeado abombado.
8. Bomba de membrana (1, 1', 1'') según una de las reivindicaciones 1 a 7, en donde la o cada membrana (6) está prefabricada con un moldeado abombado de tal modo que en el estado sin presión, el volumen parcial (8) que forma el lado primario presenta un valor mínimo en el contexto de la deformabilidad de la o cada membrana (6).
9. Bomba de membrana (1, 1', 1'') según una de las reivindicaciones 1 a 8, en la que la o cada membrana (6) está sujeta de manera móvil en su borde (50) en la carcasa de presión (2).
10. Bomba de membrana (1, 1', 1'') según una de las reivindicaciones 1 a 9, en cuyo volumen parcial (8) que forma el lado primario está dispuesto un tope (16) para la membrana (6) que delimita el volumen parcial (8) que forma el lado primario.
11. Bomba de membrana (1, 1', 1'') según una de las reivindicaciones 1 a 10, en la que el lado interno (36) del volumen parcial (8) que forma el lado primario tiene una sección transversal que se ensancha continuamente en una región de difusor (40) que se extiende desde una superficie de afluencia (23) hacia la membrana (6), en donde, en el estado sin presión, el punto de la membrana (6) que más se adentra hacia el volumen parcial (8) que forma el lado primario está espaciado al menos a 5 mm de la superficie de afluencia (23).
12. Motor de combustión interna (70, 70', 70'', 70''', 70''') con un número de cilindros (72), en cada uno de los cuales es conducido un pistón de trabajo (74) que actúa sobre un cigüeñal (78) común, en donde la cámara de combustión (80) del o de cada cilindro (72) en cada caso en el lado de entrada a través de un sistema de válvula de entrada (86) controlable con un sistema de entrada de gas (84) y en el lado de salida a través de un sistema de válvula de salida (92) controlable, a través de un interruptor de impulsos (96) está conectada tanto a un sistema de escape (82) como a través de una línea de derivación (98) al lado primario de una bomba de membrana (1, 1', 1'') conectada del lado secundario en el sistema de entrada de gas (84), y en donde la bomba de membrana (1, 1', 1'') como bomba de membrana (1, 1', 1'') está realizada de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11.
13. Motor de combustión interna (70, 70', 70'', 70''', 70''') con un número de cilindros (72), en cada uno de los cuales es conducido un pistón de trabajo (74) que actúa sobre un cigüeñal (78) común, en donde la cámara de combustión (80) del o de cada cilindro (72) en cada caso en el lado de entrada a través de un sistema de válvula de entrada (86) controlable con un sistema de entrada de gas (84), y en el lado de salida a través de un sistema de válvula de salida controlable (92), a través de un interruptor de impulsos (96), está conectada tanto a un sistema de escape (82) como a través de una línea de derivación (98) al lado primario de una bomba de membrana (1, 1', 1'') conectada del lado secundario en el sistema de entrada de gas (84), de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11, y en donde la línea de derivación (98) que conecta la bomba de membrana (1, 1', 1'') en el lado primario al interruptor de impulsos (96) en su región de embocadura en la bomba de membrana (1, 1', 1'') presenta una superficie de sección transversal libre aumentada al menos una vez y media en comparación con su punto de unión al interruptor de impulsos (96).
14. Motor de combustión interna (70, 70', 70'', 70''', 70''') según la reivindicación 13, en el que la línea de derivación (98) diseñada a la manera de un difusor con una sección transversal que se aleja del interruptor de impulsos (96),

visto en la dirección de flujo del gas, desemboca en una unidad de bomba de membrana (130) en el lado de salida, en la que una pluralidad de volúmenes secundarios separados unos de otros en el lado del gas están asignados a un volumen primario común en una tapa de carcasa común.

- 5 15. Motor de combustión interna (70, 70', 70", 70''', 70''''') según una de las reivindicaciones 12 a 14, en el que el volumen parcial (8) que forma el lado primario de la bomba de membrana (1, 1', 1'') y/o el volumen de cojín de gas formado conjuntamente por el volumen interno de la línea de derivación (98) asciende al menos a 1,5 veces, preferentemente al menos 3 veces, el volumen de bombeo de la bomba de membrana (1, 1', 1'').
16. Motor de combustión interna (70, 70', 70", 70''', 70''''') según una de las reivindicaciones 12 a 15, que está diseñado como un motor de un solo cilindro.
- 10 17. Motor de combustión interna (70, 70', 70", 70''', 70''''') según una de las reivindicaciones 12 a 15, que está diseñado como un motor de dos cilindros.
18. Motor de combustión interna (70, 70', 70", 70''', 70''''') según una de las reivindicaciones 12 a 15, que presenta al menos tres cilindros (72).
- 15 19. Motor de combustión interna (70, 70', 70", 70''', 70''''') según una de las reivindicaciones 12 a 18, que está diseñado como un motor de dos tiempos.
20. Motor de combustión interna (70, 70', 70", 70''', 70''''') según una de las reivindicaciones 12 a 18, que está diseñado como un motor de cuatro tiempos.

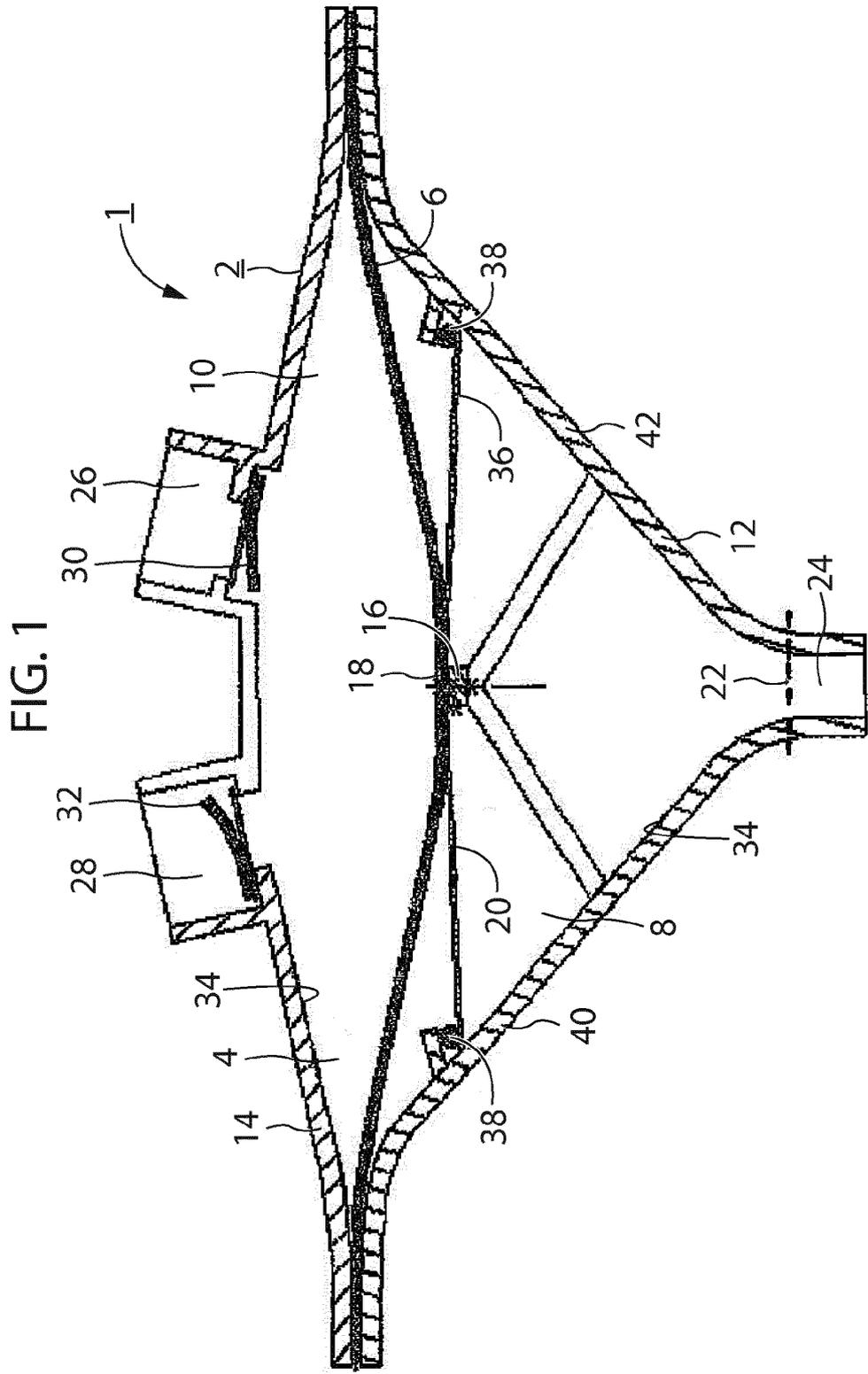


FIG. 2

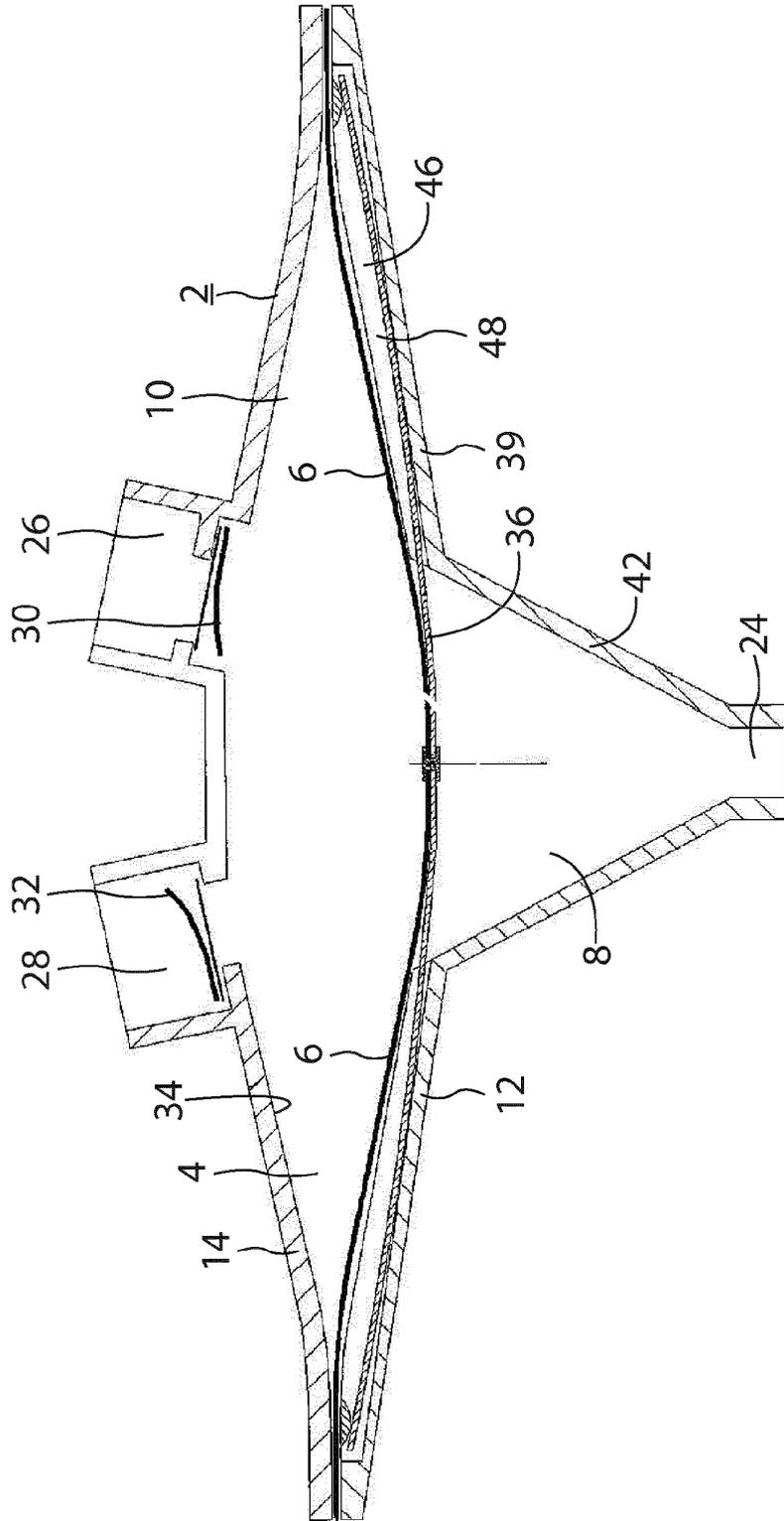


FIG. 3

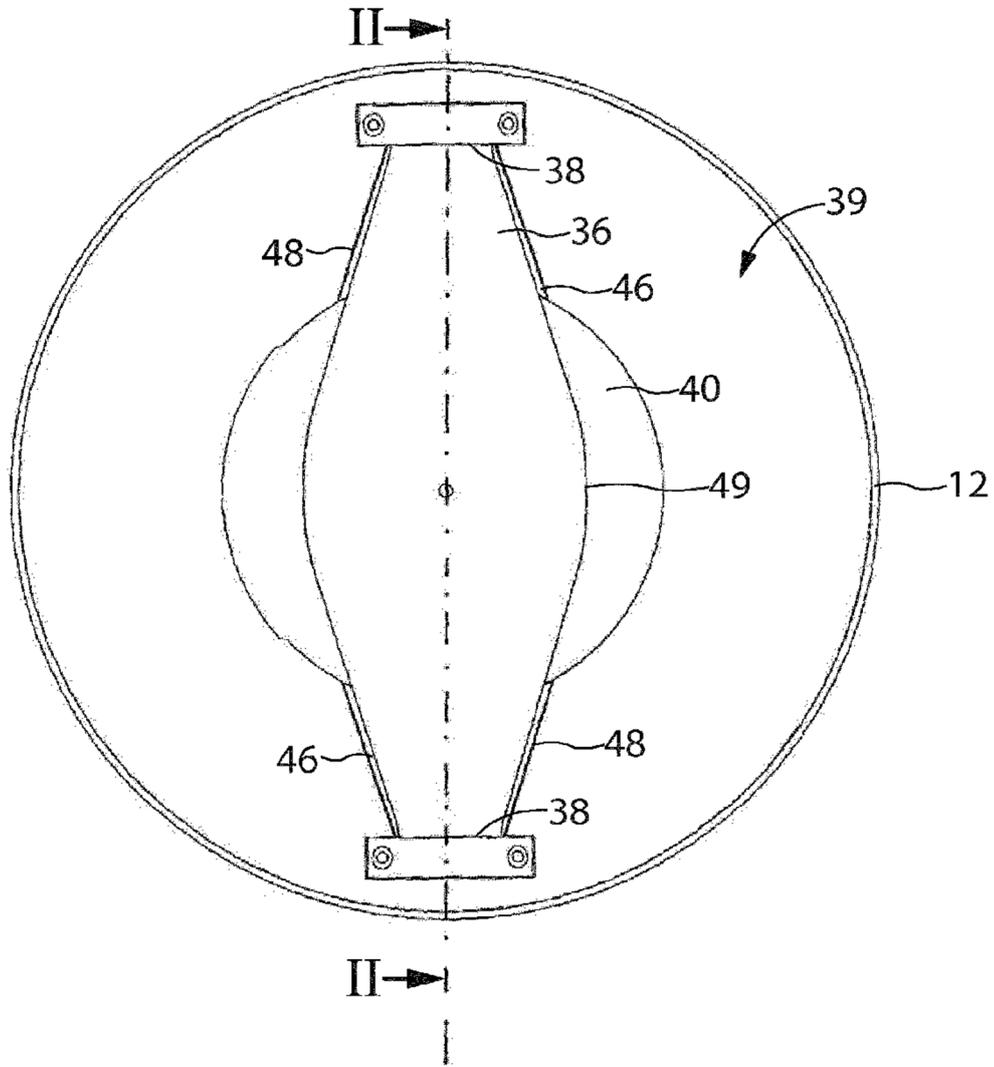
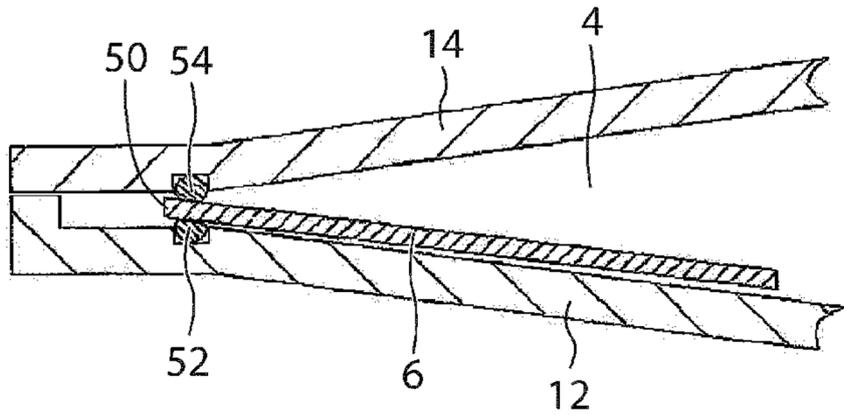
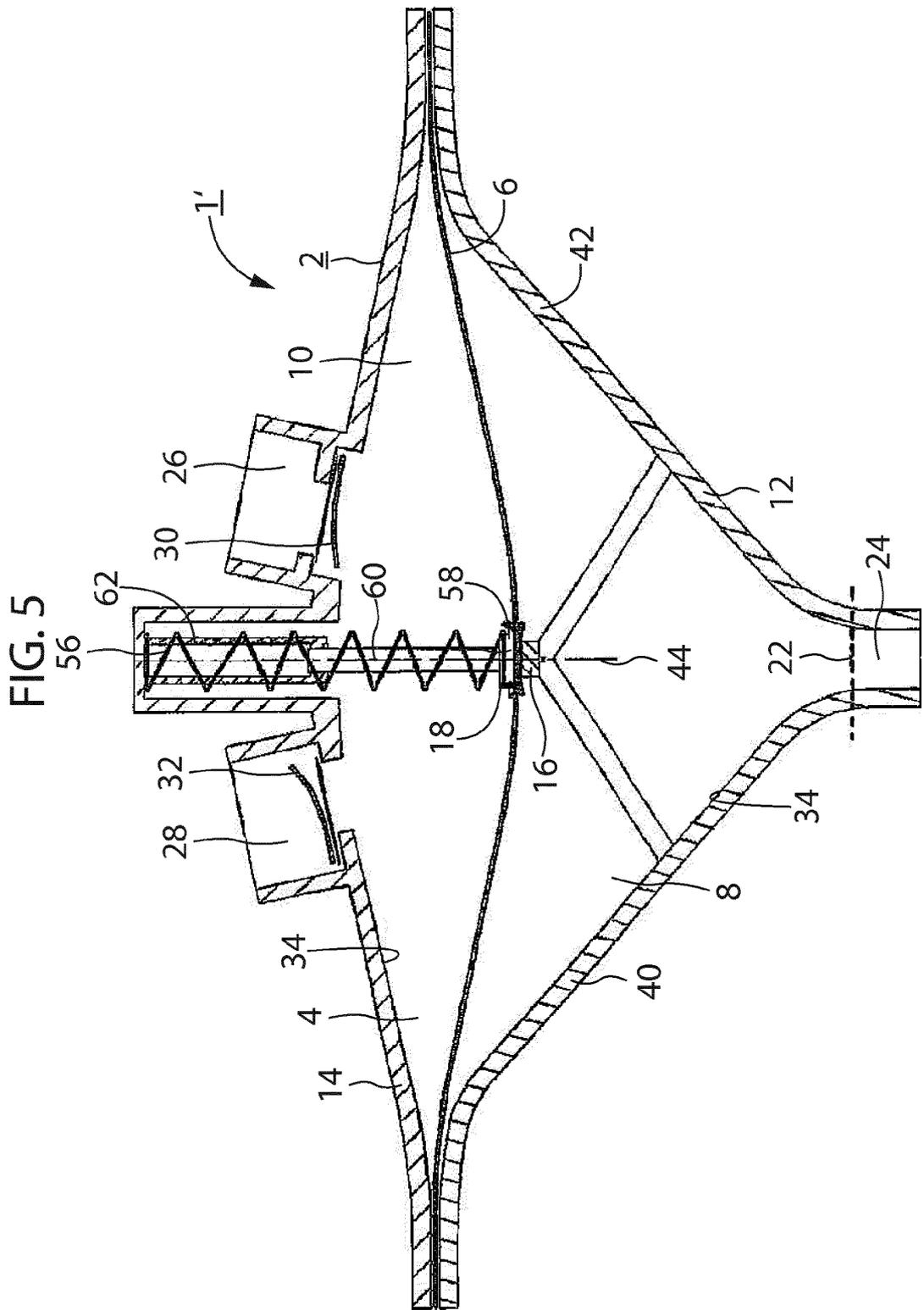


FIG. 4





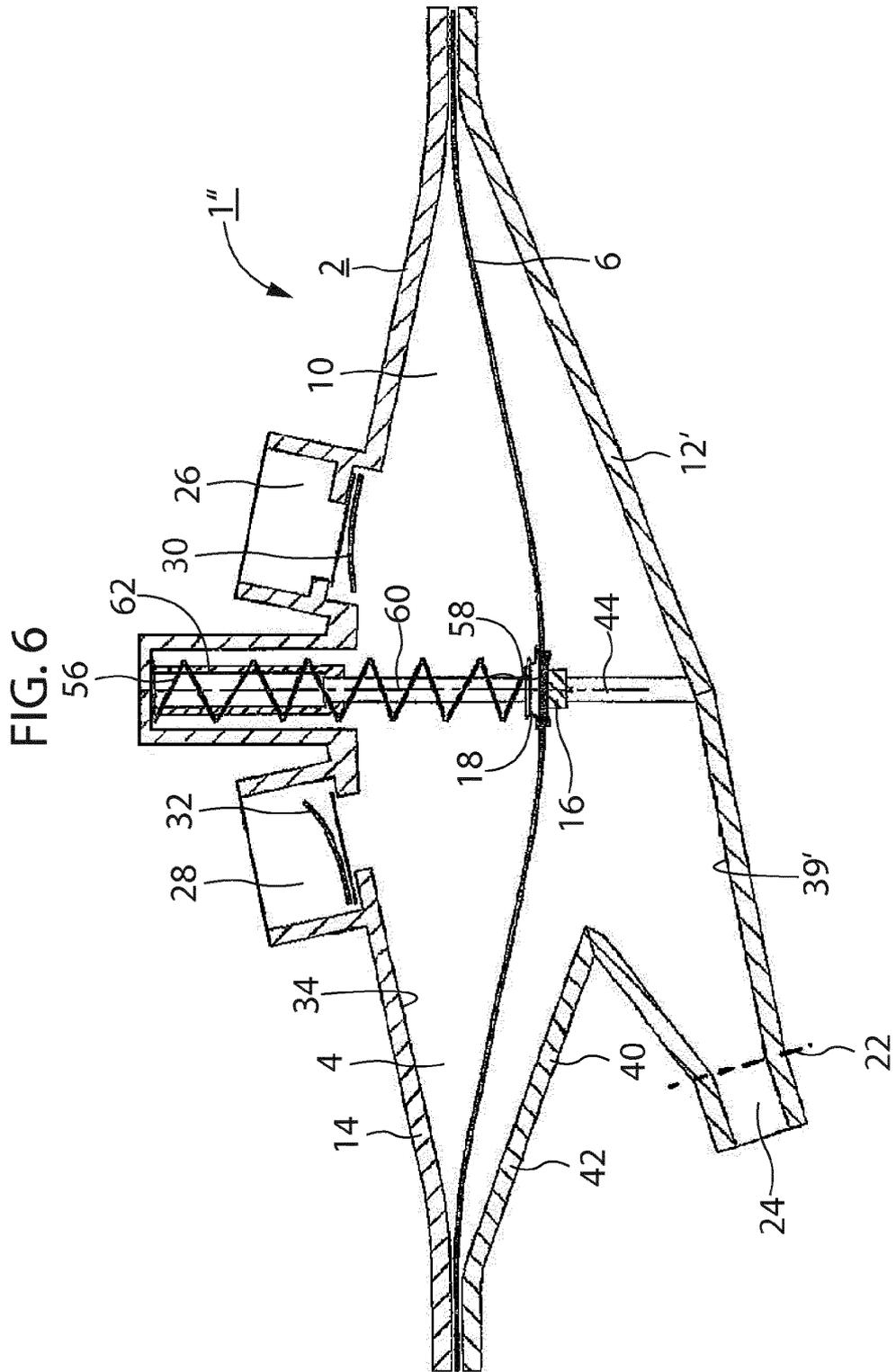


FIG. 7

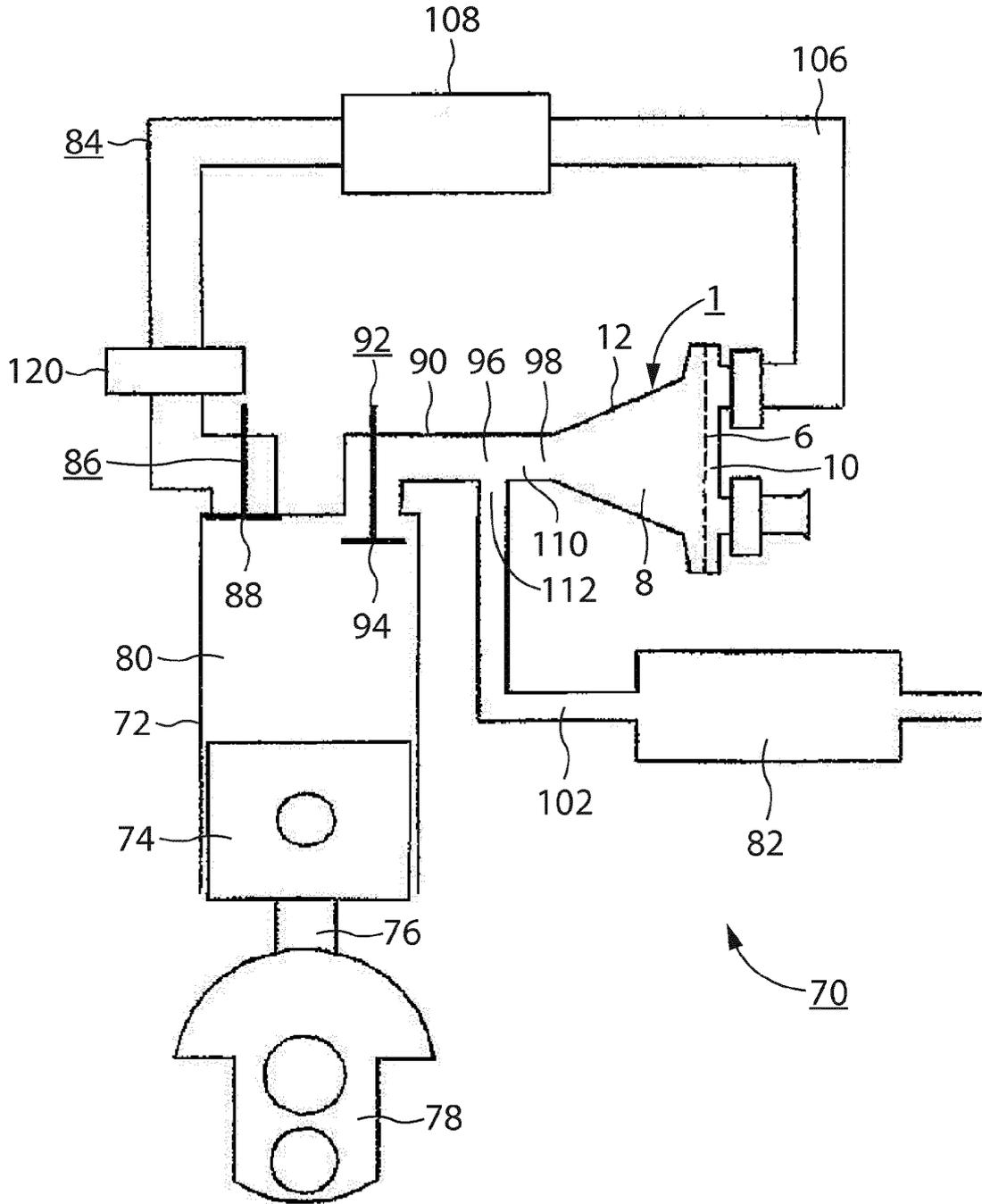


FIG. 8

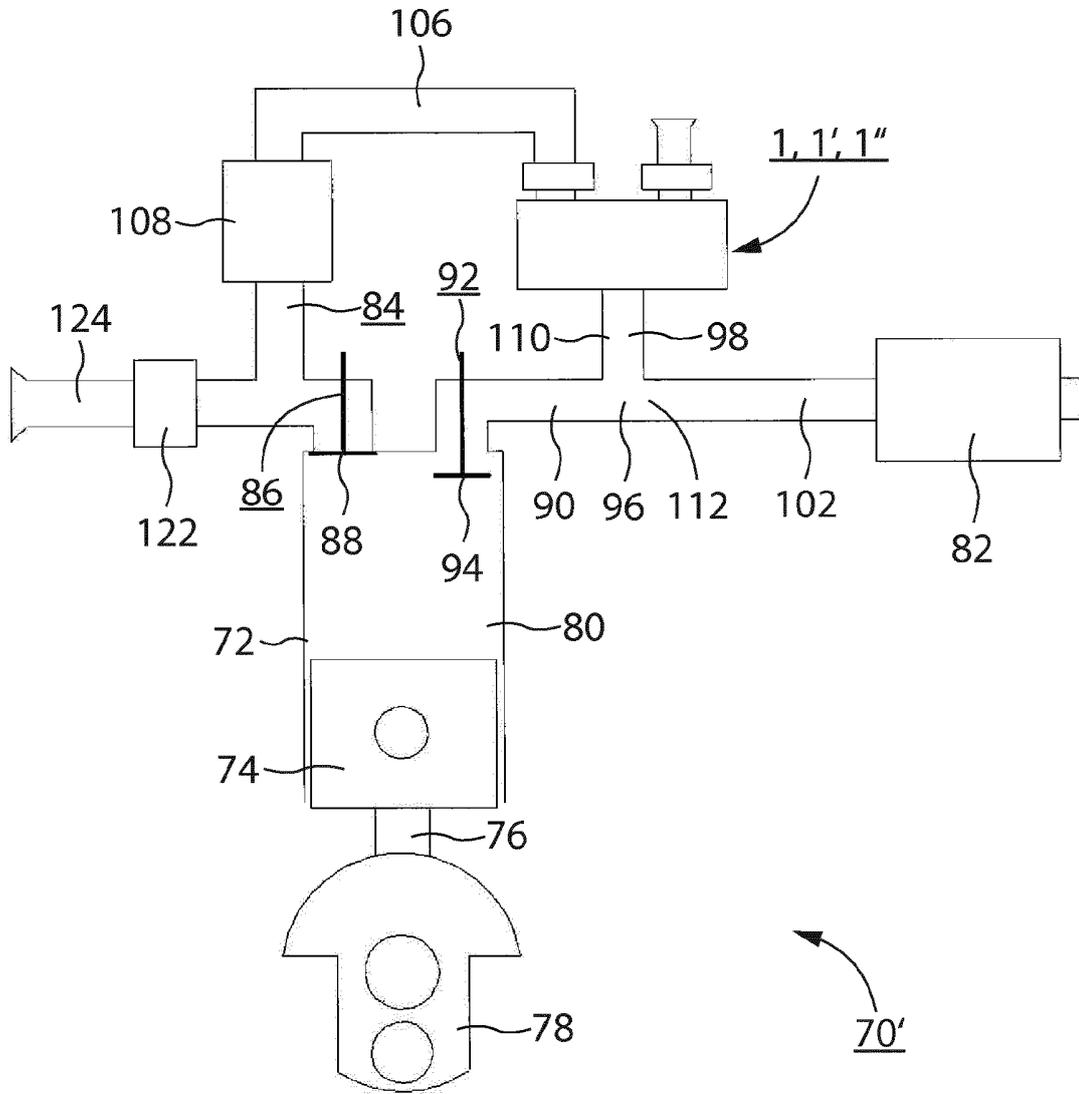


FIG. 10

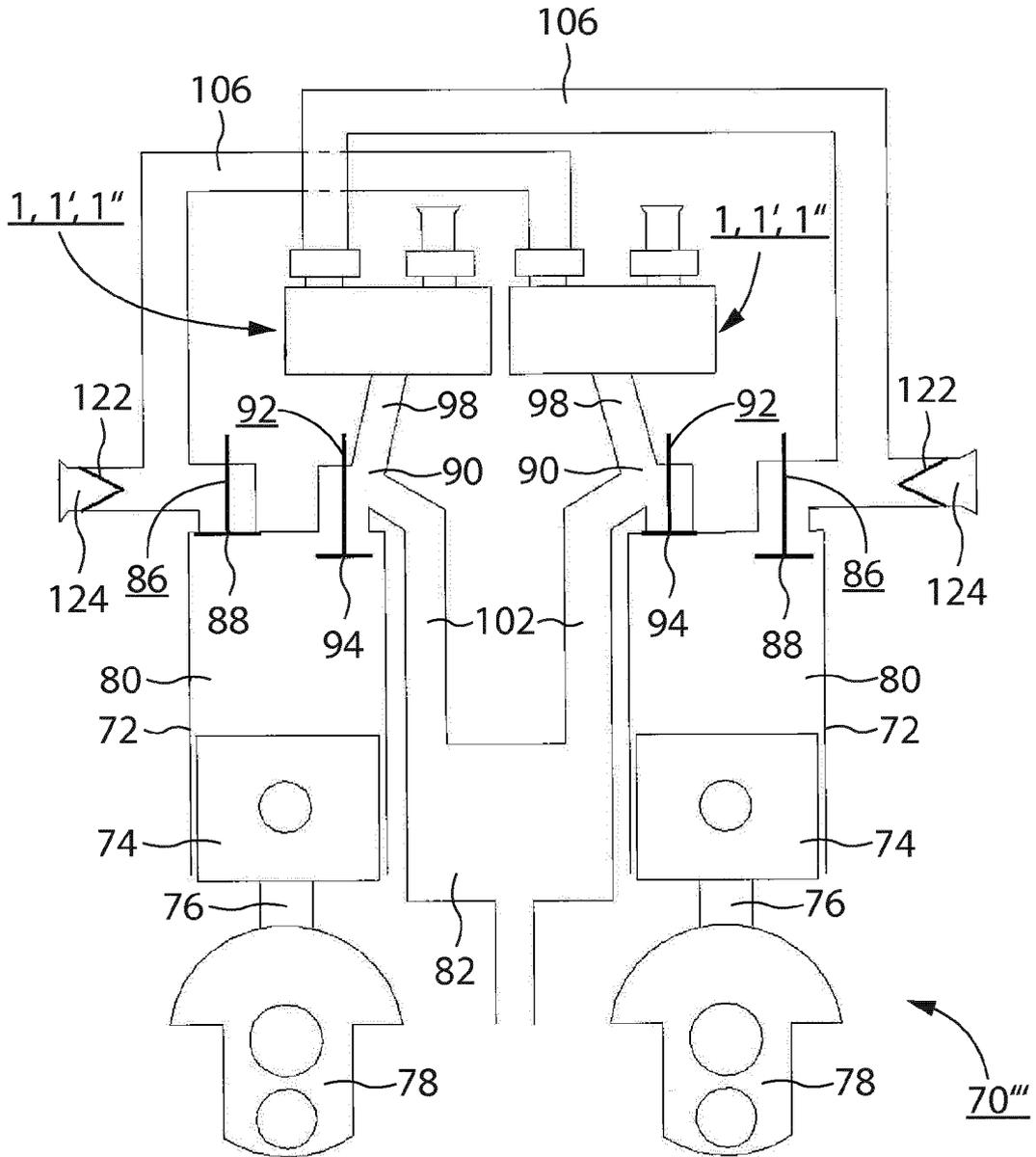


FIG. 12

