

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 393 287**

51 Int. Cl.:

F03G 6/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **10163871 .6**

96 Fecha de presentación: **26.05.2010**

97 Número de publicación de la solicitud: **2258947**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **08.12.2010**

54 Título: **Convertidor termoeléctrico modular**

30 Prioridad:

03.06.2009 EP 09007361

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

20.12.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

20.12.2012

73 Titular/es:

**THILO ITTNER (100.0%)
Schlierer Strasse 58
88212 Ravensburg, DE**

72 Inventor/es:

ITTNER, THILO

74 Agente/Representante:

MILTENYI, Peter

ES 2 393 287 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

Convertidor termoelectrico modular.

La invención se refiere a un convertidor termoelectrico para la conversión de calor o frío o luz solar en energía eléctrica o para la generación de calor y frío así como a un procedimiento para el uso del convertidor termoelectrico.

5 Para la generación de energía eléctrica o calor y frío a partir de la luz solar hay una multiplicidad de posibilidades. Por ejemplo existe la posibilidad de generar energía eléctrica con ayuda de una máquina térmica accionada por energía solar y de una dínamo o generadores. Después, el uso de una bomba de calor permite la generación de calor y frío. Además existe la posibilidad de generar directamente frío o calor con ayuda de una máquina Vuilleumier y energía solar.

10 En diferentes planteamientos se intenta mejorar la generación de energía eléctrica o calor y frío con ayuda de luz solar en cuanto a una eficiencia lo más elevada posible y una flexibilidad lo más elevada posible (por ejemplo en cuanto a diversos campos de aplicación).

15 Los convertidores termoelectricos son máquinas térmicas o bombas de calor en las que (por ejemplo con ayuda de luz solar generada) se convierte calor o frío en energía eléctrica o en las que se usa energía eléctrica para generar calor y frío, véase por ejemplo el documento US2003/0192323. Además un convertidor termoelectrico puede ser un dispositivo que convierte calor y/o frío con el uso de componentes electromagnéticos en calor y frío a dado el caso otros niveles de temperatura.

20 Según el campo de aplicación los convertidores termoelectricos pueden estar contruidos también de forma modular. Un convertidor termoelectrico modular está compuesto por una pluralidad de módulos de convertidor termoelectrico que están acoplados entre sí. Un ejemplo análogo de ello es por ejemplo un motor de combustión de varios cilindros en el que cada pistón de un cilindro está acoplado por medio de cigüeñal con los otros pistones.

25 La invención descrita a continuación se basa en el objetivo de aumentar la eficiencia de un módulo de convertidor termoelectrico y/o acoplar entre sí una pluralidad de módulos de convertidor termoelectrico de la manera más eficaz posible en cuanto a eficiencia y campo de aplicación flexible. De esta manera por ejemplo en una aplicación como colector plano sobre tejados de edificios puede aprovechar la radiación solar incidente de manera especialmente eficaz y flexible.

Este objetivo se soluciona con un convertidor termoelectrico de acuerdo con la reivindicación 1, así como un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 15. Otras formas de realización de la invención se dan a conocer en las reivindicaciones dependientes.

30 El convertidor termoelectrico sirve para la conversión de calor y/o frío o luz solar en energía eléctrica o para la generación de calor y frío y comprende uno o una pluralidad de módulos de convertidor termoelectrico. Un módulo de convertidor termoelectrico presenta al menos dos volúmenes de gas delimitados espacialmente que están unidos entre sí de manera permeable a los gases mediante un regenerador inmóvil o móvil. En el caso de un primer volumen de gas se trata de un volumen de gas que durante el funcionamiento del convertidor termoelectrico está más caliente que la temperatura del entorno o está más caliente que un flujo de fluido (por ejemplo para enfriar el segundo volumen de gas). El primer volumen de gas se calienta o bien con ayuda de un elemento óptico tal como por ejemplo de un espejo cóncavo o de una lente, o bien se calienta mediante acoplamiento térmico a un fluido, tal como por ejemplo un líquido refrigerante o un gas de escape, o a un cuerpo sólido, tal como por ejemplo un conductor del calor de metal. En el caso de un segundo volumen de gas se trata de un volumen de gas que durante el funcionamiento del convertidor termoelectrico está más frío que el primer volumen de gas. Además un módulo de convertidor termoelectrico presenta al menos un elemento de modificación del volumen adecuado para modificar la magnitud de uno o de varios de los volúmenes de gas mencionados.

45 El convertidor termoelectrico se caracteriza porque un elemento de modificación del volumen puede moverse o deformarse con ayuda de un componente electromagnético tal como por ejemplo un imán o una bobina eléctricamente conductora o uno/varios conductores eléctricos cortocircuitados por medio de la generación de un campo magnético de tal manera que se modifica la magnitud de al menos un volumen de gas. Habitualmente con ayuda de un elemento de modificación del volumen se modifican simultáneamente dos volúmenes de gas. A este respecto normalmente se aumenta un volumen de gas, mientras que se reduce simultáneamente otro volumen de gas. En el caso del componente electromagnético puede tratarse de una bobina eléctricamente conductora en la que se induce una tensión mediante un movimiento con respecto a un campo magnético o mediante una variación del campo magnético en la zona de la bobina (inducción electromagnética), o puede moverse mediante la aplicación de una tensión eléctrica a la bobina con respecto al campo magnético. Una forma de realización preferida es una bobina móvil. Además el componente electromagnético puede realizarse en forma de un accionamiento polisolenoides en el que puede acelerarse o frenarse un campo magnético generado mediante imanes permanentes, que varía localmente mediante varias bobinas dispuestas de forma periódica. Además el componente electromagnético puede realizarse en forma de un accionamiento asincrónico lineal en el que pueden acelerarse o frenarse conductores eléctricos cortocircuitados por medio de bobinas dispuestas de forma periódica. Para ello en el caso del accionamiento polisolenoides como también en el caso del accionamiento asincrónico lineal mediante las

bobinas se genera un campo alterno magnético móvil con frecuencia y velocidad de desplazamiento definidas .

Además el convertidor termoeléctrico se caracteriza por una primera zona de flujo de fluido para un primer flujo de fluido para disipar calor, estando acoplado térmicamente el segundo volumen de gas mencionado anteriormente del módulo de convertidor termoeléctrico o los segundos volúmenes de gas mencionados anteriormente de los respectivos módulos de convertidor termoeléctrico a este primer flujo de fluido. La temperatura del flujo de fluido puede regularse mediante la variación del desplazamiento volumétrico. Alternativamente también es posible un convertidor termoeléctrico en el que módulos de convertidor termoeléctrico están acoplados entre sí térmicamente al menos parcialmente no entre sí a través de un flujo de fluido, o en el que grupos (por ejemplo filas) de módulos de convertidor termoeléctrico en cada caso están acoplados a un flujo de fluido separado.

Como elemento de modificación del volumen es posible un pistón móvil, un pistón rotatorio, un pistón rotativo, un tubo de suspensión elástica por gas, una membrana móvil o deformable o un regenerador móvil. En el caso de que un módulo de convertidor termoeléctrico comprenda más de un elemento de modificación del volumen, pueden utilizarse también combinaciones de las posibilidades mencionadas anteriormente.

El convertidor termoeléctrico puede comprender al menos tres veces tres o cuatro veces cuatro o al menos cinco veces cinco módulos de convertidor termoeléctrico. Alternativamente un convertidor termoeléctrico puede comprender x veces y módulos de convertidor termoeléctrico, siendo $1 \leq x \leq 3, 8, 16$ ó 100 y con $1 \leq y \leq 3, 8, 16$ ó 100 . Habitualmente los módulos de convertidor termoeléctrico están dispuestos en un plano. Sin embargo también es posible disponer módulos de convertidor termoeléctrico a modo de capas uno sobre otro o en una fila. Además el convertidor termoeléctrico puede caracterizarse porque la pluralidad de los módulos de convertidor termoeléctrico están configurados de manera adaptable a una superficie o los módulos de convertidor termoeléctrico pueden moverse unos con respecto a otros. De esta manera el convertidor termoeléctrico puede usarse por ejemplo como cubierta de enfriamiento.

Además el convertidor termoeléctrico puede comprender una segunda zona de flujo de fluido para un segundo flujo de fluido para disipar el frío. Al segundo flujo de fluido están acoplados térmicamente los terceros volúmenes de gas respectivos de los módulos de convertidor termoeléctrico correspondientes. Un tercer volumen de gas de un módulo de convertidor termoeléctrico está definido porque durante el funcionamiento del convertidor termoeléctrico este tercer volumen de gas está más frío o más caliente que el segundo volumen de gas correspondiente de un módulo de convertidor termoeléctrico y preferentemente también más frío o más caliente que la temperatura del entorno. En una forma de realización preferida de la invención el primer flujo de fluido y el segundo flujo de fluido son contrarios, de modo que en el caso de un primer módulo de convertidor termoeléctrico ambos flujos de fluido presentan temperaturas máximas y en el caso de un último módulo de convertidor termoeléctrico ambos flujos de fluido presentan temperaturas mínimas. Con ayuda del principio de contracorriente se consigue que la diferencia de temperatura entre caliente y frío en cada módulo de convertidor termoeléctrico sea lo más pequeña posible, para poder garantizar una elevada eficiencia y con ello un modo de trabajo eficaz de cada módulo de convertidor termoeléctrico durante la aplicación como bomba de calor.

Además un módulo de convertidor termoeléctrico puede comprender un elemento de delimitación del movimiento para delimitar el movimiento de cada elemento de modificación del volumen respectivo. En el caso de un elemento de delimitación del movimiento puede tratarse por ejemplo de un muelle, un tubo de suspensión elástica por gas, un tope, un elemento magnético o de un elemento electrónico para el control del componente electromagnético. Alternativamente también los elementos de delimitación del volumen pueden servir mutuamente como elementos de delimitación del movimiento, por ejemplo mediante repulsión magnética. Un elemento de delimitación del movimiento puede delimitar el movimiento del elemento de modificación del volumen respectivo de tal manera que el elemento de modificación del volumen puede realizar una oscilación que se desvía de una forma sinusoidal. Para optimizar la eficiencia de un módulo de convertidor termoeléctrico se prefiere una oscilación presenta una forma aproximadamente rectangular. El elemento de delimitación del movimiento puede contribuir a que la forma de oscilación sea (aproximadamente) plana en la zona de desviación máxima o mínima.

En el caso de un módulo de convertidor termoeléctrico puede tratarse de un módulo Stirling, de un módulo Stirling dúplex, de un módulo Stirling de acción doble o múltiple, de un módulo Vuilleumier o de un módulo Vuilleumier de acción simple, doble o múltiple. Un convertidor termoeléctrico puede comprender o bien sólo un tipo de módulos de convertidor o puede comprender también cualquier combinación de diversos módulos de convertidor. Con ayuda de un convertidor termoeléctrico puede generarse corriente eléctrica, trabajo mecánico, calor, frío o una combinación cualquiera de las posibilidades mencionadas anteriormente.

En el caso de un convertidor termoeléctrico de acción doble está previsto al menos un elemento de modificación del volumen o un volumen de gas de modo que interviene en dos procesos (por lo demás independientes), por ejemplo en un proceso Stirling o en un proceso Vuilleumier. Un elemento de modificación del volumen de un módulo de convertidor termoeléctrico forma en este caso simultáneamente un elemento de modificación del volumen de un módulo de convertidor termoeléctrico adicional, o un volumen de gas es simultáneamente componente de dos módulos de convertidor termoeléctrico. En el caso de un convertidor de acción múltiple al menos un módulo de convertidor termoeléctrico presenta un primer elemento de modificación del volumen común con un primer módulo de convertidor termoeléctrico adicional y un segundo elemento de modificación del volumen común con un segundo

módulo de convertidor termoeléctrico adicional, o un primer volumen de gas es usado por un primer y un segundo módulo de convertidor termoeléctrico y un segundo volumen de gas es usado por el primer y un tercer módulo de convertidor termoeléctrico.

5 En una forma de realización preferida de la invención, para el caso de que el convertidor termoeléctrico comprenda una pluralidad de módulos de convertidor termoeléctrico, los módulos de convertidor termoeléctrico están acoplados por medio de componentes electromagnéticos a través de una corriente polifásica. Las diferencias de fase entre dos módulos de convertidor termoeléctrico adyacentes pueden ascender por ejemplo a 90°, 120° o 180°. Sin embargo también es posible que la diferencia de fase entre dos módulos de convertidor termoeléctrico adyacentes ascienda a menos de 90°. En el caso de un gran número de módulos de convertidor termoeléctrico la diferencia de fase entre dos módulos de convertidor termoeléctrico adyacentes puede seleccionarse también antiproporcional al número de los módulos de convertidor termoeléctrico. Además existe la posibilidad de hacer funcionar una selección (es decir no todos) de los módulos de convertidor termoeléctrico o también todos de manera sincrónica (es decir, sin diferencia de fase).

15 En una forma de realización preferida adicional de la invención la energía eléctrica que se genera mediante inducción al reducir la velocidad de un elemento de modificación del volumen, se usa para acelerar otro elemento de modificación del volumen. Además puede almacenarse de forma intermedia esta energía eléctrica completa o parcialmente en un condensador o acumulador, antes de que se use de nuevo para la aceleración de otro o del mismo elemento de modificación del volumen.

20 En una forma de realización adicional de la invención el convertidor termoeléctrico comprende un control para la regulación de la frecuencia de oscilación, amplitud y forma de oscilación de cada un elemento de modificación del volumen de los módulos de convertidor termoeléctrico, así como para la regulación del desplazamiento de fase entre los elementos de modificación del volumen de un módulo de convertidor termoeléctrico y entre los distintos módulos de convertidor termoeléctricos. La frecuencia de oscilación, amplitud, forma de oscilación y desplazamiento de fase de cada un elemento de modificación del volumen se regula con ayuda del componente electromagnético respectivo de los módulos de convertidor termoeléctrico. Para ello mediante un aparato de control se controlan o regulan las corrientes en los componentes electromagnético de tal manera que los elementos de modificación del volumen se frenan o aceleran en cada caso de tal manera que ejercen la forma de oscilación deseada. Al reducir la velocidad emiten a este respecto energía en los componentes electromagnéticos, al acelerar se alimenta energía a los mismos por componentes electromagnéticos. Además o alternativamente el convertidor termoeléctrico puede comprender un dispositivo para la conversión de la energía alimentada o disipada por los módulos de convertidor termoeléctrico en otra forma de energía eléctrica tal como por ejemplo corriente alterna con una frecuencia predefinida. Además es posible determinar con ayuda de un control si el convertidor termoeléctrico generará preferentemente energía eléctrica o preferentemente calor y/o frío. Con ayuda del control puede determinarse después la cantidad de producción de energía eléctrica o la cantidad de producción de calor y/o frío.

35 En una forma de realización adicional de la invención se transmite la luz que sale de uno o varios elemento(s) ópticos por medio de conductores de luz tales como por ejemplo de una fibra de vidrio, a uno de los primeros volúmenes de gas. En un primer volumen de gas la luz incidente se convierte en calor con ayuda de un absorbedor de luz. De manera preferentemente el absorbedor de luz se encuentra en el punto focal o foco de la luz incidente. De manera preferente un primer volumen de gas se rodea al menos parcialmente por una capa aislante térmica, de modo que este volumen de gas puede calentarse fácilmente con ayuda de la luz incidente y del absorbedor. La capa está en la zona en la que la luz entra en el volumen de gas, es preferentemente transparente para la luz y simultáneamente aislante térmico. Esto puede conseguirse por ejemplo mediante una envuelta de vidrio de doble pared, que está vacía.

45 Los elementos de modificación del volumen del convertidor termoeléctrico pueden ser también pistones sueltos que se mueven sólo con ayuda de diferencias de presión en los volúmenes de gas y/o tubos de suspensión elástica por gas correspondientes o con ayuda de campos electromagnéticos. Los pistones sueltos no se mueven con ayuda de una barra mecánica o se mantienen en posición, de modo que en el caso de un pistón suelto es necesario un menor coste de construcción que en el caso de pistones que se mueven mecánicamente. Los pistones sueltos se mueven dentro de un cilindro con base circular o cualquier otra base y se conducen por la pared del cilindro. Los pistones sueltos pueden presentar sin embargo también zonas con diferentes diámetros/ diferentes basen y de manera correspondiente en cilindros con zonas de diferentes bases. Además pueden contener zonas que sólo sirven para guiar el pistón o zonas que sirven para formar un tubo de suspensión elástica por gas. Los pistones sueltos pueden disponer de una conexión con el cilindro que es adecuada para transmitir corriente eléctrica, por ejemplo un conductor eléctrico multifilar. Los pistones sueltos no están unidos sin embargo por medio de un muelle mecánico con el cilindro de tal manera que el muelle ejerce una fuerza sobre el pistón suelto o que la fuerza que empuja hacia atrás del muelle mecánico hacia el punto medio del movimiento de oscilación es mayor que la fuerza que empuja hacia atrás a través de volúmenes de gas comprimidos o expandidos dentro del cilindro (promediado a lo largo de toda la trayectoria del pistón). Además es posible que el componente electromagnético (por ejemplo bobina) sirva para el movimiento de un elemento de modificación del volumen simultáneamente como regenerador, lo que representa asimismo una simplificación constructiva.

Además el convertidor termoeléctrico puede caracterizarse porque el elemento de modificación del volumen puede realizar una oscilación cuya frecuencia de oscilación se diferencia en al menos el 10%, 25%, 50% o 75% de la frecuencia propia de un elemento de modificación del volumen acoplado de manera correspondiente no mediante componente electromagnético. Además la forma de onda de una oscilación de este tipo se diferencia también de una oscilación no acoplada. Por tanto es posible un convertidor termoeléctrico en el que el elemento de modificación del volumen puede realizar una oscilación que es aproximadamente de forma rectangular y/o de forma trapecial. Una oscilación de este tipo puede definirse también porque el elemento de modificación del volumen puede realizar oscilaciones, cuya forma de onda presenta una pendiente en los puntos de inflexión, que se diferencia de la pendiente en los puntos de inflexión de una forma de onda sinusoidal correspondiente con igual longitud de onda y amplitud en al menos el 10%, 20%, 30% o 50%. El punto de inflexión es el instante en el que la curvatura (matemáticamente la segunda derivada) de la función desviación cambia a lo largo del tiempo su signo. Se prefiere la última diferencia mencionada de tal manera que el valor absoluto de dicha pendiente es preferentemente mayor que el valor absoluto correspondiente de una pendiente de una forma de onda sinusoidal con igual longitud de onda y amplitud. Una desviación de este tipo de la forma de onda de oscilación del elemento de modificación del volumen según esta invención lleva, en comparación con convertidores termoeléctricos que realizan habitualmente oscilaciones sinusoidales, a una eficiencia mejorada.

Para que los elementos de modificación del volumen puedan realizar una forma de oscilación aproximadamente de forma rectangular o de forma trapecial, se dimensionan o controlan/regulan los componentes electromagnéticos, los elementos de delimitación del movimiento, la presión de gas, muelles, peso y/o tubos de suspensión elástica por gas de tal manera que sobre los elementos de modificación del volumen durante una semioscilación (o entre dos pasos a través del punto medio del movimiento) en cada caso actúan al menos dos máximos de aceleración locales (con respecto a la función aceleración a lo largo del tiempo). Estos máximos de aceleración sirven por un lado para reducir la velocidad, por otro lado para aumentar la velocidad del elemento de modificación del volumen.

En una forma de realización adicional de la invención el convertidor termoeléctrico comprende módulos Vuilleumier que comprenden un pistón de desplazamiento con regenerador inmóvil y un regenerador móvil. Alternativamente un módulo Vuilleumier puede comprender también dos regeneradores móviles o dos pistones de desplazamiento con dos regeneradores inmóviles. Además en el caso de los módulos de convertidor termoeléctrico del convertidor termoeléctrico puede tratarse también de módulos Vuilleumier de acción doble o múltiple, estando asociados a cada módulo Vuilleumier tres volúmenes de gas con en cada caso diferentes zonas de temperatura. En una forma de realización preferida están dispuestos en cada caso dos, cuatro o más de cuatro módulos Vuilleumier de modo que un elemento de modificación del volumen de un primer módulo Vuilleumier, que puede modificar su primer y segundo volúmenes de gas, está acoplado mecánicamente con un elemento de modificación del volumen adicional de un segundo módulo Vuilleumier de tal manera que ambos elementos de modificación del volumen pueden acelerarse y frenarse por medio de los mismos componentes electromagnéticos. Lo mismo sirve para cada módulo Vuilleumier adicional y el módulo Vuilleumier siguiente en cada caso, estando acoplado mecánicamente el elemento de modificación del volumen entre los primeros y segundos volúmenes de gas del último módulo Vuilleumier a su vez con un elemento de modificación del volumen del primer módulo Vuilleumier.

En una forma de realización a modo de ejemplo los módulos Vuilleumier están acoplados unos a otros de modo que hay volúmenes de gas con las zonas de temperatura más calientes y con las más frías, que están asociados en cada caso a dos módulos Vuilleumier adyacentes, encontrándose entre dos volúmenes de gas adyacentes en cada caso un regenerador móvil y estando acoplados unos a otros los regeneradores móviles por medio de componentes electromagnéticos. En una forma de realización a modo de ejemplo adicional en cada caso están acoplados tres volúmenes de gas a través de regeneradores, estando dividido cada uno de los tres volúmenes de gas en cada caso por un pistón de desplazamiento en dos zonas, y estando acoplados unos con otros los tres pistones de desplazamiento por medio de componentes electromagnéticos. En una forma de realización a modo de ejemplo adicional en cada caso están acoplados tres volúmenes de gas a través de regeneradores, estando dividido cada uno de los tres volúmenes de gas por varios pistones de desplazamiento en más de dos zonas, y estando acoplados unos con otros los pistones de desplazamiento por medio de componentes electromagnéticos. En los tres casos el acoplamiento permite, por medio de componentes electromagnéticos, que los elementos de modificación del volumen (regeneradores móviles o pistones de desplazamiento) puedan moverse unos con respecto a otros con desplazamientos de fase establecidos. En los tres casos los desplazamientos de fase pueden seleccionarse de tal manera que se maximiza la eficiencia del convertidor termoeléctrico correspondiente, o que incluso además de calor y frío se genere también energía eléctrica. Además existe la posibilidad de seleccionar los desplazamientos de fase de los regeneradores móviles o pistones de desplazamiento de los diferentes volúmenes de gas de modo que además de calor y/o frío se genere también energía eléctrica.

Además es posible usar un convertidor termoeléctrico con la alimentación de energía eléctrica (o mecánica) como bomba de calor (para la generación de calor y/o frío). En el caso del funcionamiento como bomba de calor los elementos de modificación del volumen se mueven por ejemplo mediante energía eléctrica (mediante generación de campos magnéticos que varían con el tiempo) alimentada desde el exterior del convertidor termoeléctrico.

Además la invención se refiere a un procedimiento del convertidor termoeléctrico. En primer lugar el convertidor termoeléctrico se dispone de modo que esté expuesto a luz (habitualmente luz solar) y/o calor y/o frío. Con ayuda de la luz o del calor se calientan los primeros volúmenes de gas respectivos de los módulos de convertidor

termoeléctrico. Después el convertidor termoeléctrico genera corriente eléctrica y/o trabajo mecánico y/o calor y/o frío. Con ayuda de medios de control adecuados (por ejemplo mediante variación del desplazamiento de fase de los elementos de modificación del volumen dentro de los módulos de convertidor termoeléctrico) es posible determinar la cantidad de corriente eléctrica, trabajo mecánico y calor y frío. De este modo es por ejemplo posible hacer funcionar el convertidor termoeléctrico de modo que éste genere exclusivamente corriente eléctrica y calor de escape o que éste genere exclusivamente calor y frío. Alternativa o adicionalmente para la generación de corriente eléctrica puede generarse también trabajo mecánico. Si el convertidor termoeléctrico se acciona con frío, entonces éste se acopla a los en cada caso terceros volúmenes de gas, de modo que se bombea energía calorífica desde los fluidos acoplados a los segundos volúmenes de gas respectivos hacia los fluidos acoplados a los primeros volúmenes de gas respectivos.

Además el procedimiento se refiere a la regulación de la temperatura del flujo de fluido con ayuda del desplazamiento volumétrico del flujo de fluido. Es decir, cuanto más lento circula un fluido en los volúmenes de gas respectivos, más aumenta el flujo de fluido la temperatura de los volúmenes de gas, y cuanto más rápido circula un fluido en los volúmenes de gas correspondientes, tanto más mantiene el flujo de fluido su temperatura. Un desplazamiento volumétrico lento es entonces por ejemplo útil cuando el fluido debe aumentar en la medida de lo posible la temperatura de los volúmenes de gas correspondientes, tal como es el caso con la utilización del calor o frío generado. Si el flujo de fluido sirve exclusivamente para enfriar los volúmenes de gas correspondientes, entonces es ventajoso un desplazamiento volumétrico elevado, dado que en este caso el efecto refrigerante del fluido es mayor que en el caso de un fluido que fluye lentamente.

Además la invención se refiere a un procedimiento en el que el convertidor termoeléctrico se expone a la diferencia de temperatura entre por un lado la temperatura del entorno y por otro lado un acumulador de calor, acumulador de frío, un fluido acoplado térmicamente a la tierra, un fluido calentado mediante luz o conductor del calor (por ejemplo de metal) o un generador de calor de escape, para calentar o enfriar de este modo un edificio, un automóvil, un acumulador de calor o un acumulador de frío. Igualmente el convertidor termoeléctrico puede usarse para añadir frío al acumulador de calor y/o al acumulador de frío. A este respecto la temperatura del entorno puede ser más caliente o más fría que la otra fuente/ conducto de calor usada para el funcionamiento del convertidor termoeléctrico. Un acumulador de calor puede ser por ejemplo un acumulador de calor latente o un tanque de agua caliente, un acumulador de frío puede ser por ejemplo un tanque con nitrógeno líquido.

Un pistón de desplazamiento y un volumen de gas adyacente y/o un muelle y/o un tubo de suspensión elástica por gas pueden interpretarse como un oscilador mecánico que presenta una frecuencia propia que están definidos por un lado mediante la compresibilidad del gas en el volumen de gas así como la suma del resto de las fuerzas que actúan sobre el pistón y la masa del pistón de desplazamiento o de una masa acoplada al mismo. El funcionamiento del convertidor termoeléctrico tiene lugar sin embargo de modo que oscila preferentemente fuera de la zona de la frecuencia propia. Esto se consigue por ejemplo mediante el acoplamiento electromagnético de los distintos componentes tales como de un pistón de desplazamiento y/o regenerador, que define una frecuencia de oscilación de un pistón de desplazamiento y/o de un regenerador. La frecuencia propia de un pistón o regenerador definida por la masa de un pistón móvil o regenerador y por fuerzas recuperadoras mecánicas tales como fuerza del muelle, fuerza de compresión mediante un gas comprimido así como amortiguación mecánica y su frecuencia de trabajo real o modificada mediante un acoplamiento electromagnético pueden diferenciarse entre sí significativamente (por ejemplo más del 10%, más del 50%, más del 100%, más de diez veces, o más de cien veces). El funcionamiento fuera de la frecuencia propia mecánicamente definida permite masas muy pequeñas por ejemplo de un pistón de desplazamiento, dado que éste no debe almacenar de manera intermedia energía en forma de energía cinética (éste sin embargo puede). El almacenamiento de energía puede tener lugar más bien (adicionalmente) mediante la energía eléctrica o mediante acoplamiento a otro pistón. Además en la presente invención es posible un funcionamiento a distintas frecuencias, lo que significa una amplia aplicabilidad en cuanto a las cantidades de energía que ha de convertirse, sin empeorar claramente la eficiencia. Con ello la presente invención se diferencia de máquinas Stirling o Vuilleumier de pistón libre convencionales, que almacenan de manera intermedia la energía entre expansión y compresión o entre ampliación y reducción de los espacios de trabajo en gran parte en forma de energía cinética de los movimientos de pistón y de este modo están comprometidos al funcionamiento con una frecuencia propia determinada.

Al evacuar o disipar el calor mediante un flujo de fluido, el flujo de fluido adopta una temperatura elevada mediante el contacto con un módulo de convertidor termoeléctrico a través del intercambiador de calor, es decir el flujo de fluido absorbe energía calorífica por el módulo. Esto corresponde a la generación de calor, dado el flujo de fluido calentado puede aprovecharse como fuente de calor (por ejemplo fuera del convertidor termoeléctrico).

Al evacuar o disipar el frío mediante un flujo de fluido, el flujo de fluido adopta una temperatura baja mediante el contacto con un módulo de convertidor termoeléctrico, es decir el flujo de fluido emite energía calorífica al módulo. Esto corresponde a la generación de frío, dado que el flujo de fluido enfriado puede aprovecharse como fuente de frío (por ejemplo fuera del convertidor termoeléctrico).

Un aspecto adicional de la invención es el uso de una o varias bobinas que se estrechan, que actúan como frenos de inducción o aceleradores de inducción sobre el pistón. A este respecto la energía cinética de un pistón se convierte en energía eléctrica. Por una bobina que se estrecha se entiende una bobina con densidad de bobinado

variable (es decir la densidad de bobinado disminuye hacia el extremo estrechado). Con ayuda de bobinas que se estrechan puede tomarse en consideración de manera más adecuada la velocidad de un pistón: un pistón más rápido genera en primer lugar sólo una tensión de inducción mediante interacción con el extremo estrechado de la bobina. Cuanto mayor es el solapamiento de un pistón con una bobina mayor será la densidad de bobinado y por consiguiente también la acción de frenado, es decir más lento será el movimiento del pistón. Mediante la densidad de bobinado creciente de una bobina con mayor solapamiento de un pistón con una bobina puede conseguirse que la tensión de inducción generada pueda alcanzar un nivel elevado de manera similar también en el caso de movimientos de pistón relativamente lentos (en comparación con movimientos de pistón no frenados) tal como en el caso de un pistón más rápido de manera correspondiente (con menos solapamiento). Además la mayor densidad de bobinado de una bobina en la zona del solapamiento máximo con un pistón correspondiente tiene el efecto de que el pistón puede frenarse fuertemente (hasta la parada momentánea del pistón) en dicha zona con solapamiento máximo.

Otros aspectos de formas de realización preferidas y posibles de la invención se explican por medio de las figuras 1 a 20. A este respecto muestran:

- 15 la figura 1: un colector plano con módulos Vuilleumier;
- la figura 2: módulos Stirling, que pueden usarse en lugar de los módulos Vuilleumier en la figura 1;
- la figura 3: módulos Stirling dúplex, que pueden usarse en lugar de los módulos Vuilleumier en la figura 1;
- la figura 4: un convertidor termoeléctrico para su aplicación como planta solar;
- la figura 5: detalles constructivos para absorbedores y elementos de delimitación del movimiento;
- 20 la figura 6: efecto de un elemento de delimitación del movimiento mediante el transcurso temporal de
 - a) corriente o fuerza,
 - b) fuerza y
 - c) corriente;
- la figura 7: una bomba de calor de construcción flexible o máquina térmica;
- 25 la figura 8: dispositivos de seguimiento para luz solar para
 - a) espejo cóncavo y
 - b) lentes;
- la figura 9: máquinas Vuilleumier de acción doble o múltiple, concretamente
 - 30 a) máquina Vuilleumier acoplada y
 - b) máquina Vuilleumier de acción doble
 - c) máquina Vuilleumier de acción múltiple;
- la figura 10: un espejo cóncavo;
- la figura 11: una máquina Vuilleumier con tubos de suspensión elástica por gas y espejo cóncavo;
- la figura 12: una máquina Vuilleumier con tubos de suspensión elástica por gas;
- 35 la figura 13: una máquina Vuilleumier con tubos de suspensión elástica por gas;
- la figura 14: un convertidor termoeléctrico con cilindro opcional;
- la figura 15: una máquina Vuilleumier de acción doble o múltiple;
- la figura 16: un Stirling dúplex;
- la figura 17: una máquina Vuilleumier con membranas;
- 40 la figura 18: un Stirling plano, modular;
- la figura 19: una representación de formas de oscilación de pistón; y
- la figura 20: una representación del principio de contracorriente.

En la figura 1 se muestra un convertidor termoeléctrico que está configurado como colector plano con módulos Vuilleumier. El extremo superior de cada un módulo Vuilleumier se calienta con ayuda de un espejo 1 cóncavo, enfocando la luz incidente a través del espejo 1 cóncavo sobre un absorbedor 3 que como elemento de delimitación

del movimiento puede comprender también un muelle, mediante lo que genera calor. Para el mejor almacenamiento del calor, esta parte superior de un módulo Vuilleumier se rodea con un vacío 8. Este vacío 8 se encuentra habitualmente entre dos paredes de material translúcido tal como por ejemplo vidrio (tales paredes son por tanto ventajosas para que la luz incidente pueda incidir con el menor impedimento posible sobre el absorbedor 3). En lugar de un caldeo con luz también puede estar previsto un calentamiento mediante contacto térmico con un fluido tal como un gas o un líquido. Una posibilidad de calentamiento de este tipo mediante contacto con el fluido puede estar prevista también adicionalmente para caldeo de luz. El fluido para el calentamiento puede ser por ejemplo un gas de escape de un motor, o agua de refrigeración de un circuito de refrigeración, por ejemplo de un motor de un automóvil. Además cada módulo Vuilleumier comprende dos bobinas 4. Éstas sirven para poder mover alrededor de un regenerador 2 móvil o alrededor de un pistón 6 de desplazamiento o para convertir energía de movimiento en energía eléctrica mediante movimientos del regenerador 2 o del pistón 6 de desplazamiento por medio de inducción electromagnética. El pistón 6 de desplazamiento desplaza gas a partir del volumen de gas suprayacente o a partir del volumen de gas subyacente, de modo que gas circula desde un volumen hasta el otro volumen correspondiente. En el caso de este proceso, el gas desplazado circula a través del regenerador 2 fijo (no móvil), que a este respecto absorbe calor por un motor, o agua de refrigeración o emite calor al gas en circulación. Los movimientos del regenerador 2 móvil y del pistón 6 de desplazamiento se delimitan por elementos 5 de delimitación del movimiento (por ejemplo muelles). En una forma de realización alternativa podrían estar acoplados también regeneradores móviles y pistones de desplazamiento por medio de muelles a elementos de delimitación del movimiento o absorbedor, por ejemplo para contrarrestar la fuerza de la gravedad en una estructura vertical. Mientras que la zona 11 superior de un módulo Vuilleumier presenta una mala conductividad térmica, la zona 10 inferior de un módulo Vuilleumier presenta una buena conductividad térmica (partes de la zona 10 inferior pueden estar fabricadas por ejemplo de aluminio). La parte inferior de un módulo Vuilleumier está acoplada térmicamente a dos flujos de fluido, siendo opuestos el flujo de fluido para transporte 14 del calor y el flujo de fluido para transporte del frío 13 (indicado mediante flechas). Cada módulo Vuilleumier presenta tres volúmenes con zonas de temperatura diferentes. Al volumen superior con absorbedor 3 se le alimenta energía en forma de luz, de modo que este volumen es el más caliente de los tres volúmenes. En el volumen medio entre regenerador 2 y pistón 6 de desplazamiento se retira calor del módulo Vuilleumier calor, dado que en este caso se emite calor al flujo 14 de fluido. En el volumen inferior (por debajo del pistón 6 de desplazamiento) se genera frío que se absorbe y se transporta a través del flujo 13 de fluido. Las distintas zonas calientes de todos los módulos Vuilleumier o flujos de fluido se separan unos de otros térmicamente mediante aislamientos 9. Además cada módulo Vuilleumier puede comprender uno o dos elementos con alas 12 de intercambiador de calor para una transmisión eficaz de calor o frío al flujo de fluido correspondiente. Existe también la posibilidad, de que un espejo 1 cóncavo comprenda un rebaje 7, de modo que el espejo 1 cóncavo pueda moverse con respecto al módulo Vuilleumier asociado. De esta manera es posible que el espejo 1 cóncavo pueda moverse para por ejemplo orientarse al espejo 1 cóncavo de modo que con ello éste pueda captar de la manera más eficaz posible la luz solar.

Alternativamente a los módulos Vuilleumier pueden utilizarse en el colector plano de la figura 1 también módulos Stirling o módulos Stirling dúplex, que están representados en las figuras 2 y 3. En el caso del módulo Stirling de la figura 2 se utilizan dos elementos de modificación del volumen, concretamente un regenerador 2 móvil y un pistón 15 de trabajo. En el caso del módulo Stirling dúplex de la figura 3 se usan dos regeneradores 2 móviles y un pistón 15 de trabajo móvil. En este caso se necesitan tres flujos de fluido, concretamente el flujo 13 de fluido para el transporte del frío, el flujo 14 de fluido para el transporte del calor y un flujo 16 de fluido para el transporte del calor. Las direcciones de flujo de los flujos 14 y 16 de fluido son en la misma dirección, contra la que fluye el flujo 13 de fluido dirección opuesta a los flujos 14 o 16 de fluido (las direcciones de flujo están indicadas mediante flechas). Además son posibles convertidores termoeléctricos en los que se utilizan combinaciones de los distintos módulos de convertidor termoeléctrico (por ejemplo módulos Vuilleumier y módulos Stirling y módulos Stirling dúplex).

Los elementos 2, 6 y 15 de modificación del volumen están acoplados unos con otros por medio de componentes 4 electromagnéticos (bobinas), de modo que los movimientos de los elementos 2, 6 y 15 de modificación del volumen están correlacionados entre sí mediante desplazamientos de fase correspondientes. Existe la posibilidad de regular o fijar los desplazamientos de fase entre elementos 2, 6 y 15 de modificación del volumen de un módulo de convertidor termoeléctrico o también varios módulos de convertidor termoeléctrico con ayuda de un control. De esta manera se consigue también una frecuencia de oscilación para el funcionamiento de los módulos que se encuentra fuera de una frecuencia propia mecánicamente definida que se definiría por ejemplo entre otros mediante la masa de un pistón de desplazamiento.

La figura 4 muestra un sistema total para la aplicación de un convertidor termoeléctrico como planta solar. Se muestra un convertidor termoeléctrico en el que los distintos elementos constructivos están colocados uno tras otro (por ejemplo en un tubo). En un tubo 19 interno están colocados alternativamente regeneradores 2 inmóviles y pistón 15 de trabajo móvil. El tubo 19 interno se rodea por un tubo 18 externo, usándose en el espacio intermedio de los tubos 18 y 19 un flujo 14 de fluido para el transporte del calor. El calor se genera con ayuda de un campo 17 de lente y recubrimientos 3 de absorbedor. En lugar del campo de lente sería posible también un campo de espejos cóncavos. Los regeneradores 2 sirven simultáneamente como elementos de delimitación del movimiento para los pistones 15 de trabajo adyacentes en cada caso. Además en la zona de un absorbedor 3 se encuentra un revestimiento 22 aislante que comprende una ranura 22a como paso de fluido, una bobina 22b (igual a la bobina 4) y una conexión 22c. En el caso de la figura 4 los regeneradores 2 son fijos y comprenden un revestimiento 2a y un

relleno 2b, tal como por ejemplo lana de metal. Los movimientos de los pistones 15 de trabajo están acoplados a través de las bobinas 2 de manera electromagnética a un generador, que está compuesto por un estator 21 con bobinas y un rotor 20. La masa del rotor está dimensionada de modo que el rotor puede almacenar de manera intermedia suficiente energía a partir de la expansión de gas de los distintos módulos Stirling, para provocar con ello la compresión de gas de los distintos módulos Stirling sin ajustar a este respecto su rotación en una dirección determinada. En lugar de un generador parcialmente mecánico puede usarse también un componente completamente electrónico para provocar el acoplamiento de los pistones de trabajo y para generar energía eléctrica. Este componente electrónico puede comprender adicionalmente un convertidor de frecuencia que convierte la corriente generada en una corriente con la frecuencia deseada o también corriente continua. En el caso de la forma de realización mostrada en la figura 4 se trata de un convertidor termoelectrico de acción múltiple, dado que los pistones (15) de trabajo modifican en cada caso volúmenes de módulos de convertidor termoelectrico adyacentes.

La figura 5 muestra en mayor detalle un absorbedor 3 con muelles 3a y 3b que sirven como elementos de delimitación del movimiento. Los muelles 3a y 3b son esencialmente de forma helicoidal. El absorbedor se rodea por una capa aislante térmica, tal como por ejemplo un vacío 8. Los elementos 5 de delimitación del movimiento puros (sin absorbedor 3) presentan un paso 5a, a través del que puede pasar gas que se mueve por elementos de modificación del volumen.

La figura 6 ilustra el efecto de los elementos de delimitación del movimiento en el ejemplo de un pistón de trabajo de un Stirling. Si se cargara un componente electromagnético tal como se en la figura 2 con una corriente 32 de forma sinusoidal, entonces el transcurso 31 de la fuerza que actúa sobre el pistón puede resultar como la suma de las fuerzas del componente electromagnético y del elemento de delimitación del movimiento. En este caso el Stirling se haría funcionar como bomba de calor: dado que la suma de las fuerzas 33 positivas supera la suma de las fuerzas 34 negativas, se realiza trabajo para generar calor y frío. En las figuras 6b y 6c se muestran asimismo transcurros de fuerza y de corriente en función del tiempo, superponiéndose sin embargo fuerzas o corrientes de varios pistones. La suma promediada a través de los distintos módulos de todas las fuerzas 35 superpuestas es siempre positiva y nivelada en comparación con un único módulo. En el funcionamiento como máquina térmica (es decir para generar energía eléctrica o mecánica), en el caso de un convertidor termoelectrico, que está compuesto por módulos Stirling, mediante el funcionamiento de los módulos individuales con desplazamientos de fase puede conseguirse mutuamente que los módulos alimenten o emitan energía mutuamente, y que de este modo no deba alimentarse en ningún momento energía desde el exterior.

La figura 7 muestra una bomba de calor o máquina térmica que está construida de manera flexible. Como elementos de modificación del volumen sirven varias membranas o zonas 40 de membrana que o bien pueden moverse con ayuda de bobinas 41 o bien que inducen tensiones en las 41. Entre los volúmenes de gas se encuentran los regeneradores 42, a través de los que pasa el gas móvil (indicado mediante una flecha 44 doble). Los espacios 47 de trabajo individuales se rodean por un muro 46. (Las membranas o zonas de membrana 40 se mueven con ayuda de bobinas o imanes 41 y 43.) Por encima y por debajo de los módulos de convertidor termoelectrico se encuentran cámaras 48 de fluido con flujos de fluido opuestos, cuyas direcciones de movimiento están indicadas mediante flechas. Los espacios de trabajo indicados anteriormente están unidos a través de los regeneradores 42 en cada caso sólo con los espacios de trabajo en cada caso a la izquierda del mismo (véase la flecha 44 doble). En forma de realización mostrada en la figura 7 se trata de un convertidor termoelectrico de acción múltiple, dado que las zonas (40) de membrana, que sirven como elementos de modificación del volumen, modifican en cada caso volúmenes de módulos de convertidor termoelectrico adyacentes.

La figura 8 muestra dispositivos para el seguimiento de elementos ópticos. El seguimiento de elementos ópticos es útil para poder maximizar la radiación solar incidente. En la figura 8a está representado un seguimiento de espejos 1 cóncavos y en la figura 8b está representado un seguimiento de un campo 17 de lente. En ambos casos los elementos ópticos pueden girar al menos parcialmente alrededor de un eje de giro 50. Junto a o adicionalmente al giro también es posible un seguimiento mediante desplazamiento de los elementos ópticos con respecto a los módulos de convertidor termoelectrico. Además en la figura 8a están representados módulos 51 de convertidor termoelectrico, y en la figura 8b están representados pistón 15 y regeneradores 2. Dichos componentes termoelectricos se iluminan al menos parcialmente por rayos 52 de luz, de modo que se calientan o caldean determinados volúmenes de gas de los módulos de convertidor termoelectrico. Por tanto, mediante el seguimiento de los componentes ópticos se garantiza una mejor provisión con energía calorífica. En las figuras 8a y 8b están representadas sólo filas de elementos ópticos. Sin embargo pueden existir convertidores termoelectricos de varias filas de este tipo, comprendiendo cada fila un dispositivo de seguimiento, de modo que los elementos ópticos de una fila pueden girar en cada caso alrededor de un eje 50 de giro. Tal como se muestra en la figura 9c, el elemento óptico puede estar compuesto también por un espejo 53 cóncavo lineal, giratorio, que concentra los rayos 52 de luz sólo en una dimensión y sobre el que se enfocan en cada caso volúmenes de gas calientes de los módulos de convertidor termoelectrico, o el elemento óptico puede estar compuesto por una lente cilíndrica.

En las figuras 9a y 9c se muestran formas constructivas Vuilleumier de acción múltiple, en la figura 9b una forma constructiva Vuilleumier de acción doble. En los tres casos las formas constructivas presentan en cada caso volúmenes de gas calientes, templados y fríos, estando dispuestos en el caso de la figura 9a los volúmenes de gas calientes, templados y fríos de modo que módulos Vuilleumier adyacentes usan en común volúmenes de gas

calientes y fríos (un primer módulo Vuilleumier tiene la sucesión de volumen de gas frío – templado - caliente, seguido de un módulo Vuilleumier adicional con la sucesión de volumen de gas caliente – templado – frío, seguido de un módulo Vuilleumier adicional con la sucesión de volumen de gas frío – templado - caliente, prosiguiendo periódicamente esta sucesión). En el caso de las figuras 9b y 9c existen máquinas Vuilleumier de acción doble o múltiple, dado que en estos convertidores termoeléctricos de modificación del volumen se aprovecha en común por módulos de convertidor termoeléctrico adyacentes. En los tres casos (figura 9a, figura 9b y figura 9c) se calientan los volúmenes de gas calientes con ayuda de rayos 52 de luz y absorbedores 3 y se mantienen templados con ayuda de vacíos 8. En el caso de la figura 9a los componentes se encuentran en un tubo 19 interno que se rodea por un tubo 18 externo. En el espacio intermedio entre los tubos se mueven un flujo 13 de fluido para el transporte del frío y un flujo 14 de fluido para el transporte del calor. Además la forma constructiva Vuilleumier de la figura 9a presenta juntas 5 y absorbedores 3, que sirven simultáneamente como elementos de delimitación del movimiento para los regeneradores 2 móviles. Adicionalmente los regeneradores móviles pueden servir mutuamente mediante repulsión magnética como elementos de delimitación del movimiento. Los regeneradores 2 móviles están acoplados entre sí por medio de componentes 4 electromagnéticos (bobinas). En la figura 9b los regeneradores 2 están colocados de manera fija en líneas de conexión entre los volúmenes de gas. Los pistones 6 de desplazamiento están acoplados de manera electromagnética por medio de bobinas 4 (es decir, en las bobinas pueden inducirse por un lado tensiones, o las bobinas pueden usarse para generar un campo magnético que mueve el pistón 6 de desplazamiento magnético). Además la máquina Vuilleumier de acción doble de la figura 9b presenta un flujo 14 de fluido para el transporte del calor y un flujo 13 de fluido para el transporte del frío. A través de ambos flujos de fluido y a través de los componentes 4 electromagnético pueden acoplarse entre sí varios módulos Vuilleumier, tal como en la figura 9b. El desplazamiento de fase entre el pistón 6 de desplazamiento en el volumen de gas caliente y el pistón 6 de desplazamiento en el volumen de gas templado asciende habitualmente a cuatro quintos de π , y el desplazamiento de fase entre el pistón 6 de desplazamiento en el volumen de gas caliente y el pistón 6 de desplazamiento en el volumen de gas frío asciende habitualmente a un medio de π para el funcionamiento como máquina Vuilleumier pura para la generación de calor y frío. Alternativamente esta forma constructiva puede también hacerse funcionar de manera prioritaria como máquina Stirling para la generación de energía eléctrica y calor, ascendiendo en este caso los desplazamientos de fase mencionados anteriormente habitualmente a un medio de π o uno π . En este caso en ambos fluidos se genera calor de escape, y el pistón 6 de desplazamiento con desplazamiento de fase en un medio de π sirve como pistón de trabajo. La forma constructiva en la figura 9c corresponde a la forma constructiva en la figura 9b hasta la diferencia de que en lugar de máquinas Vuilleumier de acción doble existen máquinas Vuilleumier de acción múltiple, es decir los volúmenes de gas dentro de los tubos están delimitados por ambos lados por pistones 6 de desplazamiento móviles.

La figura 10 muestra un espejo 53 cóncavo, tal como se usa en la figura 9c. El espejo 53 cóncavo puede girarse alrededor del eje 50, para poder captar la mayor cantidad de luz posible (por ejemplo en el caso de fuentes de luz que se mueven con respecto al convertidor termoeléctrico tales como el sol). En el caso del espejo 53 cóncavo la luz no se enfoca en un punto focal, sino en una recta. En este foco se encuentra habitualmente el volumen de gas que ha de calentarse (por ejemplo en forma de un tubo). El espejo 53 cóncavo presenta en varios puntos rebajes que son adecuados como pasos (por ejemplo para tubos de conexión o líneas o monturas). Este tipo de espejo 53 cóncavo puede usarse sin embargo también en otros convertidores termoeléctricos modulares, en los que los módulos de convertidor termoeléctrico están dispuestos al menos parcialmente a lo largo de una recta.

Regeneradores 2 móviles, tal como se representa por ejemplo en la figura 9a, son adecuados de manera permeable a los gases, de modo que un regenerador móvil en el caso del paso de gas puede absorber o emitir calor. Al mismo tiempo los regeneradores móviles que se mueven rápidamente pueden generar por poco tiempo una sobrepresión o subpresión en el volumen de gas delimitado correspondiente. En el caso de la figura 1, la figura 2, la figura 3 y la figura 9a es también posible, en lugar de los regeneradores móviles utilizar en cada caso regeneradores fijos junto con pistones de desplazamiento móviles, uniéndose entre sí en este caso los volúmenes de gas a través de líneas de conexión de modo que el gas que circula calienta o enfría los regeneradores.

Otros aspectos de la invención y otras formas de realización según la invención de convertidores termoeléctricos se explican por medio de las figuras 11 a 20.

La figura 11 muestra un convertidor termoeléctrico con el uso de tubos 106 de suspensión elástica por gas. Éste está compuesto por dos cilindros en cada caso simétricos de rotación y pistones 118, que tienen en cada caso una barra 119 del pistón hueca. La luz incidente se concentra por un espejo 101 cóncavo que puede oscilar de modo que cae en gran parte sobre el absorbedor 103 de luz que se calienta por la luz absorbida. Este calor puede aprovecharse para calentar un primer volumen 111 de gas, de modo que este volumen de gas se amplíe y presione hacia abajo el pistón subyacente. Por debajo del absorbedor 103 de luz se encuentra el regenerador 102. Debajo del pistón 118 se encuentra un suministro 105 de corriente multifilar para bobinas 104 móviles que pueden servir simultáneamente como muelles mecánicos y en este caso contrarrestan una desviación del pistón con respecto a su posición de reposo. En la zona inferior del pistón se encuentran bobinas 104, que sirven para acelerar y frenar el pistón. Las bobinas 104 pueden estar compuestas por varios segmentos y/o pueden estar configuradas con en cada caso densidad de bobinado variable, lo que lleva a que aparezca un efecto de inducción variable según la desviación del pistón. Esto tiene el efecto de que el movimiento del pistón se ve afectado por la densidad de bobinado variable de modo que el movimiento del pistón se frena o se acelera más intensamente o más débilmente. Dentro de la

culata 107 se encuentra en la forma de realización mostrada un imán permanente 115 en forma de un tubo. La culata 107 se usa para permitir un cierre magnético. Los tubos 106 de suspensión elástica por gas ejercen durante la desviación del pistón de su posición de reposo una fuerza de retroceso sobre el mismo. Adicionalmente al tubo 106 de suspensión elástica por gas en la zona central del pistón pueden usarse otros tubos 116 de suspensión elástica por gas en la zona de la desviación del pistón máxima. Los tubos de suspensión elástica por gas adicionales pueden servir como elemento de delimitación del movimiento o para protección, para que el pistón no choque contra la pared adyacente. Los tubos 106 de suspensión elástica por gas en la zona central del pistón pueden estar configurados de modo que mediante la pequeña sección transversal en el segundo volumen 112 de gas en comparación con el primer volumen 111 de gas y el tercer volumen 113 de gas los pistones se accionan mediante energía calorífica alimentada. Por tanto el tubo 106 de suspensión elástica por gas se denomina también "Reststirling". El espacio 108 adicional, que está unido mediante orificios 117 en la culata con el tubo 106 de suspensión elástica por gas, puede servir para que la fuerza de retroceso de los tubos de suspensión elástica por gas se reduzca y que los tubos de suspensión elástica por gas de los dos pistones se acoplen. Además en la figura 11 están mostrados intercambiadores 114 de calor para emitir calor (adyacente al volumen 112 de gas) o emitir frío (adyacente al volumen 113 de gas). Los intercambiadores 114 de calor pueden estar acoplados tal como se muestra en la figura 20 a un fluido que transporta el calor/frío a un lugar fuera del cilindro. Aparte del espejo 101 cóncavo que puede oscilar están colocados todos los componentes mencionados anteriormente en una carcasa 110 de presión, que puede resistir una presión de por ejemplo 1 MPa. De esta manera se permite que el convertidor termoeléctrico pueda accionarse con un gas en sobrepresión. En la zona del espejo 101 cóncavo existe la carcasa 110 de presión de una pared de vidrio o pared 109 de virio doble o múltiple, que está configurada de manera translúcida.

Un convertidor termoeléctrico adicional con tubos de suspensión elástica por gas está mostrado en la figura 12 (elementos eléctricos o electrónicos hasta las bobinas no están representados en este caso y en el resto de las figuras). Además de los componentes ya mencionados en la figura 11 (tal como por ejemplo tubos 106 de suspensión elástica por gas, regeneradores 102, intercambiadores 114 de calor, imanes 115 permanentes, elementos 116 de delimitación del movimiento) en la figura 12 se muestran vástagos 125 de pistón, que están unidos en el espacio 106 de tubo de suspensión elástica por gas con un elemento 122 de sujeción para bobinas 104 móviles. Otras bobinas móviles están sujetas en el pistón dentro del segundo volumen de gas. El primer volumen 111 de gas, que habitualmente está más caliente que el segundo volumen de gas, así como el tercer volumen 113 de gas no contienen ninguna bobina, mediante lo cual se evitan pérdidas óhmicas. La barra del pistón se guía mediante un cojinete 124 de deslizamiento que puede sustituirse también por un cojinete de lubricación gaseosa tal como por ejemplo se representa en la figura 15. Además en la figura 12 se muestran aberturas 121 de salida para aire o gas, que sirven como cojinete de lubricación gaseosa de aire. Los cojinetes 121 de lubricación gaseosa o de aire pueden reducir resistencia de rozamiento de los pistones, lo que a su vez lleva a una mayor eficiencia (debido a las pérdidas por fricción reducidas) del convertidor termoeléctrico. Las válvulas 123 sirven para generar sobrepresión en el interior del pistón, con la que se cargan los cojinetes 121 de lubricación gaseosa.

La figura 13 muestra un convertidor termoeléctrico con tubos 116 de suspensión elástica por gas como elemento de delimitación del movimiento y en particular con bobina 131, que sirve como devanado de excitación para la generación de un campo magnético. Alternativamente este componente 131 puede sustituirse por un imán permanente. El cierre magnético tiene lugar mediante la culata 107. Además en la figura 13 se muestra el orificio 132 que sirve para aumentar el volumen del tubo 106 de suspensión elástica por gas en el volumen del interior del pistón. Mediante este aumento de volumen se consigue que el tubo 106 de suspensión elástica por gas sea más blando, es decir que la fuerza de retroceso sobre el pistón sea menos intensa. Para accionar el pistón mediante energía calorífica, la sección 133 transversal del cilindro en el espacio de trabajo templado es menor que en el espacio de trabajo caliente y en el espacio de trabajo frío. Esta opción de diseño se denomina también con "Reststirling". Un regenerador 134 adicional se usa para poder trabajar en el cilindro izquierdo con otro nivel de temperatura templada de emisión o útil distinto del cilindro derecho.

La figura 14 muestra un convertidor termoeléctrico con un cilindro 141 adicional. Este cilindro adicional puede utilizarse también en la siguiente figura 16 en lugar del cilindro central con el pistón de trabajo. Cuando se suprime, los pistones deben accionarse mediante una fuente de corriente externa. Dentro del cilindro 141 se encuentra una membrana una banda elástica o un muelle 142 en espiral, por debajo del que se encuentran un imán permanente 115 y una culata 144 con bobina 104. El imán 115 permanente está sujeto en la membrana o la banda elástica o el muelle 142 en espiral. Mediante la oscilación del imán 115 permanente se induce tensión para accionar el pistón de desplazamiento. Una corriente así generada puede almacenarse de manera intermedia en un condensador o un acumulador (no mostrado). También en el caso del convertidor termoeléctrico de la figura 14 se usa un tubo 116 de suspensión elástica por gas como elemento de delimitación del movimiento. Además se muestra una culata 107 de ferrita o en forma de una chapa pegada, para poder evitar pérdidas de corriente de Foucault. Alrededor de la culata 107 están enrolladas varias bobinas 104 que sirven para la generación de un campo alterno magnético que se mueve en el espacio. De esta manera puede acelerarse o frenarse el pistón. El pistón está configurado en el caso de la figura 14 de modo que están colocados conductores 143 anulares o de cortocircuito eléctricos en el pistón. Los conductores anulares o de cortocircuito eléctricos pueden estar compuestos por segmentos o por una pieza tubular continua. Un regenerador 134 adicional se usa para poder trabajar en el cilindro izquierdo con otro nivel de temperatura templada de emisión o útil que en el cilindro derecho.

La figura 15 muestra una forma de realización adicional de un convertidor termoeléctrico. En esta forma de realización se utiliza una barra 151 del pistón hueca. En la barra 151 del pistón se encuentran conductores 152 anulares. Alternativamente a los conductores 152 anulares también son posibles uno o varios imanes permanentes en forma de anillo o en forma de disco. En la zona del conductor 152 anular se encuentra también en cada caso una culata 107 de ferrita o en forma de una chapa pegada. En el espacio 153 existe sobrepresión con la que se carga el cojinete de aire 155 para el pistón. A continuación en la culata 107 o los conductores 152 anulares se encuentran bobinas 104 para la generación de un campo magnético móvil. En la zona 154 está el accionamiento de pistón separado del gas de trabajo. Por ello se reducen influencias negativas del gas de trabajo caliente sobre los componentes eléctricos. Las influencias negativas sobre los componentes eléctricos pueden ser por ejemplo una resistencia óhmica creciente o una acción perjudicial de imanes permanentes. Además en la figura 15 se muestra el cojinete 155 de aire que sirve para compensar la fuerza de atracción magnética de la barra 151 contra la pared del cilindro. El tipo de accionamiento tratado anteriormente es ventajoso también para un pistón de trabajo o un módulo Vuilleumier con Reststirling, en particular porque la fuerza de atracción magnética en las zonas de desviación máxima puede compensar completa o parcialmente la presión de retroceso del gas de trabajo o del tubo de suspensión elástica por gas. El cilindro representado en la figura 15 contiene volúmenes de gas que pertenecen a dos módulos Vuilleumier distintos: el primero, volumen 156 de gas caliente así como el segundo volumen 157 de gas templado pertenecen a un módulo Vuilleumier que está unido a través de tubo 160 de conexión con un cilindro adicional, adyacente y de construcción idéntica. En este cilindro adyacente se encuentra la segunda parte del segundo volumen 158 de gas templado así como el tercer volumen 159 de gas frío. En total pueden estar conectados así uno tras otro 2, 3, 4 ó más de 4 cilindros de este tipo, estando unido el volumen 157 de gas del último cilindro a su vez con el volumen 158 de gas del primer cilindro a través de un tubo 160 de conexión. La estructura descrita anteriormente es posible también alternativamente al accionamiento asincrónico lineal representado con accionamiento polisolenoides (en este caso los conductores 152 anulares se sustituirían por imanes permanentes en forma de anillos) o accionamiento de bobinas móviles.

La figura 16 muestra un convertidor termoeléctrico en forma de un Stirling dúplex, que puede usarse tanto para la generación de energía eléctrica como también como bomba de calor. La transmisión de corriente a las bobinas 104 móviles de los pistones de desplazamiento tiene lugar en este caso mediante elementos 164 de delimitación del movimiento, que son eléctricamente conductores y al contacto con el pistón se unen a través de en cada caso al menos 2 puntos 165 de contacto eléctricos de manera eléctricamente conductora con las bobinas. Al contrario de las máquinas Vuilleumier, esta disposición presenta un pistón 161a de trabajo. El pistón de trabajo 161a está dotado en esta forma de realización de un imán permanente. Una atracción magnética tiene lugar entre pistón y culata 166 que se encuentra en el extremo de cilindro, que contrarresta la fuerza de retroceso mediante volúmenes de gas comprimidos o expandidos por el pistón. Los elementos 168 de delimitación del movimiento en forma de muelles impiden el choque del pistón de trabajo en los extremos de cilindro. Se usan bobinas 162 segmentadas para reducir pérdidas eléctricas, mediante lo cual se aumenta a su vez la eficiencia del Stirling dúplex. Alternativamente al pistón 161a de trabajo puede usarse el pistón 161b de trabajo. Este pistón es ferromagnético y está dotado de imanes 167 anulares que pueden generar un campo magnético alternante localmente. En este ejemplo de realización se genera un campo magnético móvil con ayuda de bobinas 163 o devanados de excitación, que se cargan con una corriente polifásica. En la zona de desviación del pistón máxima, el campo magnético mantiene adicionalmente el pistón en esta posición y contrarresta la presión del gas de trabajo comprimido. Además, alternativamente a los pistones 161a y 161b de trabajo puede usarse un pistón de trabajo que, al contrario del pistón de desplazamiento, oscila en la zona de su frecuencia propia, y que se frena o acelera mediante un componente electromagnético que está dispuesto en la zona de su punto medio de movimiento. En el funcionamiento como bomba de calor el pistón 161a o 161b de trabajo no puede accionarse o frenarse necesariamente mediante interacción electromagnética con bobinas 162 o 163, sino que puede realizar también sencillamente una oscilación armónica. Alternativamente, en el caso del pistón de trabajo el componente electromagnético puede suprimirse completamente, de modo que el pistón de trabajo ejerce una oscilación armónica en la zona de su frecuencia propia. Las oscilaciones de los pistones de desplazamiento y del pistón de trabajo de la disposición representada en la figura 16 están acoplados a través de los componentes electromagnéticos de tal manera que en cada caso están correlacionados con un desplazamiento de fase determinado. Existe la posibilidad de fijar distintos desplazamientos de fase mediante el aparato de control no representado o regular los mismos en función de magnitudes de medición. De esta manera puede conseguirse que se genere o bien más calor útil o frío útil, o que alternativamente se genere más energía eléctrica. Alternativamente a la representación en la figura 16 puede estar dispuesto también al menos un pistón de desplazamiento y al menos un pistón de trabajo uno tras otro en el mismo cilindro, pudiendo acoplarse la oscilación de ambos pistones mediante un muelle o tubo de suspensión elástica por gas.

En la figura 17 se muestra una máquina Vuilleumier con membranas 171. Las membranas 171 sirven como elementos de modificación del volumen. En el ejemplo de realización mostrado se utilizan muelles 177 mecánicos como elementos de delimitación del movimiento. Los tubos 106 de suspensión elástica por gas forman el Reststirling para el accionamiento de la oscilación de membrana. Además la máquina Vuilleumier de la figura 17 presenta un espacio 176 adicional para los tubos 106 de suspensión elástica por gas, mediante lo cual las oscilaciones de las membranas pueden configurarse adicionalmente. Mediante la oscilación de las membranas se genera tensión eléctrica con ayuda de las bobinas 104 y el imán 115 permanente por ejemplo de forma tubular. El suministro 172 de corriente para las bobinas 104 se encuentra adyacente a dichas bobinas 104. La trayectoria 173 del gas de trabajo a través de los intercambiadores de calor o regeneradores 102 permeables a los gases está indicada con ayuda de

líneas o flechas. Según la desviación de las membranas 171 se cambia la dirección del gas de trabajo (y por consiguiente la dirección de la flecha de la trayectoria 173). En la máquina Vuilleumier de la figura 17 están representados espacios 175 de trabajo y fluidos 174 para absorber y emitir energía calorífica. Se muestran los espacios 175 de trabajo en los que habitualmente se encuentra gas, concretamente un espacio 175a de trabajo caliente, un espacio 175b de trabajo templado, un espacio 175c de trabajo templado adicional y un espacio 175d de trabajo frío. Las temperaturas correspondientes de los espacios 175 de trabajo se transmiten a los fluidos 174. El fluido 174a, que proporciona energía calorífica para el funcionamiento de la máquina Vuilleumier, emite energía calorífica al intercambiador de calor suprayacente, que está acoplado térmicamente a dicho fluido 174a. El fluido 174b para calor útil o calor de escape absorbe energía calorífica del intercambiador de calor subyacente, al que está acoplado térmicamente. De manera análoga, el fluido 174c para calor útil o calor de escape absorbe energía calorífica del intercambiador de calor suprayacente al que está acoplado térmicamente. El frío producido por la máquina Vuilleumier puede emitirse en el fluido 174d para frío útil o almacenarse de manera intermedia por el mismo hasta un uso posterior.

La figura 18 muestra un Stirling plano modular con membranas y módulos adyacentes, de los que en esta figura están representados de forma explícita sólo dos. Limitando lateralmente a la izquierda y a la derecha pueden encontrarse sin embargo otros módulos de este tipo. Como elementos de delimitación del movimiento se usan muelles 177. Entre los módulos individuales se encuentran en cada caso regeneradores 102 que en la zona 182 no son permeables a los gases y en la zona 183 están configurados de manera permeable a los gases, de modo que es posible una corriente de gas, tal como se indica mediante una flecha doble (es decir desde arriba a la izquierda hacia abajo a la derecha o desde abajo a la derecha hacia abajo a la izquierda mediante el regenerador 102). Las dos mitades 184a y 184b de intercambiador de calor están unidas entre sí de manera permeable a los gases. Para alimentar energía calorífica sirve un fluido 181a templado o caliente y para disipar calor útil o calor de escape sirve un fluido 181b frío. El Stirling modular mostrado con membranas puede accionarse también mediante suministro de energía eléctrica como elemento de calefacción o de refrigeración. En este ejemplo de realización se usan en los módulos Stirling individuales imanes 115 permanentes.

La figura 19 muestra la desviación del pistón típica (o en general el movimiento de un elemento de modificación del volumen) de un convertidor termoeléctrico en función del tiempo. El pistón se mueve entre un punto 196 de inversión inferior y un punto 197 de inversión superior. En la zona 191 se frena el pistón. Esto sucede sobre todo mediante inducción en una bobina. En la zona 192 pueden actuar sobre el pistón fuerzas de retroceso de los tubos de suspensión elástica por gas, muelles mecánicos o los elementos de delimitación del movimiento, que pueden reducirse mediante efecto de frenado de los componentes electromagnético tanto que el pistón en esta zona permanece más largo y de ese modo ejerce la forma de oscilación deseada. Esto puede favorecerse mediante fuerzas de atracción electromagnética, tal como se muestra en el caso del pistón de trabajo en la figura 16. Además es posible que la transmisión de energía tenga lugar en la zona por ejemplo en un condensador. En la zona 193 se acelera el pistón mediante el elemento de delimitación del movimiento, un tubo de suspensión elástica por gas, muelles mecánicos y/o el componente electromagnético. El transcurso 194 de la curva muestra que mediante el accionamiento electromagnético en las zonas de desviación máxima puede controlarse la frecuencia de oscilación con respecto a la oscilación 195 armónica y la oscilación es similar a una oscilación rectangular. Alternativamente la frecuencia de oscilación puede reducirse con respecto a la oscilación 195 armónica. Estas dos cosas suceden mediante el control/la regulación del efecto de frenado o de aceleración de los componentes electromagnéticos mediante el control. La curva 198 muestra la aceleración típica de un pistón a lo largo del tiempo. Es característica de la presente invención a este respecto la aparición de dos mínimos 199a y 199b locales o dos máximos 200a o 200b locales por cada semioscilación del pistón. En comparación con el movimiento 194 del pistón comentado anteriormente se representa una oscilación 195 armónica de un pistón de trabajo o pistón de desplazamiento con tubo de suspensión elástica por gas o muelle mecánico que actúa a lo largo de todo el recorrido. El transcurso 195 corresponde al movimiento de un pistón de un Stirling sin pistón convencional o una máquina Vuilleumier sin pistón convencional. Mediante el transcurso 194 del pistón, al contrario de una oscilación 195 armónica, en esta invención se consigue una mayor eficiencia.

En la figura 20 se ilustra el principio de contracorriente según esta invención. Este principio de contracorriente se usa por ejemplo en módulos Vuilleumier, tal como se muestra por ejemplo en la figura 12 o en módulos Stirling dúplex, tal como se muestra por ejemplo en la figura 16. Por simplicidad, en este caso están representados sólo los cilindros 204 de módulos Vuilleumier, tal como se muestra por ejemplo en la figura 12, o pistones 202 de desplazamiento y pistones 203 de trabajo, tal como se reconoce a partir de la figura 16. Están representadas corrientes de fluidos 201a calientes, fluidos 201b templados y fluidos 201c fríos, calentándose o enfriándose cada vez más adicionalmente un flujo de fluido según el tipo de uso en el transcurso adicional. Estos fluidos están acoplados a los volúmenes de gas de los módulos de convertidor termoeléctrico a través de intercambiadores 114 de calor, tal como se representa por ejemplo en la figura 12. Mediante el principio de contracorriente se consigue que la diferencia de calor entre flujos de fluido adyacentes (por ejemplo caliente y templado o templado y frío) se mantenga lo más baja posible en cada módulo de convertidor termoeléctrico, mediante lo cual puede conseguirse una mayor eficiencia del convertidor termoeléctrico correspondiente.

Además de las formas de realización tratadas en las figuras son posibles otras formas de realización en las que los componentes descritos anteriormente pueden usarse en cualquier otra combinación.

REIVINDICACIONES

1. Convertidor termoeléctrico para la conversión de calor, frío y/o luz solar en energía eléctrica y/o para la generación de calor y frío, que comprende:
 un módulo de convertidor termoeléctrico o una pluralidad de módulos de convertidor termoeléctrico, presentando un
 5 módulo de convertidor termoeléctrico al menos dos volúmenes de gas delimitados espacialmente, que están unidos
 entre sí de manera permeable a los gases mediante un regenerador (2), tratándose en el caso de un volumen de
 gas de un primer volumen de gas, que durante el funcionamiento del convertidor termoeléctrico está más caliente
 que la temperatura del entorno o un flujo de fluido, pudiendo calentarse el primer volumen de gas preferentemente
 10 con ayuda de un elemento (1) óptico, tal como por ejemplo de un espejo cóncavo o de una lente, o mediante
 acoplamiento térmico a un fluido, tal como por ejemplo un líquido refrigerante o un gas de escape, tratándose en el
 caso de un volumen de gas de un segundo volumen de gas, que durante el funcionamiento del convertidor
 termoeléctrico está más frío que el primer volumen de gas, y presentando dicho módulo de convertidor
 termoeléctrico al menos un elemento (6, 118) de modificación del volumen adecuado para modificar la magnitud de
 uno o varios de dichos volúmenes de gas,
 15 una primera zona de flujo de fluido para un primer flujo (14, 201b) de fluido para disipar el calor, a la que están
 acoplados de manera térmica dicho segundo volumen de gas del módulo de convertidor termoeléctrico o dichos
 segundos volúmenes de gas de los respectivos módulos de convertidor termoeléctrico, y
 un elemento (6, 118) de modificación del volumen, que con ayuda de un componente (4) electromagnético por medio
 de la generación de un campo magnético puede moverse y/o deformarse de tal manera que se modifica la magnitud
 de al menos un volumen de gas,
 20 **caracterizado porque**
 los componentes electromagnéticos, los elementos de delimitación del movimiento, la presión de gas, muelles, peso
 y/o tubos de suspensión elástica por gas están dimensionados o controlados/regulados de tal manera que sobre los
 elementos de modificación del volumen entre dos pasos a través del punto medio de movimiento actúan al menos
 dos máximos de aceleración locales.
- 25 2. Convertidor termoeléctrico de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el componente (4) electromagnético es un
 imán (169) o una bobina (104) eléctricamente conductora o un conductor (143) eléctrico cortocircuitado o está
 compuesto por varios conductores (143) eléctricos cortocircuitados o está realizado como accionamiento
 polisolenoides o accionamiento asincrónico lineal.
- 30 3. Convertidor termoeléctrico de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el que en el caso del elemento (6, 118) de
 modificación del volumen se trata de un pistón (6, 118) desplazable, o en el que en el caso del elemento (6, 118) de
 modificación del volumen se trata de un pistón rotativo o rotatorio, o en el que en el caso del elemento (6, 118) de
 modificación del volumen se trata de una membrana (171) móvil y/o deformable, o en el que en el caso del elemento
 (6, 118) de modificación del volumen se trata de un regenerador móvil.
- 35 4. Convertidor termoeléctrico de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el convertidor termoeléctrico comprende
 al menos 3 por 3, preferentemente al menos 4 por 4, más preferentemente al menos 5 por 5 módulos de convertidor
 termoeléctrico, y estando configurado el convertidor termoeléctrico de manera adaptable en conjunto a la forma de
 una superficie y/o comprendiendo el convertidor termoeléctrico comprende x veces y módulos de convertidor
 termoeléctrico, con $1 \leq x \leq 3, 8, 16$ o 100 y con $1 \leq y \leq 3, 8, 16$ o 100 y/o en el que los módulos de convertidor
 termoeléctrico pueden moverse unos con respecto a otros.
- 40 5. Convertidor termoeléctrico de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende además:
 una segunda zona de flujo de fluido para un segundo flujo (13, 201c) de fluido para disipar el frío, a la que están
 acoplados térmicamente terceros volúmenes de gas de los respectivos módulos de convertidor termoeléctrico, en el
 que un tercer volumen de gas de un módulo de convertidor termoeléctrico durante el funcionamiento del convertidor
 termoeléctrico está más frío o más caliente que el segundo volumen de gas correspondiente del módulo de
 45 convertidor termoeléctrico y preferentemente también más frío que la temperatura del entorno, y en el que el primer
 flujo (14, 201 b) de fluido y el segundo flujo (13, 201c) de fluido pueden ser contrarios, de modo que en el caso de un
 primer módulo de convertidor termoeléctrico ambos flujos de fluido presentan temperaturas máximas, y de modo que
 en el caso de un último módulo de convertidor termoeléctrico ambos flujos de fluido presentan temperaturas
 mínimas.
- 50 6. Convertidor termoeléctrico de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que un módulo de convertidor
 termoeléctrico comprende además un elemento (5, 116) de delimitación del movimiento para delimitar el movimiento
 del elemento (6, 118) de modificación del volumen respectivo, por ejemplo en forma de un muelle y/o en forma de un
 tope y/o en forma de un imán y/o en forma de un tubo de suspensión elástica por gas y/o en forma de un elemento
 55 electrónico para el control del componente (4) electromagnético, limitando el elemento (5, 116) de delimitación del
 movimiento el movimiento del elemento (6, 118) de modificación del volumen respectivo de tal manera que el
 elemento (6, 118) de modificación del volumen puede realizar una oscilación que se desvía de una forma sinusoidal.
7. Convertidor termoeléctrico de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que en el caso de los módulos
 de convertidor termoeléctrico se trata de módulos Stirling y/o de módulos Stirling dúplex y/o de módulos Vuilleumier,

y en el que los módulos de convertidor termoeléctrico sirven para la generación de corriente eléctrica y/o trabajo mecánico y/o calor y/o frío.

8. Convertidor termoeléctrico de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende además:

5 un control para la regulación de la frecuencia de oscilación, amplitud, forma de oscilación y desplazamiento de fase de cada un elemento (6, 118) de modificación del volumen de los módulos de convertidor termoeléctrico, en el que la regulación de la frecuencia de oscilación, amplitud, forma de oscilación y desplazamiento de fase está prevista con ayuda del componente (4) electromagnético respectivo de los módulos de convertidor termoeléctrico; y/o

un dispositivo para la conversión de la energía alimentada y/o disipada por los módulos de convertidor termoeléctrico en otra forma de energía eléctrica, tal como por ejemplo corriente alterna con una frecuencia predefinida.

10 9. Convertidor termoeléctrico de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que en el caso del elemento (6, 118) de modificación del volumen se trata de un pistón suelto.

15 10. Convertidor termoeléctrico de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el elemento (6, 118) de modificación del volumen puede realizar una oscilación cuya frecuencia de oscilación se diferencia en al menos el 10%, 25%, 50% o 75% de la frecuencia propia de un elemento (6, 118) de modificación del volumen correspondiente no acoplado de tal manera mediante el componente (4) electromagnético.

20 11. Convertidor termoeléctrico de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, en el que el componente (4) electromagnético para el movimiento/la deformación del elemento (6, 118) de modificación del volumen contiene al menos dos bobinas móviles o al menos un accionamiento polisolenoides o al menos un accionamiento asincrónico electromagnético, o en el que el componente electromagnético contiene al menos una bobina, cuya densidad de bobinado puede variarse a lo largo del eje de bobina.

25 12. Convertidor termoeléctrico de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11, en el que el elemento (6, 118) de modificación del volumen puede realizar una oscilación, que es aproximadamente de forma rectangular y/o de forma trapecial, y/o en el que el elemento (6, 118) de modificación del volumen puede realizar oscilaciones cuya forma de onda presenta una pendiente en los puntos de inflexión que se diferencian de la pendiente en los puntos de inflexión de una forma de onda sinusoidal correspondiente con igual longitud de onda y amplitud en al menos el 10%, 20%, 30% o 50%, y en el que el valor absoluto de dicha pendiente es preferentemente mayor que el valor absoluto correspondiente de una pendiente de una forma de onda sinusoidal con igual longitud de onda y amplitud, y/o en el que la función de la aceleración del elemento (6, 118) de modificación del volumen a lo largo del tiempo entre dos pasos a través del punto medio de movimiento presenta en cada caso al menos dos máximos (200a, 200b) locales o dos mínimos (199a, 199b) locales.

30

35 13. Convertidor termoeléctrico de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12, que comprende al menos cuatro volúmenes de gas, en el que el primer volumen de gas está unido mediante un regenerador (2) de manera permeable a los gases con el segundo volumen de gas, el segundo volumen de gas está unido mediante un regenerador (134) de manera permeable a los gases con el tercer volumen de gas, y el tercer volumen de gas está unido mediante un regenerador de manera permeable a los gases con el cuarto volumen de gas.

40 14. Convertidor termoeléctrico de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 13, en el que al menos un elemento de modificación del volumen en las zonas de su desviación máxima experimenta una componente de fuerza provocada por atracción de dos elementos (166, 107) ferromagnéticos en la dirección de la desviación, es decir alejada del punto medio de movimiento.

45 15. Procedimiento para el uso del convertidor termoeléctrico de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 14, comprendiendo el procedimiento las etapas de:

disponer el convertidor termoeléctrico de modo que está expuesto a luz y/o calor y/o frío; y

generar corriente eléctrica y/o trabajo mecánico y/o calor y/o frío.

16. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 15, en el que la temperatura del flujo de fluido (201 b) se regula mediante el desplazamiento volumétrico del flujo (201b) de fluido.

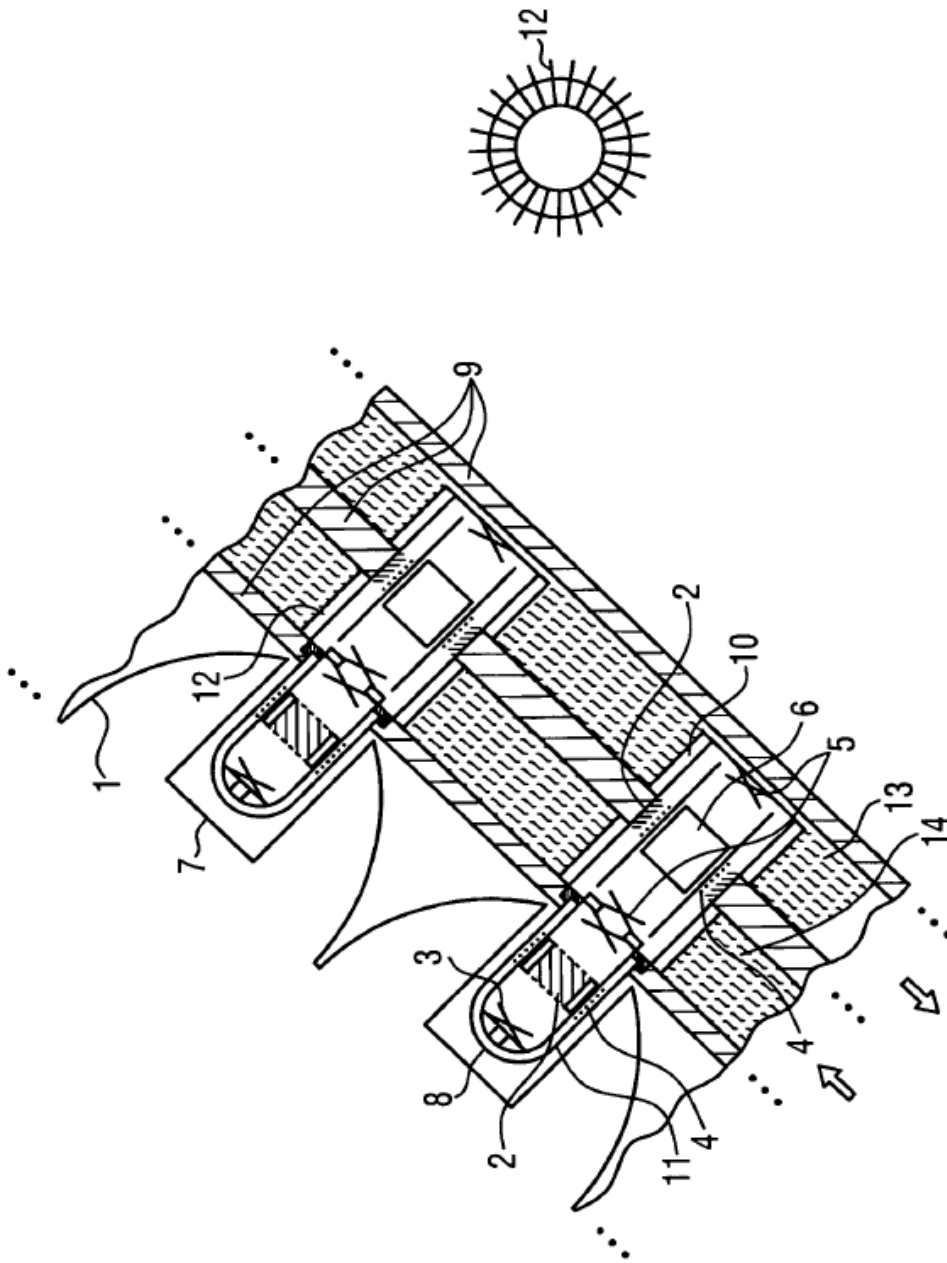


FIG. 1

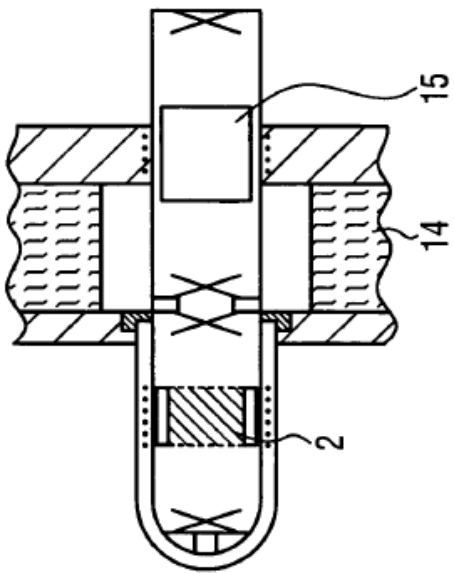


FIG. 2

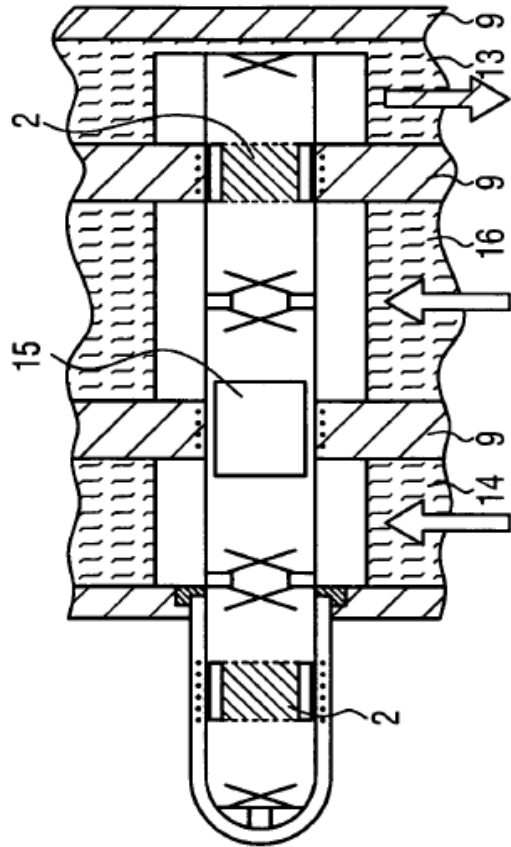


FIG. 3

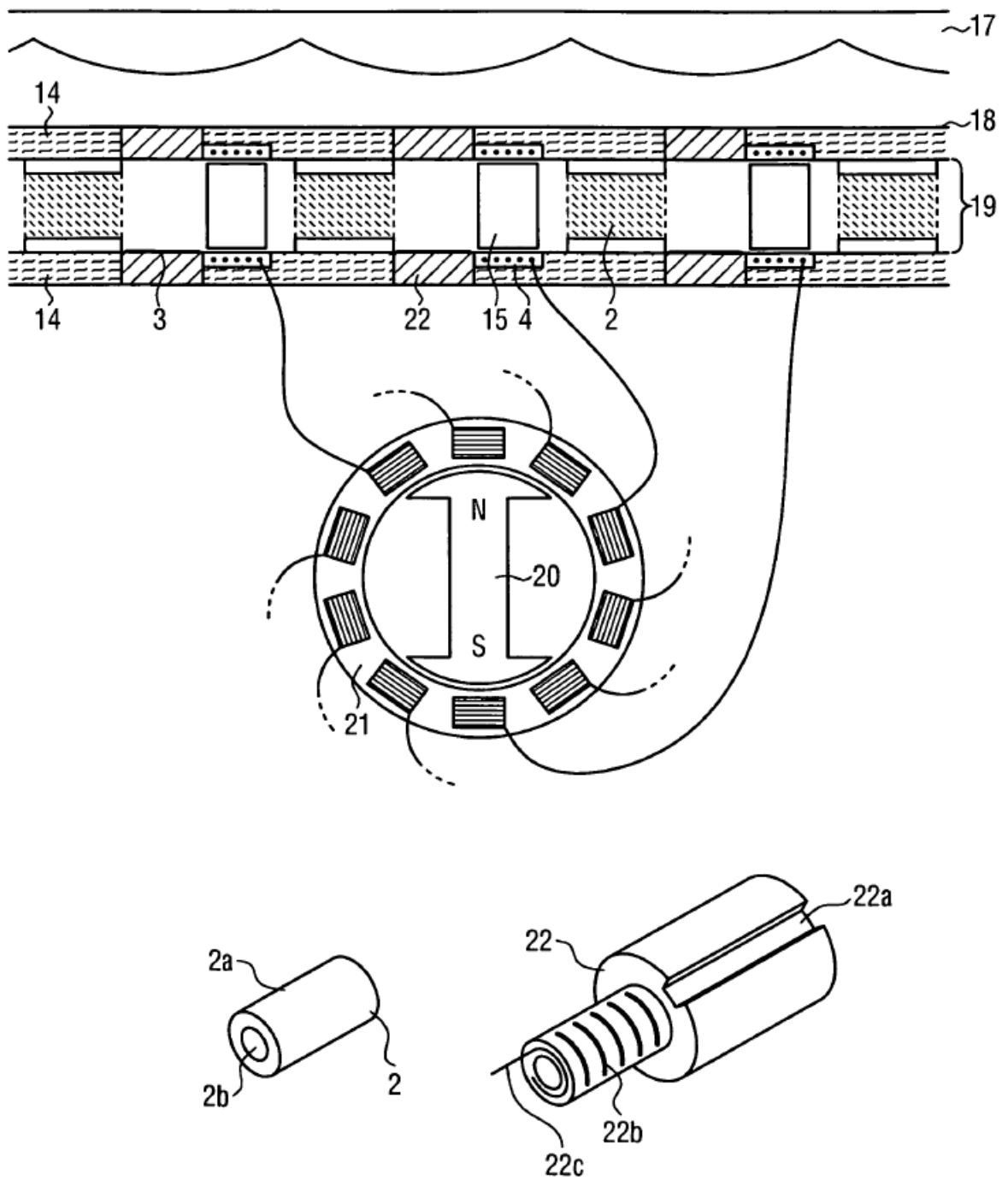


FIG. 4

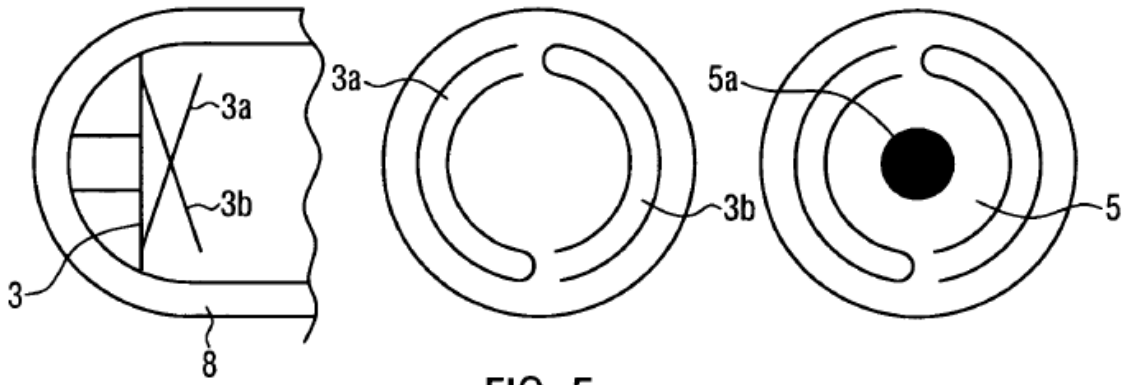


FIG. 5

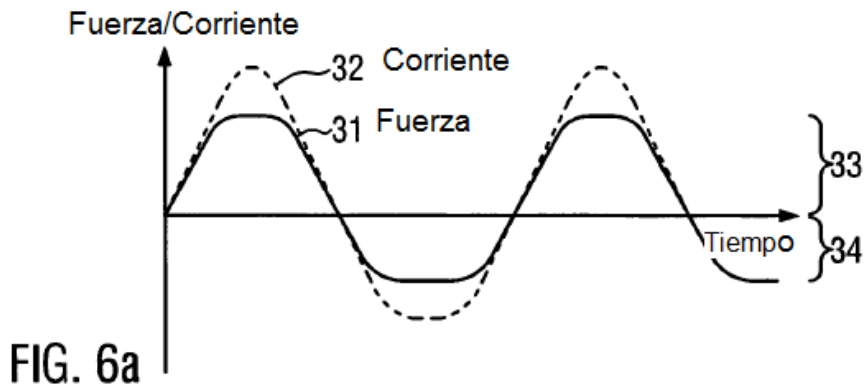


FIG. 6a

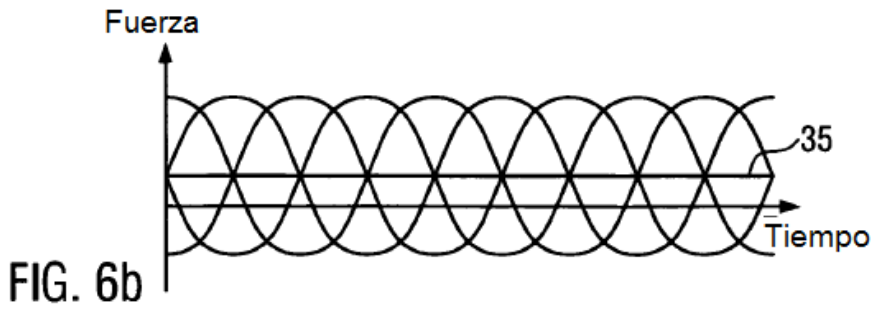


FIG. 6b

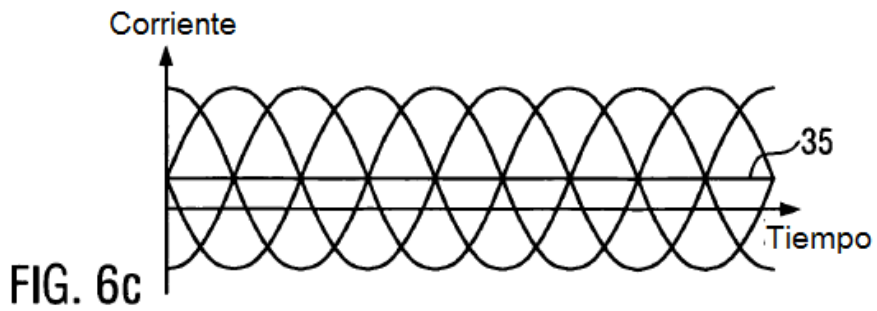


FIG. 6c

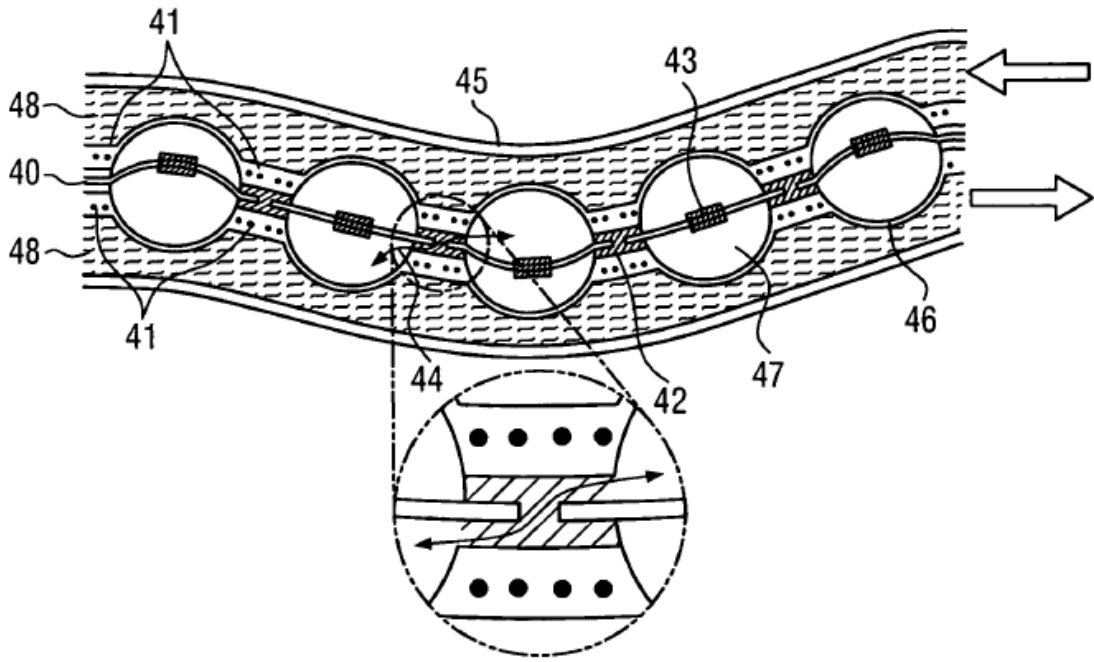


FIG. 7

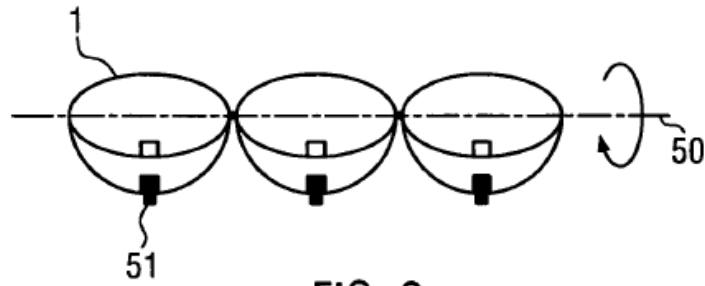


FIG. 8a

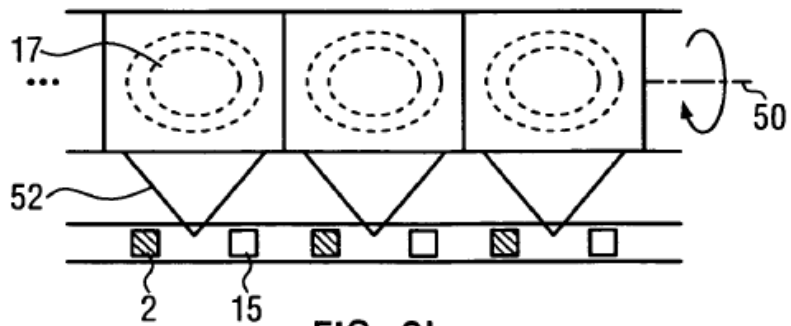


FIG. 8b

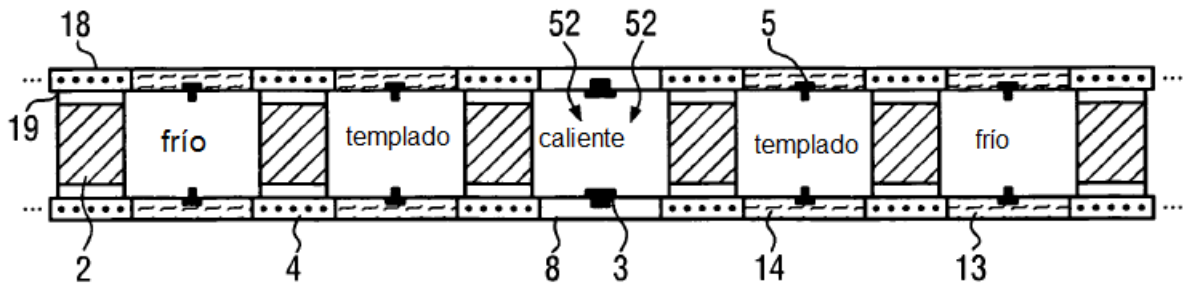


FIG. 9a

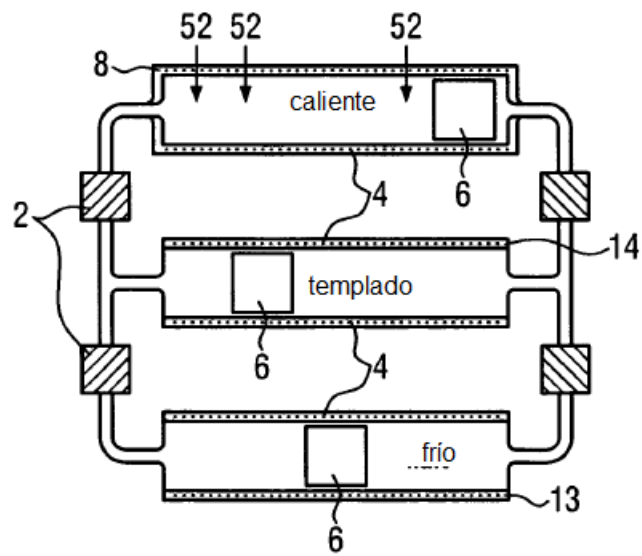


FIG. 9b

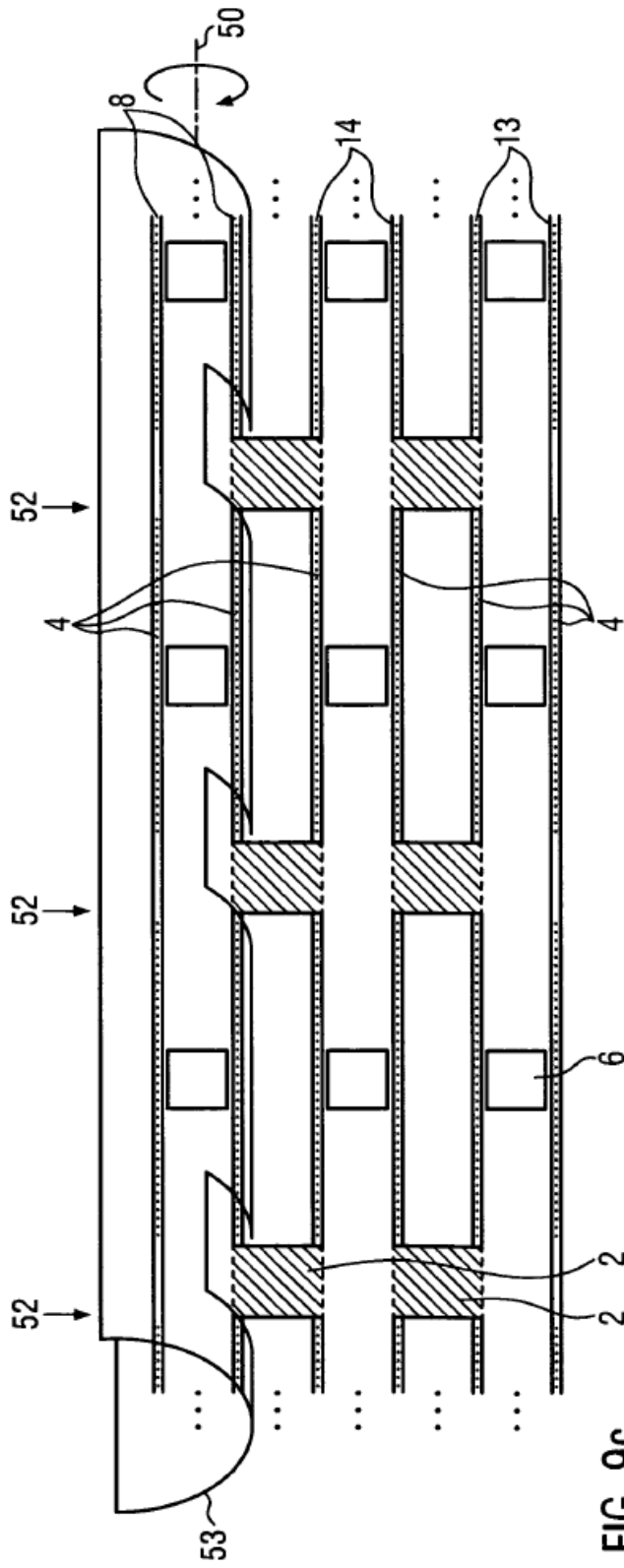


FIG. 9C

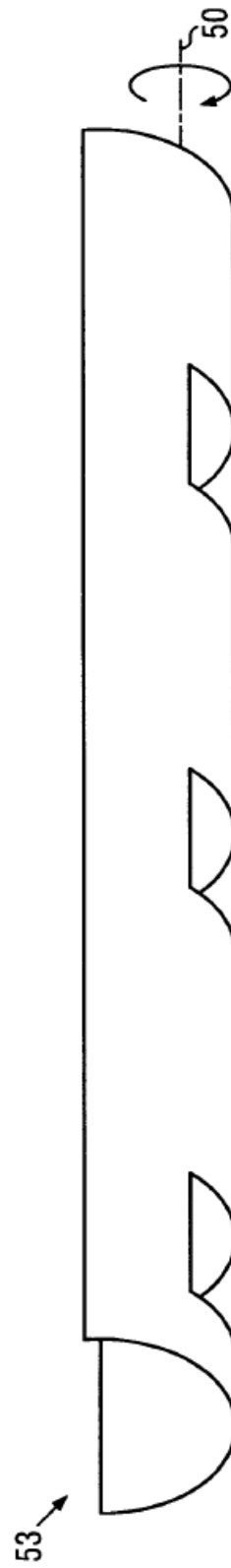


FIG. 10

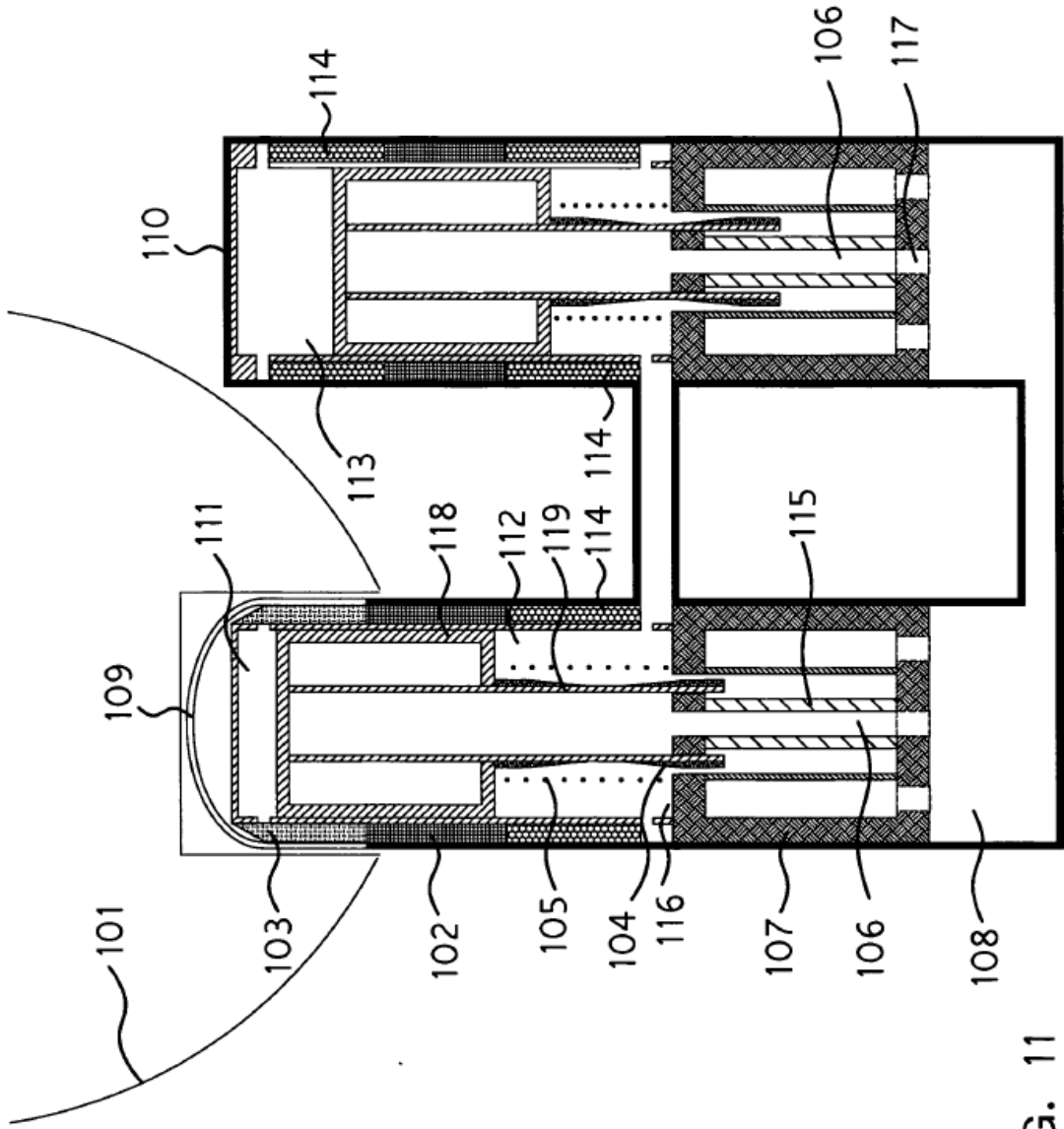


FIG. 11

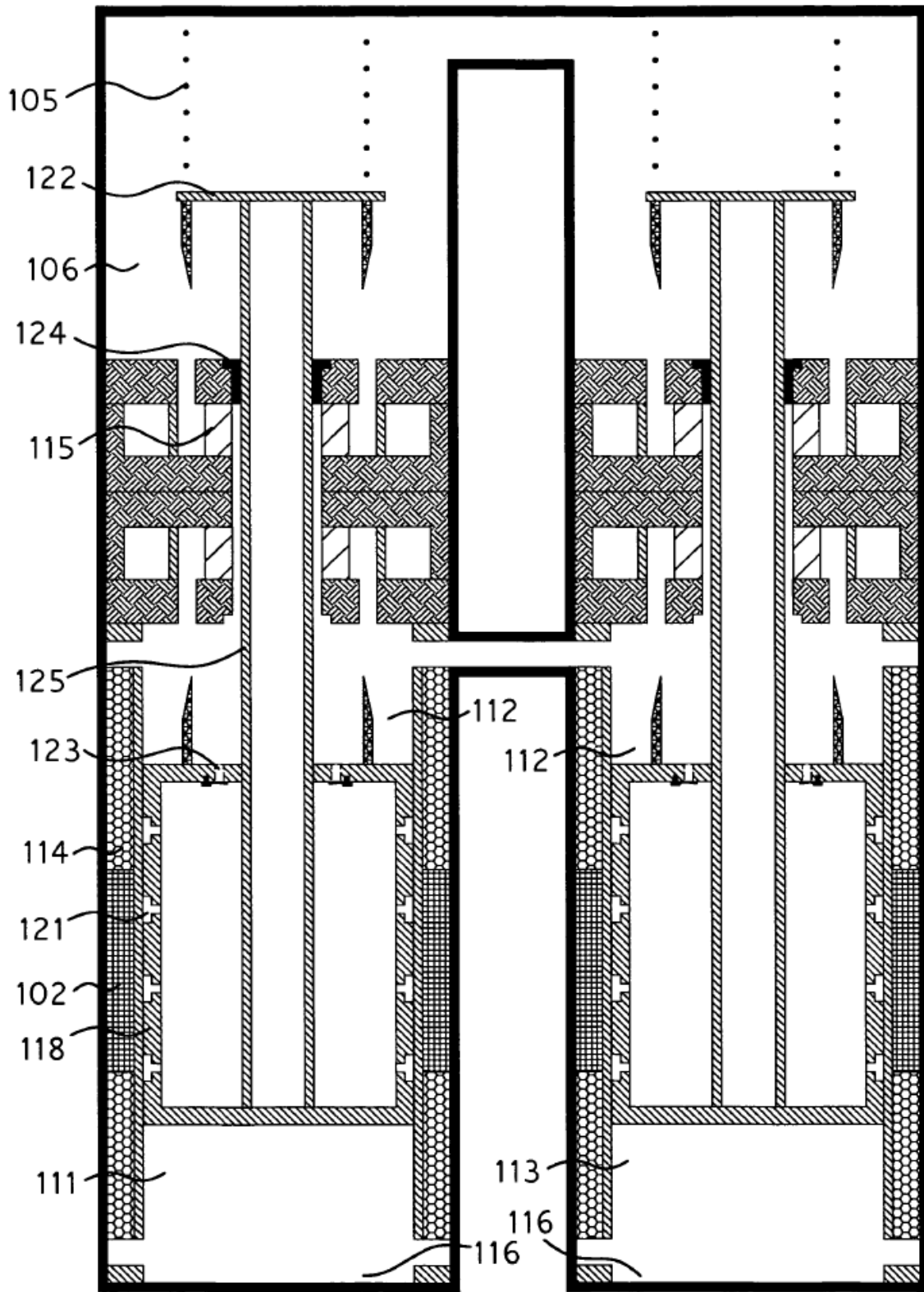


FIG. 12

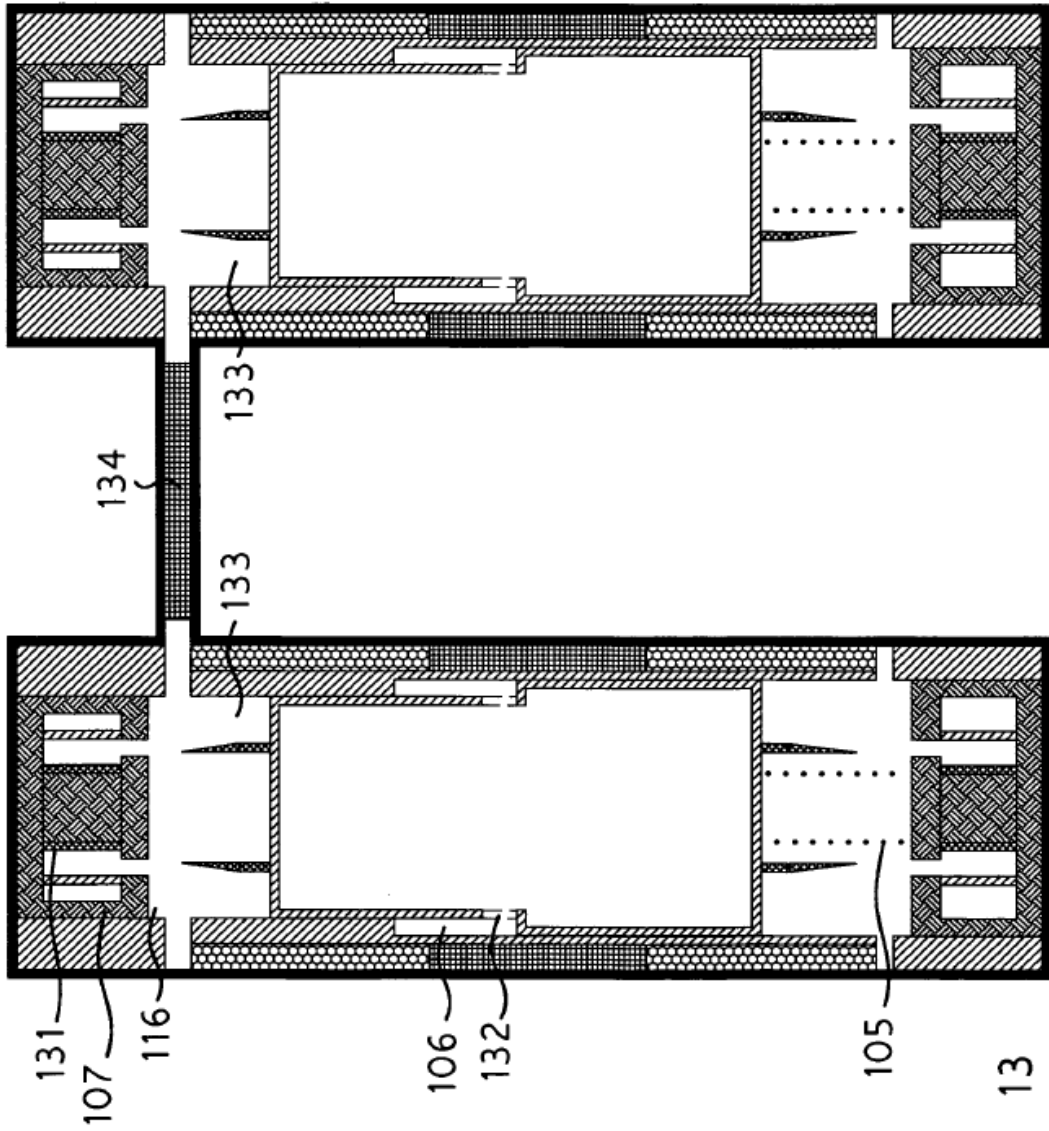


FIG. 13

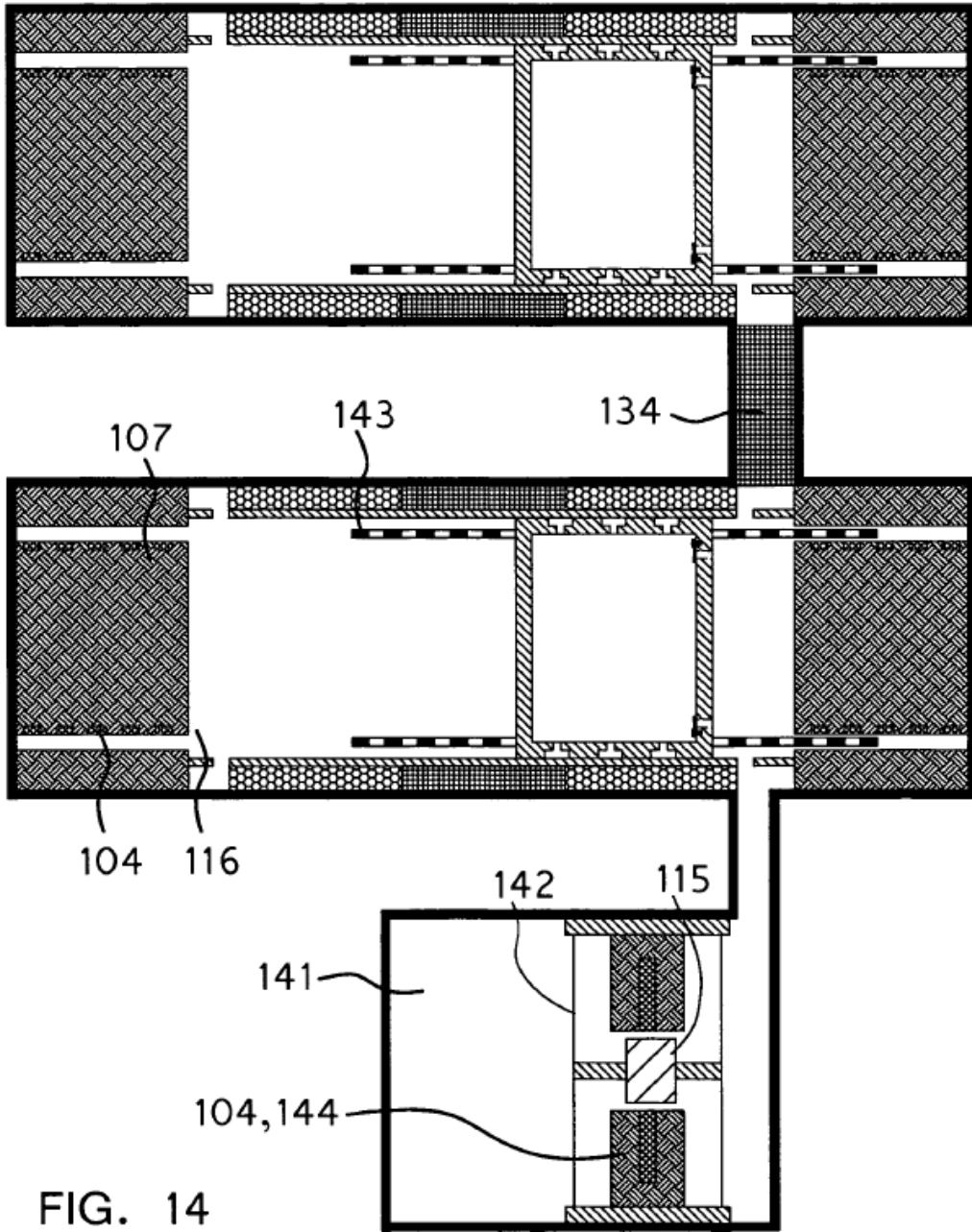


FIG. 14

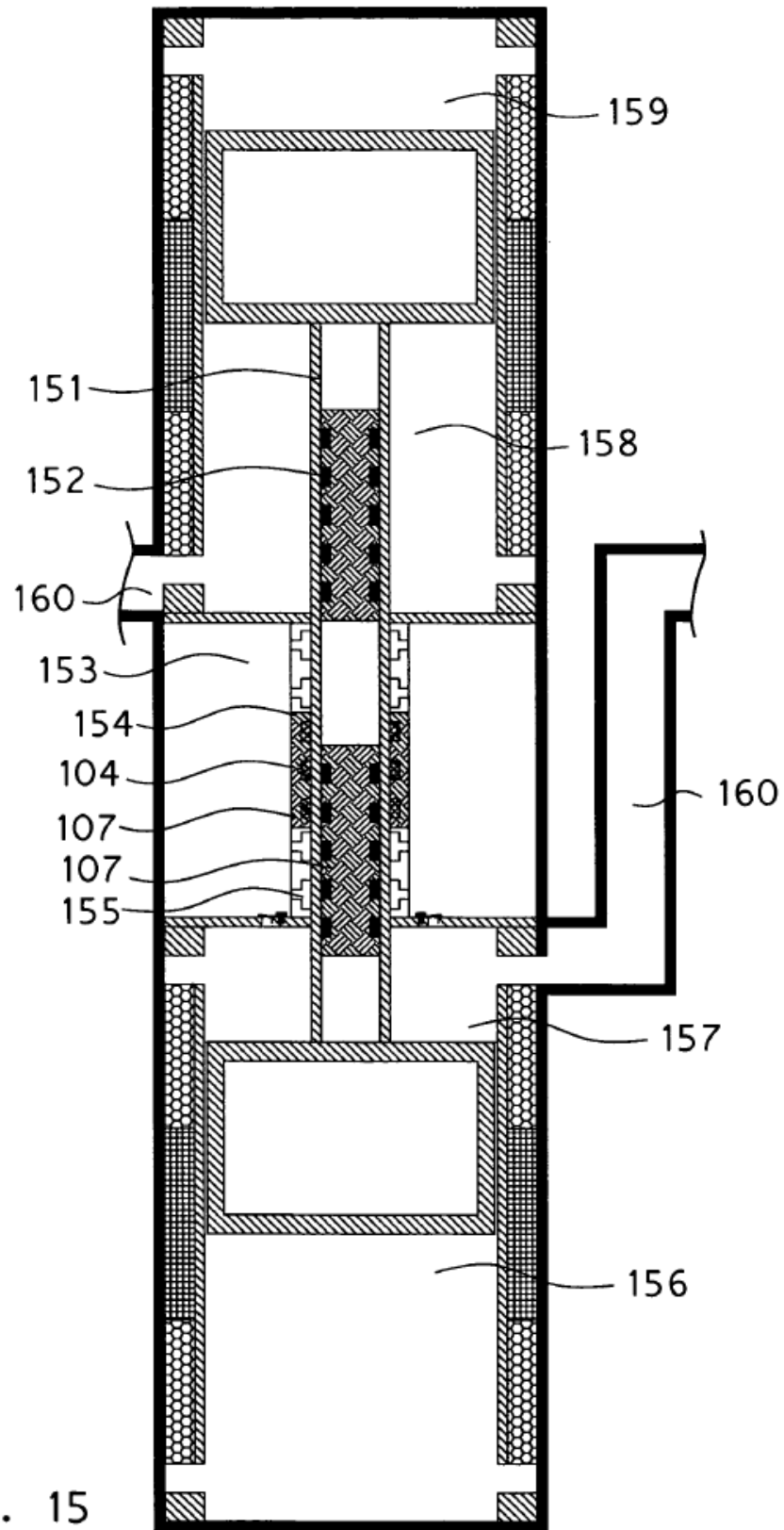


FIG. 15

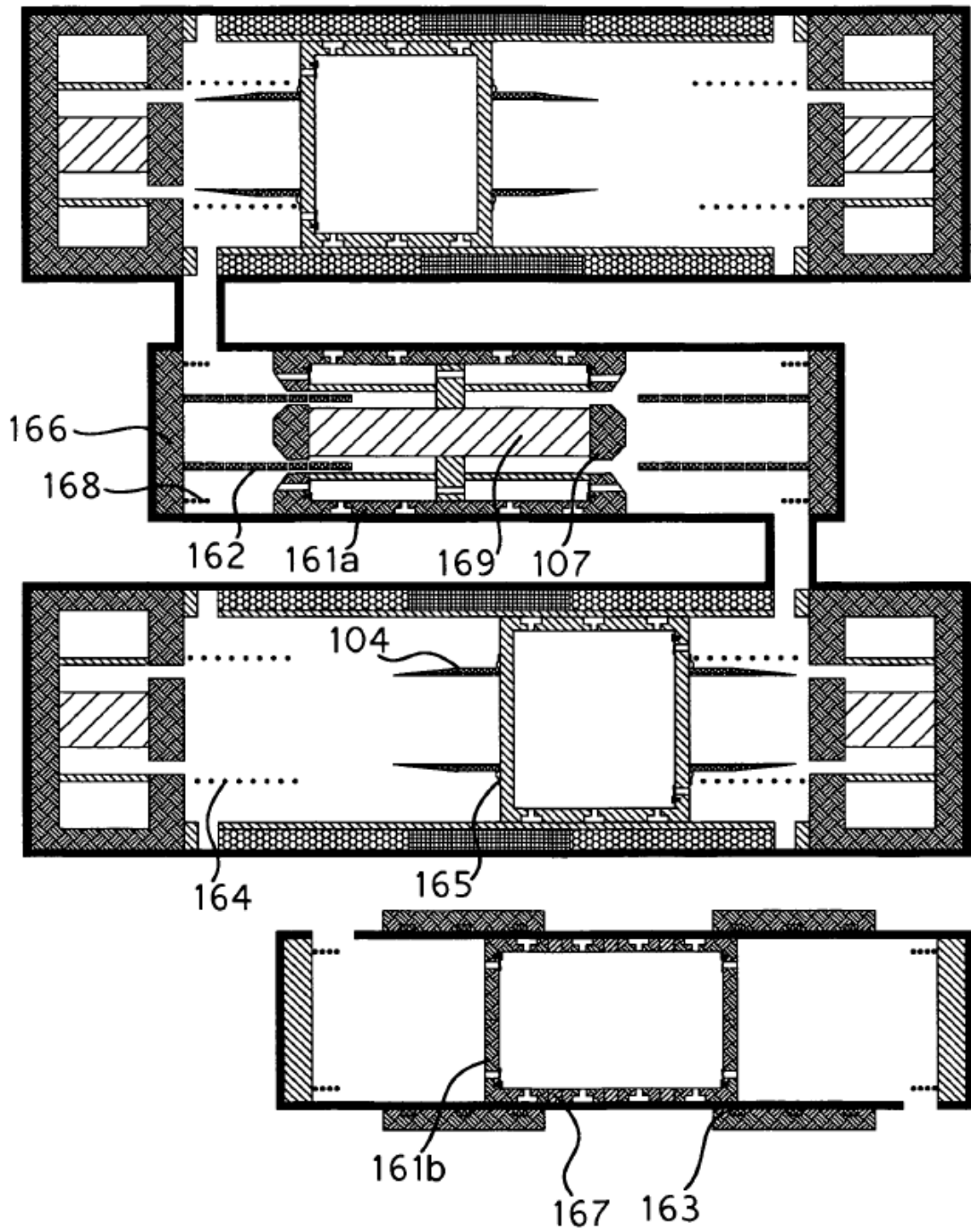


FIG. 16

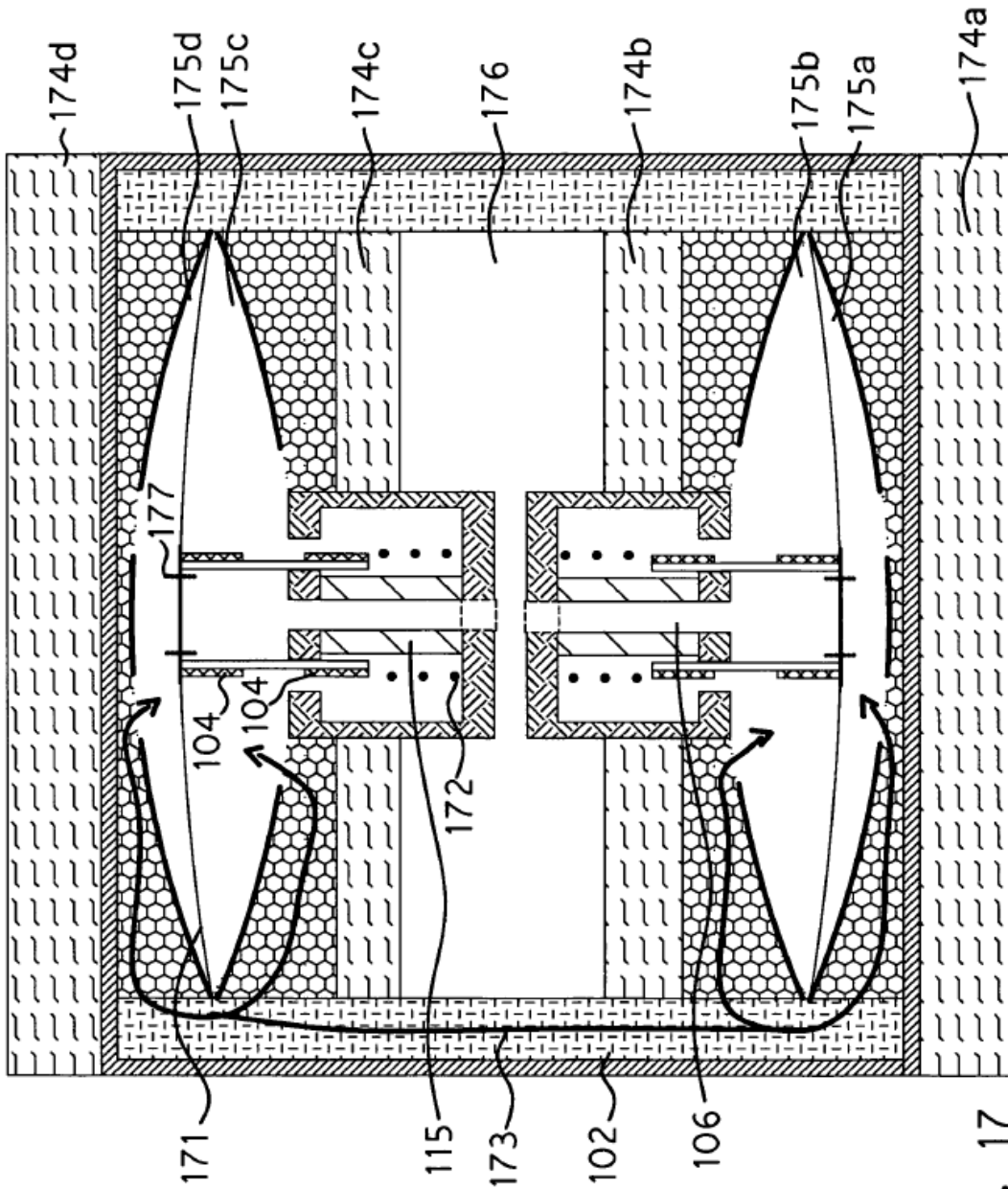


FIG. 17

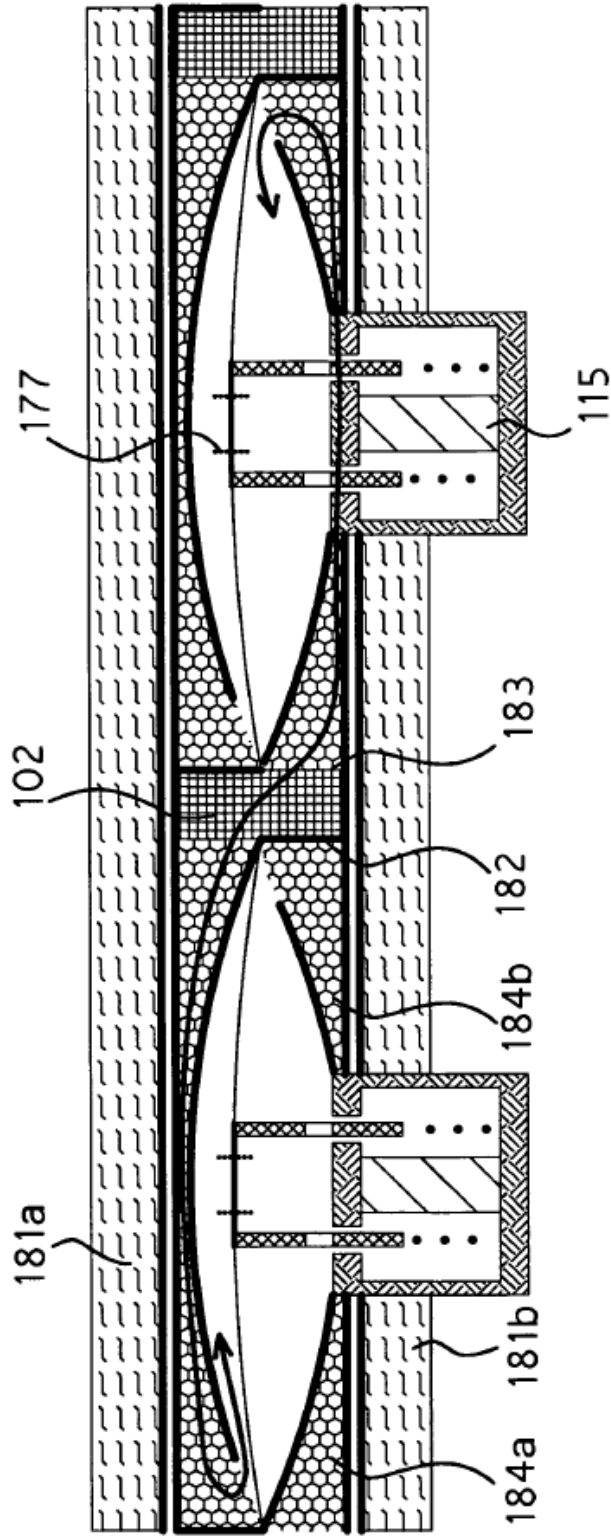


FIG. 18

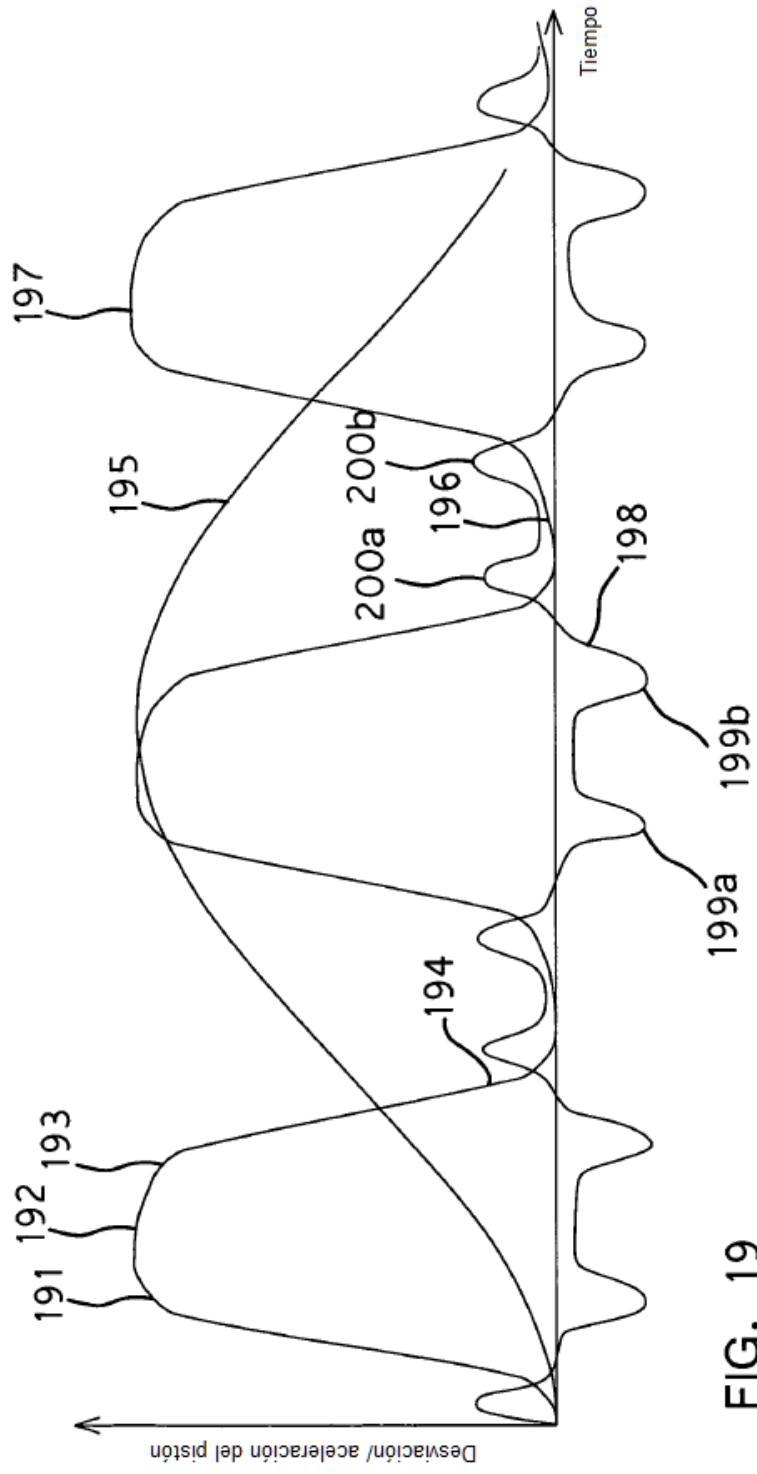


FIG. 19

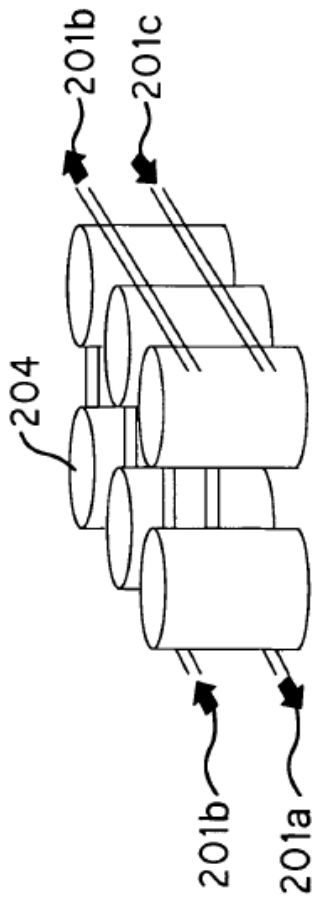


FIG. 20

