

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 423 057**

51 Int. Cl.:

A61M 5/44 (2006.01)

F28F 3/12 (2006.01)

F28F 21/06 (2006.01)

F28F 3/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.07.2010 E 10740383 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2013 EP 2461854**

54 Título: **Circuito para intercambio de calor**

30 Prioridad:

03.08.2009 IT TV20090156

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

17.09.2013

73 Titular/es:

**SIS-TER S.P.A. (100.0%)
Via Crema 8
26020 Palazzo Pignano (Cremona), IT**

72 Inventor/es:

FINI, MASSIMO

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 423 057 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

Circuito para intercambio de calor

- 5 La invención se relación con un circuito para intercambio de calor hacia/desde un líquido, en particular para intercambio de calor entre un dispositivo y un líquido o entre dos líquidos. Aún más particularmente, la invención se relaciona con un circuito desechable para intercambio de calor hacia/desde un líquido fisiológico. La invención se relaciona además con el dispositivo térmico adecuado para uso junto con el circuito desechable.
- 10 Durante el tratamiento terapéutico que requiere la infusión de líquidos en un paciente y/o la circulación extracorpórea se requiere monitorear constantemente la temperatura de fluido que está siendo infundido dentro del paciente.
- 15 En algunos casos es necesario que el líquido sea calentado antes de la infusión, con el fin de evitar el riesgo de inducir un estado indeseable de hipotermia en el paciente. En tales casos, la temperatura del líquido, el cual es típicamente sangre o un líquido de infusión, debe ser tan cercana como sea posible a la temperatura fisiológica corporal del paciente.
- 20 En otros casos, tal como por ejemplo ciertas operaciones quirúrgicas debe inducirse un estado controlado de hipotermia en el paciente. Disminuyendo artificialmente la temperatura corporal del paciente es en efecto posible hacer más lentos los procesos metabólicos del organismo de manera que se reduzca el consumo de oxígeno. De esta manera, es posible suspender la circulación de la sangre durante períodos de tiempo relativamente largos y por lo tanto evitar la carencia de flujo de sangre y la hipoxia consecuente causen daño a los tejidos.
- 25 Por ejemplo, una hipotermia intensa lograda disminuyendo la temperatura del paciente a aproximadamente 20°C, permite una detención completa de la circulación sanguínea durante períodos de aproximadamente 30 minutos. En el caso, por el contrario, la circulación extracorpórea, usualmente se induce hipotermia de intensidad promedio (aproximadamente 28 a 32°C) para asegurar una protección óptima de los tejidos, en particular los tejidos cerebrales.
- 30 La hipotermia es inducida por enfriamiento externo del paciente, en particular por enfriamiento de la sangre utilizando intercambiadores de calor especiales capaces de extraer calor de la sangre. Al final de la operación se requiere obviamente que se eleve la temperatura del paciente a los valores fisiológicos; el calentamiento de la sangre se lleva a cabo usualmente utilizando el mismo circuito extracorpóreo pero transfiriendo el calor a la sangre, en vez de extraerlo de ella.
- 35 También, en un tratamiento de hemodiálisis, el calentamiento de la solución de diálisis se requiere esencialmente en todos los casos puesto que, con esta operación, la circulación extracorpórea de la sangre puede mantenerse en valores de temperatura estándar.
- 40 El calentamiento de la sangre es necesario en el caso de transfusiones mayores y/o en casos en donde la transfusión no está programada y no hay tiempo suficiente para preparar las bolsas y calentarlas hasta temperatura ambiente.
- 45 Cuando se calienta la sangre también debe recordarse que una temperatura excesivamente alta puede ser extremadamente peligrosa para el paciente. Por ejemplo, a una temperatura de 41°C los tejidos cerebrales comienzan a sufrir daños, mientras que una temperatura de 45°C es casi ciertamente letal. Por esta razón se requiere un monitoreo muy estricto del circuito para calentar los líquidos de infusión.
- 50 En cualquier caso, tanto en el caso donde el líquido fisiológico que va a ser infundido debe ser calentado y en el caso donde debe ser enfriado, debe resolverse ciertas dificultades intrínsecas asociadas con esta área particular de aplicación. Los circuitos de intercambio de calor del tipo conocido, aunque son usados ampliamente, no carecen de defectos.
- 55 El principal defecto de los circuitos conocidos es el nivel bajo general de la eficiencia de intercambio de calor. El intercambio de calor debe llevarse a cabo en tiempo real a lo largo de la línea usada para transportar el líquido fisiológico. Una eficiencia pobre significa hacer más lenta la operación de infusión y/o la necesidad de asegurar que cantidades mayores de líquido estén presentes dentro del intercambiador (cebador).
- 60 Cuando hay un intercambio de calor ineficiente, se requiere también utilizar un gradiente de temperatura notable con el fin de acelerar la transferencia de calor hacia/desde el líquido. Esto puede dar como resultado, por ejemplo, en el caso donde debe calentarse la sangre, en presencia de un medio que sea capaz de llevar a cabo el calentamiento a una temperatura bien por encima de 45°C y es por lo tanto extremadamente peligroso. En efecto, puede suceder que la velocidad de infusión disminuya y, consecuentemente, la sangre permanezca dentro del circuito de intercambio de calor por un período más largo del programado. En tal caso, una temperatura demasiado alta de los medios de calentamiento también podrían elevar la temperatura de la sangre hasta un nivel peligroso. Por lo tanto
- 65

debe entenderse como un circuito de intercambio de calor de este tipo es intrínsecamente peligroso para el calentamiento de la sangre y por lo tanto requiere de un sistema extremadamente sofisticado de sensores.

5 Otra desventaja de los circuitos del tipo conocido está asociado con el coste y, en particular en el caso donde son circuitos de tipo desechable.

El objetivo de la presente invención por lo tanto es resolver al menos parcialmente las desventajas identificadas en conexión con los circuitos de intercambio de calor del tipo conocido.

10 El objetivo de la presente invención es proveer un circuito de intercambio de calor que tenga una alta eficiencia.

Además, el objetivo de la presente invención es proveer un circuito de intercambio de calor que tenga un diseño simple y bajo coste.

15 Un ejemplo de la técnica anterior se da US-2002/116041.

Los propósitos y objetivos antes mencionados se logran mediante un circuito de intercambio de calor de acuerdo con la reivindicación 1.

20 Los rasgos característicos y ventajas adicionales de la invención surgirán de la descripción provista aquí a continuación, de un cierto número de ejemplos de realización, provistos solamente a manera de ejemplos no limitantes, con referencia a los dibujos acompañantes en los cuales:

25 La Figura 1 muestra esquemáticamente dos paredes adecuadas para formar un circuito de intercambio de calor no de acuerdo con la invención;

La Figura 2 muestra esquemáticamente las dos paredes de acuerdo con la Figura 1 en una configuración diferente;

La Figura 3 muestra esquemáticamente una vista lateral de un circuito de intercambio de calor no de acuerdo con la invención;

30 La Figura 4.a muestra esquemáticamente el patrón en la primera pared de un circuito de intercambio de calor no de acuerdo con la invención;

La Figura 4.b muestra esquemáticamente el patrón de una segunda pared de un circuito de intercambio de calor no de acuerdo con la invención;

La Figura 4.c muestra esquemáticamente la disposición superpuesta de los patrones de acuerdo con las Figuras 4.a y 4.b;

35 La Figura 5 muestra un circuito de intercambio de calor de acuerdo con la invención, vista en sección transversal a lo largo de la línea V-V de la Figura 4.c;

La Figura 6 muestra un circuito de intercambio de calor de acuerdo con la invención, visto en sección transversal a lo largo de la línea VI-VI de la Figura 4.c;

40 La Figura 7 muestra esquemáticamente una vista en perspectiva de un circuito de intercambio de calor no de acuerdo con la invención, sin mirar al de la Figura 3;

La Figura 8 muestra esquemáticamente una vista plana del dispositivo térmico no de acuerdo con la invención, con la tapa levantada;

La Figura 9 muestra esquemáticamente una vista plana de un ensamblaje que consiste de un circuito de intercambio de calor del tipo mostrado en la Figura 3 y el dispositivo térmico de acuerdo con la Figura 8;

45 La Figura 10 muestra esquemáticamente una vista lateral del ensamblaje de acuerdo con la Figura 9;

La Figura 11 muestra esquemáticamente una vista en sección transversal del ensamblaje de acuerdo con la Figura 9;

La Figura 12 muestra esquemáticamente una vista plana de un circuito de intercambio de calor no de acuerdo con la invención;

50 La Figura 13 muestra esquemáticamente una vista lateral del circuito de intercambio de calor de acuerdo con la Figura 12;

La Figura 14 muestra esquemáticamente una vista plana de un ensamblaje consistente de un circuito de intercambio de calor del tipo mostrado en la Figura 12 y un dispositivo térmico no de acuerdo con la invención;

La Figura 15 muestra esquemáticamente una vista lateral del ensamblaje de acuerdo con la Figura 14;

55 La Figura 16 muestra esquemáticamente una vista en sección transversal del ensamblaje de acuerdo con la Figura 14 en dos configuraciones diferentes;

La Figura 17 muestra esquemáticamente una vista lateral de un circuito de intercambio de calor no de acuerdo con la invención;

60 La Figura 18 muestra esquemáticamente una vista en sección transversal de un ensamblaje consistente de un circuito de intercambio de calor del tipo mostrado en la Figura 17 y un dispositivo término no de acuerdo con la invención;

La Figura 19 muestra esquemáticamente una vista plana de un circuito de intercambio de calor no de acuerdo con la invención;

65 La Figura 20 muestra esquemáticamente una vista plana de un circuito de intercambio de calor no de acuerdo con la invención;

La Figura 21 muestra esquemáticamente una vista plana de un circuito de intercambio de calor no de acuerdo con la invención;

La Figura 22 muestra esquemáticamente un detalle agrandado de la sección transversal a lo largo de la línea XXII-XXII en la Figura 21;

5 La Figura 23 muestra esquemáticamente una vista plana de un ensamblaje consistente de un circuito de intercambio de calor del tipo mostrado en la Figura 20 y un dispositivo térmico no de acuerdo con la invención;

La Figura 24 muestra esquemáticamente una vista plana de un ensamblaje consistente de un circuito de intercambio de calor del tipo mostrado en la Figura 21 y un dispositivo térmico no de acuerdo con la invención

10 La Figura 25 muestra esquemáticamente una vista plana de un circuito de intercambio de calor de acuerdo con la invención, parcialmente cortada;

La Figura 26 muestra esquemáticamente una vista lateral del circuito de intercambio de calor de acuerdo con la Figura 25, parcialmente cortada;

La Figura 27 muestra el dispositivo indicado por XXVII en la Figura 26;

15 La Figura 28 muestra algunas configuraciones posibles de las corrugaciones del circuito de acuerdo con la invención;

La Figura 29.a muestra una porción de un primer tipo de pared de un circuito de intercambio de calor de acuerdo con la invención;

La Figura 29.b muestra una porción de un segundo tipo de pared de un circuito de intercambio de calor de acuerdo con la invención;

20 La Figura 29.c muestra una porción del tercer tipo de pared de un circuito de intercambio de calor de acuerdo con la invención;

La Figura 30 muestra esquemáticamente una vista en sección transversal de un ensamblaje consistente de un circuito de intercambio de calor y un dispositivo térmico de acuerdo con la invención en dos configuraciones diferentes;

25 La Figura 31 muestra esquemáticamente una vista en sección transversal de un ensamblaje consistente de un circuito de intercambio de calor y un dispositivo térmico de acuerdo con la invención en dos configuraciones diferentes.

30 La presente invención se relaciona con un circuito de intercambio de calor indicado en su totalidad por 30. El circuito 30 está diseñado para promover el intercambio de calor desde/hacia un fluido fisiológico. De acuerdo con una realización ilustrativa, un circuito de intercambio de calor comprende al menos dos paredes 32 y 34 las cuales descansan una contra otra y están selladas de tal manera que forman un ducto 36 capaz de contener un flujo del fluido fisiológico. Cada una de las al menos dos paredes 32 y 34 comprenden, durante el uso, un patrón de corrugación 320 y 340. Las corrugaciones tienen, al menos a lo largo de las secciones una dirección preferencial. El patrón de corrugaciones 320 de una pared 32 está posicionado de tal manera que se superponga al menos

35 parcialmente sobre el patrón de corrugaciones 340 de la otra pared de tal manera que formen un ángulo entre las direcciones preferenciales respectivas, variando el ángulo entre 70° y 110°. Finalmente, al menos una de las paredes 32 o 34 está diseñada para transmitir calor hacia/desde el flujo líquido.

40 Se hará ahora referencia a continuación, en relación con el circuito de intercambio de calor 30, a los conceptos "interno" y "externo". "Interno" se entiende como referencia a las partes del circuito que, durante el uso, son humedecidas por el líquido; por otro lado "externo" se refiere a partes del circuito las cuales, durante el uso no son humidificadas por el líquido.

45 A manera de ejemplo, el circuito 30 de acuerdo con la realización ilustrativa mostrada en las Figuras 1 a 11, se describe ahora en detalle. En particular, las Figuras 1 y 2 muestran las dos paredes 32 y 34 antes de que se unan para formar el circuito 30. La Figura 1 muestra las dos paredes 32 y 34 próximas una a la otra y dispuestas con la misma orientación. Como puede observarse, son enteramente idénticas, aunque esto no es estrictamente necesario; cada una de ellas comprende un patrón de corrugaciones, 320 y 340, respectivamente, y una abertura 322 y 342,

50 respectivamente. De acuerdo con esta realización, las paredes 32 y 34 tienen un pequeño espesor en relación con amplitud de las corrugaciones. Esto significa que el mismo patrón de corrugación aparece en iguales lados de la pared.

55 En la ilustración mostrada en las Figuras acompañantes, los patrones de corrugaciones, por ejemplo 320 y 340, se muestran como áreas punteadas sobre las superficies de las paredes. Las líneas sombreadas pueden ser vistas como una representación esquemática de los picos de las corrugaciones o, igualmente bien, una representación esquemática de los valles de las corrugaciones. La Figura 2 muestra las dos paredes 32 y 34 dispuestas una próxima a la otra. La primera pared 32 ha retenido la misma orientación, mientras que la segunda pared 34 ha sido rotada dos veces con respecto a la orientación mostrada en la Figura 1. Dicha segunda pared ha sufrido una primera rotación de 180° en su plano y una segunda rotación de 180° en su eje longitudinal X". Puede notarse como el patrón de corrugación 340 de la pared 34 es perfectamente visible también en el lado opuesto, obedeciendo al

60 hecho de que, en la presente realización, la pared 34 tiene un espesor pequeño en relación con la amplitud de las corrugaciones.

A partir de esta configuración, con un simple movimiento translacional, las dos paredes 32 y 34 pueden ser dispuestas una encima de la otra de tal manera que coincidan los dos patrones de corrugación 320 y 340. En el ejemplo descrito aquí las paredes se forman de tal manera que, al coincidir las tolerancias excluidas, se superponen dos patrones de corrugación perfectamente uno encima del otro. La Figura 2 muestra para cada una de las dos paredes 32 y 34 las direcciones preferenciales de las corrugaciones. Más específicamente, el patrón 320 tiene una dirección preferencial la cual forma un ángulo α con el eje longitudinal X' de la pared 32, mientras que el patrón 340 tiene una dirección preferencial la cual forma un ángulo β con el eje longitudinal X'' de la pared 34. Obviamente, a la luz de lo descrito anteriormente, α y β son el mismo ángulo a los cuales se ha atribuido convencionalmente un signo opuesto. Sin embargo, en otras realizaciones, no hay nada que prevenir con respecto a que α y β sean diferentes uno de otro en términos de valores absolutos.

En las realizaciones descritas aquí, la amplitud de α y β es sustancialmente igual a 45° . Este valor representa un compromiso excelente entre los requerimientos de diseño conflictivos: por un lado es oportuno limitar las pérdidas de cabeza en el circuito 30, mientras que por otro lado se requiere asegurar un alto grado de mezcla dentro del fluido. El primer requerimiento llevaría a una reducción en la amplitud de los ángulos α y β hasta aproximadamente 30° , mientras que el segundo requerimiento lo incrementaría hasta aproximadamente 60° . En la práctica, las pruebas específicas llevadas a cabo por el solicitante ha mostrado como los ángulos α y β con una amplitud entre 35° y 55° aseguran pérdidas de cabeza limitadas y mezcla óptima.

Obviamente, como lo puede entender fácilmente la persona experimentada en la técnica a partir de la descripción anterior, el ángulo γ formado entre las dos direcciones preferenciales de los dos patrones de corrugación está definido por la suma de las amplitudes α y β . En el caso específico, por lo tanto, el ángulo γ tiene una amplitud igual a aproximadamente 90° , mientras que en otras realizaciones de la invención puede variar entre 70° y 110° . La Figura 3 muestra una vista lateral de un circuito 30 de acuerdo con una realización ilustrativa. Se obtiene superponiendo las paredes 32 y 34 (en la configuración mostrada en la Figura 2) y soldándolas a lo largo de la periferia 40. En la Figura 3 también puede verse como el eje longitudinal X' de la pared 32 y el eje longitudinal X'' de la pared 34 se superponen uno sobre otro para formar el eje longitudinal X del circuito 30.

La Figura 7 muestra una vista en perspectiva de un circuito ilustrativo 30 similar al mostrado en la Figura 3.

De acuerdo con las realizaciones mostradas en las Figuras 3 y 7, el circuito 30 comprende dos aberturas 322 y 342. Aquí y en adelante la abertura 322 será vista como una entrada y la abertura 342 como una salida. Obviamente nada cambiaría si se asumiera que las funciones de las dos aberturas se invirtieran.

La Figura 4 muestra una forma muy simplificada de las direcciones preferenciales de las corrugaciones entre las dos paredes consideradas individualmente (Figuras 4.a y 4.b) y las dos paredes superpuestas (Figura 4.c). Esta ilustración muestra adicionalmente la relación entre los ángulos α , β y γ . Además, la Figura 4.c muestra a manera de explicación dos diferentes líneas en sección transversal. La línea VI-VI divide el patrón de rejilla de las corrugaciones a lo largo de la línea de contacto entre los picos respectivos, mientras que la línea V-V divide el patrón de rejilla a lo largo de una línea donde no hay contacto. La sección transversal obtenida a lo largo de estas líneas se muestra esquemáticamente en las siguientes Figuras 5 y 6. Estas Figuras se muestran en perspectiva de tal manera que ilustren con mayor claridad la disposición de la red de canales formada por la combinación de los dos patrones de corrugación 320 y 340. La Figura 8 muestra un dispositivo térmico de acuerdo con una realización ilustrativa, denotado en su totalidad por 50. El dispositivo térmico 50 está diseñado para cooperar con el circuito de intercambio de calor 30 y comprende dos placas 52 y 54, al menos una de las cuales es térmicamente activa. Las placas 52 y 54 están configuradas de tal manera que aseguran un contacto íntimo con las paredes 32 y 34 del circuito 30 al menos en las zonas que coinciden con los patrones 320 y 340 de corrugación respectivos.

En la realización específica de la Figura 8, el dispositivo térmico 50 comprende una base, que comprende una placa 52, y una tapa que puede ser abierta y cerrada sobre la base y que comprende la placa 54. Tanto la placa 52 como la 54 son térmicamente activas. Un circuito del tipo mostrado en la Figura 7 puede ser dispuesto entre la tapa y la base. Las Figuras 9 y 10 muestran el ensamblaje consistente del circuito de intercambio de calor 30 de acuerdo con la Figura 7 insertada dentro del dispositivo térmico de acuerdo con la Figura 8. Como puede notarse, la entrada 322 y la salida 342 del circuito 30 insertado dentro del dispositivo térmico 50 son perfectamente accesibles y pueden ser utilizados. En otras palabras, el líquido puede ser suministrado al circuito 30 y puede ser extraído después del intercambio de calor sin que el posicionamiento del circuito 30 dentro del dispositivo térmico 50 tenga ningún efecto sobre la circulación del líquido.

Con la tapa abierta como se muestra en la Figura 8 es posible notar como la placa 52 comprende un patrón de corrugaciones 520 idéntico al patrón 320 de la pared 32 con la cual está previsto que entre en contacto. Como resultado es posible asegurar un contacto íntimo entre la pared 32 del circuito 30 y la placa 52 térmicamente activa. El mismo contacto íntimo se logra de manera similar también entre la pared 34 y la placa 54.

El contacto íntimo entre los dos patrones de corrugación es ilustrado por la sección transversal esquemática mostrada en la Figura 11. Esta sección transversal y todas las siguientes secciones transversales han sido

simplificadas para mayor claridad. La sección transversal en la Figura 11 no muestra la disposición en perspectiva de la red de canales formada por las corrugaciones; para esta disposición debería hacerse referencia de nuevo a las Figuras 5 y 6.

5 La Figura 11 muestra, en lugar de esto, un contacto íntimo entre los patrones, esto es, muestra como las corrugaciones de las placas 52 y 54 encajan perfectamente en las corrugaciones externas de las paredes 32 y 34. En particular puede verse como los picos de las corrugaciones de las placas 52 y 54 ajustan perfectamente dentro de los picos de las corrugaciones de las paredes 32 y 34 respectivamente, también como los valles de las corrugaciones en las placas 52 y 54 encajan perfectamente dentro de los valles de las corrugaciones en las paredes 32 y 34, respectivamente.

10 El contacto íntimo entre los patrones de corrugación asegura que las paredes 32 y 34 descansan completamente sobre las placas térmicamente activas 52 y 54, de tal manera que se evite la presencia de aire entre las paredes y las placas. El aire en efecto no es un buen conductor del calor y su presencia entre las paredes y placas afectaría adversamente la eficiencia del intercambio de calor.

15 En las Figuras 11, 16, 18, 30 y 31, para mayor claridad, las paredes 32 y 34 se muestran ligeramente espaciadas de las respectivas placas 52 y 54, pero en realidad este espaciado no está presente.

20 Al menos una de las placas 52 y 54 está definida aquí como térmicamente activa. En efecto es capaz de asumir una temperatura diferente desde la temperatura externa de las paredes del circuito 30. Más específicamente, de acuerdo con ciertas realizaciones, la placa térmicamente activa 52 o 54 puede asumir temperaturas más altas de tal manera que libere calor de las paredes del circuito 30. De acuerdo con otra realización, la placa térmicamente activa 52 o 54 puede asumir temperaturas más bajas de tal manera que absorba calor de las paredes del circuito 30. De acuerdo con otras realizaciones adicionales, la placa térmicamente activa 52 o 54 puede asumir temperaturas más altas o 25 alternativamente más baja de tal manera que libere o alternativamente absorba calor hacia/desde las paredes del circuito 30. La temperatura de la placa 52 y 54 térmicamente activa puede ser regulada preferiblemente a través de medios de regulación adecuadas 53. De acuerdo con algunas realizaciones, solamente una de las dos placas 52 y 54 es térmicamente activa, mientras que en otras realizaciones ambas son activas.

30 Las placas 52 y/o 54, dependiendo de las realizaciones diferentes del dispositivo térmico 50, pueden comprender medios diferentes para hacerlas térmicamente activas. Estos medios pueden consistir de resistores eléctricos los cuales están diseñados para elevar la temperatura o celdas de Peltier, las cuales son capaces de elevar la temperatura y, invirtiendo la polaridad de la fuente de energía disminuirla.

35 Las paredes 32 y 34, de acuerdo con la realización descrita hasta ahora pueden estar hechas de material polimérico o material metálico. Estos materiales deben ser adecuados para retener la forma y impartida a ellos durante la producción, especialmente con respecto a las corrugaciones. Una forma estable de las corrugaciones aseguran en efecto contacto íntimo entre las paredes del circuito 30 y las placas del dispositivo térmico 50. Sin embargo, si las 40 corrugaciones deben ser deformadas, se afectaría este contacto íntimo, y entraría aire entre las paredes, y las placas y la eficiencia de intercambio de calor se reducirían drásticamente.

45 En el caso donde se utiliza material polimérico, las paredes deben tener un espesor particularmente pequeño con el fin de compensar la conductividad térmica ligeramente baja que es típica de los polímeros. Obviamente, entre los polímeros adecuados para contacto con líquidos fisiológicos, siendo todas las otras condiciones iguales, es preferible escoger un polímero con una conductividad térmica relativamente alta. De acuerdo con ciertas realizaciones, la conductividad térmica del polímero puede incrementarse por medio de la adición de agentes de relleno adecuados dispersos en el polímero mismo. Estos agentes de relleno pueden ser, por ejemplo, de una 50 manera conocida *per se*, partículas metálicas y/o cerámicas. En el caso donde se usa un material metálico para las paredes 32 y 34, este puede escogerse, por ejemplo, de aluminio, titanio y acero inoxidable. Además, las paredes hechas de material metálico si es necesario podrían comprender un recubrimiento de polímero delgado requerido para mejorar la biocompatibilidad del mismo u otras características deseables tales como la resistencia a la corrosión y/o agentes químicos agresivos.

55 Con referencia particular a la Figura 28.a, el espesor s de las paredes de polímero varía ventajosamente entre 30 y 300 μm , mientras que el espesor de las paredes metálicas varía ventajosamente entre 100 y 200 μm . El espesor de las corrugaciones (o amplitud de onda λ) varía ventajosamente entre 500 y 3000 μm .

60 Las Figuras 12 a 16 muestran una realización diferente del circuito 30 de intercambio de calor y, consecuentemente, el dispositivo térmico 50 asociado.

65 El circuito de intercambio de calor 30 mostrado en las Figuras 12 y 13 comprenden dos paredes 32 y 34 lisas, esto es, sin los patrones de corrugación descritos anteriormente. Con la única excepción de las corrugaciones no presentes, el circuito 30 de intercambio de calor tiene una forma similar al de las Figuras precedentes. El dispositivo térmico 50 de acuerdo con las Figuras 14 y 16 es similar al descrito anteriormente, pero comprende placas las

- 5 cuales, además de ser técnicamente activas, también tienen una función de succión. Como puede notarse en la sección transversal esquemática de la Figura 16.a, el dispositivo térmico incluye internamente el circuito 30 con las paredes lisas, como se muestra en las Figuras 12 y 13. Las placas 52 y 54 del dispositivo térmico 50 comprenden patrones de corrugación 520 y 540, respectivamente, los cuales son sustancialmente similares a los descritos anteriormente. De acuerdo con esta realización, sin embargo, las placas 52 y 54 también comprenden conductos de succión 58 que están conectados a los medios 56 de aplicación de vacío del dispositivo térmico 50. Por medio de esta configuración es posible succionar el aire atrapado entre las paredes lisas 32 y 34 y las placas corrugadas 52 y 54. Como resultado de la succión de aire, la cual está indicada esquemáticamente por las flechas punteadas en la Figura 16.a, las paredes 32 y 34 pueden hacerse adherirse completamente contra las placas 52 y 54 de tal manera que reproduzcan exactamente las corrugaciones de las mismas. La configuración final de las paredes 32 y 34 en contacto íntimo con las placas 52 y 54 se muestra esquemáticamente en la Figura 16.b. De la misma forma como ya se indicó para la Figura 11, en la Figura 16.b también, las paredes 32 y 34 están ligeramente espaciadas de las placas 52 y 54 solamente por claridad, pero en realidad este espacio no está presente y por el contrario el contacto es provisto de manera forzada por medio de la acción del vacío.
- 10
- 15 Para este propósito, los conductos 58 de succión están dispuestos preferiblemente en disposiciones sobre el fondo de los valles de las corrugaciones de las placas 52 y 54. Esta disposición de los conductos 58 de succión se muestran en la Figura 16.
- 20 De acuerdo con otras realizaciones del dispositivo térmico 50, las placas 52 y 54 están hechas de material poroso el cual se obtiene por ejemplo por medio de sinterización de polvos metálicos de tamaño de partícula adecuado. A las placas porosas 52 y 54 permiten la succión amplia del aire atrapado entre las paredes 32 y 34 y por lo tanto sin la presencia de los conductos de succión 58.
- 25 De acuerdo con esta realización del circuito de intercambio de calor, las paredes 32 y 34 necesariamente deben ser deformables de tal manera que sean capaces de reproducir adecuadamente, durante el uso, los patrones de corrugación de las placas de succión 52 y 54.
- 30 En el caso donde el circuito 30 está hecho de material polimérico, la deformación de las paredes 32 y 34 puede consistir hasta un grado alto en una deformación elástica. Por lo tanto, cuando no se aplica más el vacío, las corrugaciones se hacen completamente planas. En el caso donde el circuito 30 está en cambio hecho de material metálico o un material polimérico diferente, la deformación de las paredes 32 y 34 hasta un alto grado consiste de una deformación plástica. Por lo tanto, incluso cuando no se aplica más el vacío, las corrugaciones permanecen sustancialmente sin afectarse.
- 35 La realización de acuerdo con las Figuras 17 y 18 es una forma mixta en donde la pared 32 se ejecuta de tal forma que comprenda los patrones de corrugaciones 320 así como las paredes del circuito 30 mostrados en las Figuras 1 a 11. En contraste, la pared 34 es lisa y debe ser corrugada en el momento del uso, como deben serlo las paredes del circuito 30 de acuerdo con las Figuras 12 a 16. La Figura 18 muestra esquemáticamente una vista en sección transversal del dispositivo que consiste del circuito 30 de acuerdo con la Figura 17 y el dispositivo térmico 50 respectivo. En particular el dispositivo térmico 50 comprende una placa 52 similar a la del dispositivo 50 de acuerdo con las Figuras 8 a 11 y la otra placa 54 similar al dispositivo 50 de acuerdo con las Figuras 14 a 16.
- 40 De acuerdo con esta realización del circuito 30 de intercambio de calor, las paredes 32 y 34 pueden ser hechas de materiales diferentes uno de otro.
- 45 La Figura 19 muestra un circuito 30 de intercambio de calor similar al de las Figuras 1 a 11 en el cual, sin embargo, la dirección preferencial de las corrugaciones puede definirse solamente a lo largo de las secciones con los patrones 320 y 340. En esta realización, en particular, las corrugaciones definen cuatro áreas homogéneas diferentes, esto es, cada una con una dirección preferencial bien definida.
- 50 De acuerdo con otras realizaciones posibles es posible que las áreas homogéneas estén presentes en un número y/o disposición diferentes. Se han notado, durante las pruebas específicas llevadas a cabo por el solicitante, que la transición entre dos áreas homogéneas adyacentes, con un cambio consecuente en la dirección preferencial, da como resultado ventajas sustanciales en términos de mezclar internamente el flujo.
- 55 La Figura 20 muestra una realización diferente del circuito 30 de acuerdo con la invención. De acuerdo con esta realización, las dos paredes 32 y 34 están selladas una con respecto a la otra no solo a lo largo de la periferia, sino también parcialmente a lo largo de la línea central 42. De esta manera, por lo tanto, el circuito 30 tiene una extensión sustancialmente en forma de U en la cual la entrada 322 y la salida 342 están adyacentes una a otra.
- 60 La Figura 21 muestra una realización que es similar a la de la Figura 20, pero en la cual el circuito 30 en forma de U también comprende una tubería superior 38 la cual es relativamente rígida con respecto a las paredes 32 y 34. La tubería superior 38 define la entrada 322 y la salida 342 del circuito 30 en forma de U. El canal interno de la tubería superior 38 se interrumpe de tal manera que el líquido es forzado a pasar a través de las aberturas laterales 380 que
- 65

permiten que fluya hacia adentro y hacia fuera del ducto 36. La Figura 22 muestra en detalle la sección transversal 30 de acuerdo con la Figura 21 en el punto en donde la tubería superior 38 se une a las paredes 32 y 34.

5 Las Figuras 20 y 21 muestran tanto los circuitos 30 en forma de U en realizaciones en las cuales las paredes comprenden corrugaciones preformadas.

10 Esta ilustración hace más fácil entender como las corrugaciones pueden ser dispuestas y como son capaces de definir una dirección preferencial común a lo largo del circuito completo en forma de U. Con esta configuración en forma de U, en efecto, el eje X del circuito completo, con respecto al cual se definen los ángulos de las direcciones preferenciales de las corrugaciones, no es fácilmente definible. La posibilidad de determinar el ángulo, definida por las direcciones preferenciales de los dos patrones superpuestos de corrugaciones, permanece obviamente sin cambios.

15 Es perfectamente posible, en otras realizaciones, para los circuitos en forma de U antes mencionados, que sean formados con paredes lisas, tales como las descritas en relación con el circuito 30 de las Figuras 13 a 16, o con paredes mixtas, tales como las descritas en relación con el circuito 30 de acuerdo con las Figuras 17 y 18.

20 Las Figuras 23 y 24 muestran dos ensamblajes de acuerdo con otra realización ilustrativa. Comprenden circuitos en forma de U, de acuerdo con las realizaciones mostradas en las Figuras 20 y 21, respectivamente, y los dispositivos térmico 50 correspondientes asociados con ellas.

25 Obviamente, en el caso donde los circuitos 30 de intercambio de calor en forma de U son del tipo de pared lisa o pared mixta, los dispositivos térmicos 50 respectivos deben comprender también los medio 56 de aplicación de vacío tales como los descritos anteriormente en relación con las Figuras 14 a 16 y 18.

30 Las Figuras 25 a 27 muestran el circuito de intercambio de calor de acuerdo con la invención. De acuerdo con la invención, el circuito comprende tres paredes 32, 33 y 34 de tal manera que definan dos ductos diferentes 36' y 36'' los cuales están separados uno de otro. Las paredes externas 32 y 34 del circuito 30 definen cada una dos aberturas. Así es posible definir una entrada 322 y una salida 324 para el ducto 36' y una entrada 344 y una salida 342 para el ducto 36''. Este tipo de circuito 30 de intercambio de calor no está previsto para cooperar con un dispositivo térmico 50, pero en su lugar está previsto para ser utilizado como un intercambiador de calor entre dos flujos de líquido diferentes a diferentes temperaturas.

35 El circuito 30 de intercambio de calor de acuerdo con las Figuras 25 a 27 comprenden también patrones de corrugación similares a los de otras realizaciones descritas más arriba. Los patrones de corrugación en este caso son tres en número, uno para cada par 32, 33 y 34.

40 Como puede verse en la Figura 27, las paredes externas 32 y 34 tienen un espesor grande en relación con la amplitud de las corrugaciones. Como resultado, en este y otros casos, las corrugaciones pueden ser mantenidas solamente sobre el interior de circuito, mientras que las superficies externas del circuito pueden ser lisas.

Por otro lado, la pared interna 33 tiene un espesor pequeño en relación con la amplitud de las corrugaciones de tal forma que los mismos patrones de corrugación aparecen en ambos lados de la pared misma.

45 En esta realización particular, las paredes externas 32 y 34 están previstas para prevenir tanto como sea posible el intercambio de calor entre el interior del circuito y el ambiente circundante. Por esta razón, las paredes externas 32 y 34 tienen un espesor grande y están hechas preferiblemente de material polimérico con un coeficiente de conductividad térmica bajo. Por otro lado, la pared interna 33 está prevista para facilitar tanto como sea posible el intercambio de calor entre los dos ductos 36' y 36''. Por esta razón, la pared interna 33 tiene un espesor pequeño y está hecha preferiblemente de material metálico con un coeficiente de conductividad térmica alta.

50 Las Figuras 29.a y 29.b muestran esquemáticamente dos porciones de pared, las cuales son respectivamente delgada y gruesa, con el mismo tipo de corrugación. Las Figuras 29.b y 29.c muestran esquemáticamente porciones de pared, las cuales son ambas gruesas, con diferentes tipos de corrugación. En la descripción de los circuitos 30 de intercambio de calor siempre se ha hecho referencia a paredes con espesores pequeños, con la única excepción de las paredes externas 32 y 34 del circuito mostrado en las Figuras 25 a 27.

60 De acuerdo con la realización de las Figuras 30, el circuito 30 comprende una pared 32 gruesa en la cual la corrugación aparece en el lado interno solamente, mientras que el lado externo es liso. En esta realización, la pared gruesa está hecha preferiblemente de material metálico. En efecto, como ya se mencionó anteriormente, los materiales metálicos tienen alta conductividad térmica y permiten así el uso de grandes espesores de pared. Los dispositivos térmicos 50 diseñados para cooperar con estas realizaciones del circuito 30 tienen placas térmicamente activas con una superficie lisa. Las placas lisas aseguran que se obtenga el contacto íntimo deseado con las paredes externamente lisas del circuito 30. En la realización particular mostrada en las Figuras 30, la pared 34 es del tipo delgado y liso, pero no hay nada que evite que sean uno de los otros tipos descritos aquí.

En la realización de las Figuras 31, la pared 32 se ejecuta de tal manera que comprende el patrón de corrugación 320, como las paredes del circuito 30 de acuerdo con las Figuras 1 a 11. En contraste, la pared 34 es lisa y debe ser corrugada en el momento del uso. De manera diferente a la mostrada en las Figuras 16, 18 y 30, sin embargo, en este caso la formación de las corrugaciones no se lleva a cabo mediante la aplicación del vacío desde el exterior. En la realización de acuerdo a las Figuras 31, las corrugaciones de la pared 34 se obtienen como resultado de la opresión interna del fluido que presiona la pared 34 contra la placa 54. El efecto de esta presión es indicado esquemáticamente por medio de las flechas en línea punteada de la Figura 31.b. Por esta razón la Figura muestra corrugaciones con una amplitud de onda λ la cual es ~~á~~ pequeña para la pared 34 que la de las corrugaciones ejecutadas sobre la pared 32. De acuerdo con esta realización del circuito 30 de intercambio de calor, las paredes 32 y 34 puede ser hechas de materiales y/o con espesores que son diferentes uno de otro.

En las realizaciones del circuito 30 descritas anteriormente, las corrugaciones tienen una configuración que es sustancialmente comparable a un senoide de amplitud y longitud de onda dadas. De acuerdo con otras realizaciones, sin embargo, la progresión puede ser de una naturaleza diferente. Algunas configuraciones se muestran a manera de ejemplo en las Figuras 28. La Figura 28.a muestra la progresión sustancialmente sinusoidal de las realizaciones descritas anteriormente. La Figura 28.b muestra una progresión en línea quebrada en la cual las secciones rectas están conectadas entre sí por ángulos agudos.

Esta configuración sería óptima para el punto de vista de la mezcla la cual puede ser inducida en el flujo, pero la mayoría de los casos con las tecnologías para la formación de tales corrugaciones no es posible obtener un ángulo agudo. La Figura 28.c muestra una configuración en líneas punteadas en la cual las secciones rectas están conectadas entre sí por porciones curvadas. Esta configuración representa una configuración tecnológicamente factible similar a la configuración previa. Esta configuración es la más similar, con el radio más pequeño de curvatura de las curvas de conexión. La Figura 28.d muestra una configuración de línea sinusoidal/punteada combinada. La Figura 28.d muestra una configuración en la cual la longitud de onda de las corrugaciones no es constante a lo largo de la longitud del patrón. La Figura 28.f muestra en su lugar una configuración adicional en la cual la amplitud de las corrugaciones no es constante a lo largo de la longitud de los patrones. En estos dos patrones específicos la configuración es sinusoidal, pero desde luego puede obtenerse también una variación de la longitud de onda y/o amplitud para otras configuraciones, por ejemplo de la línea punteada o de tipo mixto. La Figura 28.g muestra una configuración en la cual unas pestañas definen canales con una sección transversal cuadrangular, en un lado solamente de las corrugaciones. Esta configuración formada con una pared delgada es sustancialmente equivalente a la configuración mostrada en la Figura 29.c, formada por una pared gruesa. Finalmente, la Figura 28.h muestra una configuración en la cual una onda cuadrada define canales con una sección transversal cuadrangular, en ambos lados de las corrugaciones.

Como puede notarse, todas las configuraciones mostradas a manera de ejemplo, incluyendo la configuración con una amplitud de onda variable, definen un plano de picos (identificado por la línea ~~ar~~ en la Figura 28.f), al menos en un lado del patrón. La presencia de tal plano es altamente ventajosa por ser capaz de definir una superficie de soporte contra otra pared y por ser capaz de definir un circuito de acuerdo con la invención.

Como lo puede entender la persona experimentada en la técnica, las diversas realizaciones del circuito y/o del dispositivo térmico de acuerdo con la invención han sido descritas puramente a manera de ejemplo. En otras palabras las diferentes posibilidades descritas anteriormente en términos de material, forma global, número de áreas homogéneas dentro de los patrones de corrugación, configuraciones de corrugación, presencia de medios de aplicación de vacío, etc., pueden ser combinados de manera diferente una con otra también en maneras que no están descritas específicamente. Por ejemplo, es posible, sin apartarse del alcance de la presente invención, formar un circuito en U con una pluralidad de áreas homogéneas dentro de los patrones de corrugación o un dispositivo térmico de succión con un patrón que tiene una progresión no sinusoidal.

Como lo podrá entender la persona experimentada en la técnica partiendo de la descripción anterior, la configuración interna particular del circuito 30 de acuerdo con la invención es capaz de lograr una alta eficiencia de intercambio del calor. La disposición de los patrones de corrugación en la parte superior de cada uno produce una red de canales que forma un ducto 36 en el cual el flujo del líquido tiene un espesor mínimo. El espesor mínimo del flujo permite la minimización del efecto de capa frontera térmica, dando como resultado este efecto de grandes diferencias de temperatura entre la capa de líquido directamente en contacto con la pared y las capas situadas dentro del flujo y a una distancia de la pared. El efecto de capa de frontera térmica da como resultado así la necesidad de circuitos de baja eficiencia de tipo conocido, para temperaturas de pared altas (70 - 80°C) con el fin de compensar la dificultad de suministrar calor a las capas más profundas dentro del flujo. Como ya se mencionó anteriormente en la introducción, estas temperaturas de pared son inherentemente peligrosas para la salud del paciente.

Adicionalmente, la configuración particular de los patrones de coagulación y su disposición sobre la parte superior de otro asegura una mezcla intensa del líquido el cual limita adicionalmente el efecto de capa de frontera. El líquido que está en contacto directo con la pared a lo largo de una sección de ducto, debido a la mezcla intensa, ciertamente

estará situado casi a una distancia de la pared a lo largo de una sección de ducto subsecuente. En otras palabras el alto grado de mezcla o fenómenos de turbulencia inducidos en el flujo por la configuración particular de la red de canales mezcla continuamente el líquido evitando la posible formación de diferencias de temperatura grandes dentro del mismo.

5 La reducción significativa en el efecto de capa de frontera da como resultado un incremento considerable en la eficiencia de intercambio de calor en el circuito de acuerdo con la invención en comparación con tipos conocidos de circuitos. Debido a la alta eficiencia de intercambio de calor es por lo tanto posible mantener la temperatura de la pared dentro de valores que son altamente aceptables en términos de seguridad del paciente (40 - 70°C, dependiendo de los materiales usados).

10 Finalmente, como lo puede entender la persona experimentada en la técnica a partir de los comentarios anteriores, el circuito de intercambio de calor de acuerdo con la invención es extremadamente económico desde su punto de vista de manufactura, siendo particularmente adecuado para uso como un inserto desechable. Como puede entenderse a partir de la descripción anterior, muchas realizaciones del circuito 30 consisten de tres paredes 32, 33 y 34. En este aspecto la producción del circuito 30 se simplifica grandemente puesto que es suficiente llevar a cabo el presionamiento de un gran número de paredes de un tipo sencillo, con ventajas obvias en términos logísticos. La invención de acuerdo con las Figuras 25 a 27 se beneficia de esta característica. Las paredes externas 32 y 34 son de hecho idénticas una a otra, mientras que la pared interna sencilla 33 requiere un método de producción diferente.

15

20 Con respecto a las realizaciones del circuito y el dispositivo térmico descrito anteriormente, la persona experimentada en la técnica puede, con el fin de satisfacer requerimientos específicos, hacer modificaciones y/o reemplazar elementos descritos con elementos equivalentes, sin apartarse por ello del alcance de las reivindicaciones anexas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Circuito (30) para intercambio de calor hacia/desde un fluido fisiológico, que comprende tres paredes (32, 33, 34) que descansan una sobre otra y están selladas de tal manera que forman dos ductos (36', 36'') separados uno de otro y adecuados para contener dos flujos diferentes;
- 10 donde cada una de las tres paredes (32, 33, 34) comprende, en su uso, un patrón de corrugaciones (320, 330, 340) que tiene, al menos secciones a lo largo, una dirección preferencial, el patrón de corrugaciones (330) de la pared (33) posicionado de tal manera que se superponga al menos parcialmente sobre el patrón de corrugaciones (320, 340) de las otras pares (32, 34) de tal manera que se forme un ángulo γ entre las direcciones preferenciales respectivas, caracterizado porque el ángulo γ varía entre 70° y 110°;
- 15 las paredes externas (32, 34) tienen un espesor grande y bajo coeficiente de conductividad térmica, y aparte la pared interna (33) tiene un espesor pequeño y un alto coeficiente de conductividad térmica y es adecuada para transferir calor hacia/desde el flujo fluido.
- 20 2. Circuito (30) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde al menos una pared (33) tiene un espesor que es pequeño en relación con la amplitud (λ) de las corrugaciones tal que el mismo patrón de corrugaciones aparece en ambos lados de la pared (33).
3. Circuito (30) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde al menos una pared (32; 34) tienen un espesor que es grande en relación con la amplitud (λ) de las corrugaciones de tal forma que el patrón de corrugaciones aparece solamente en el lado interno de la pares (32; 34), mientras que el otro lado es liso.

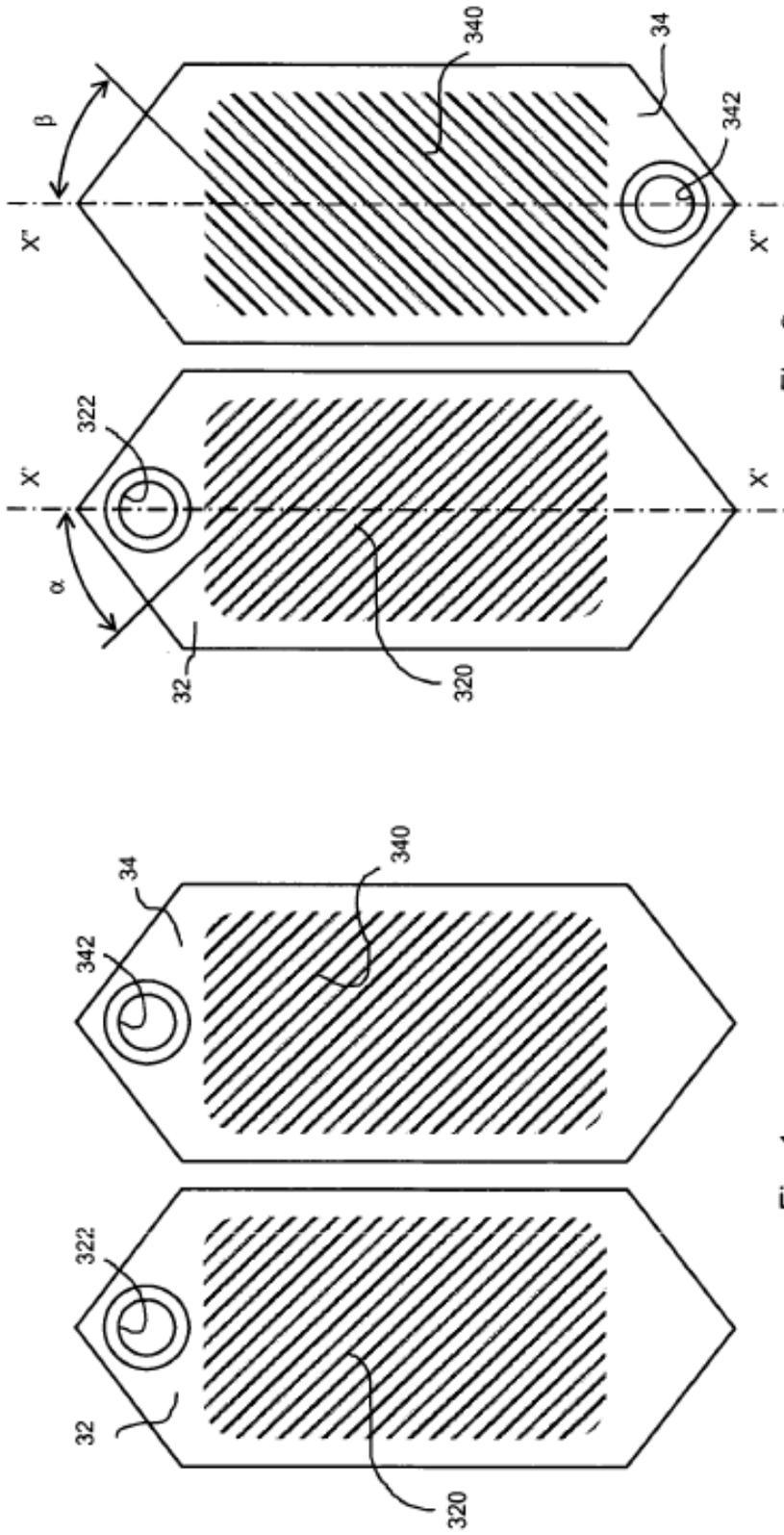


Fig. 2

Fig. 1

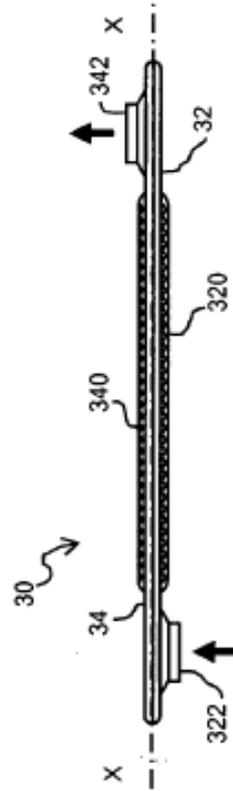


Fig. 3

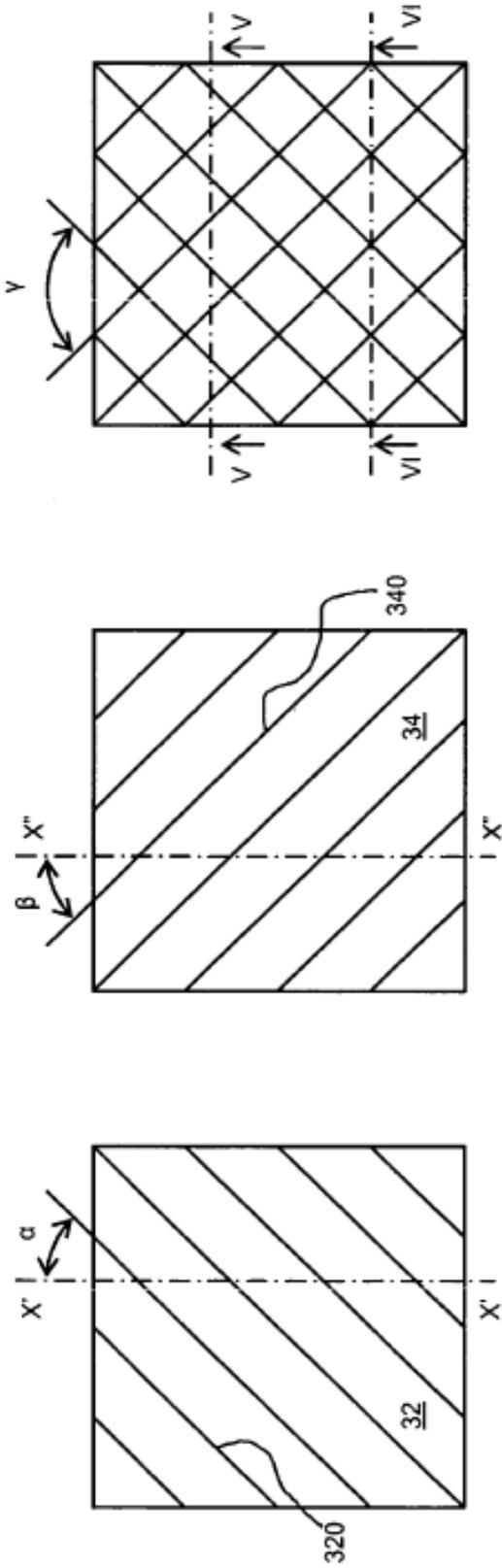


Fig. 4.c

Fig. 4.b

Fig. 4.a

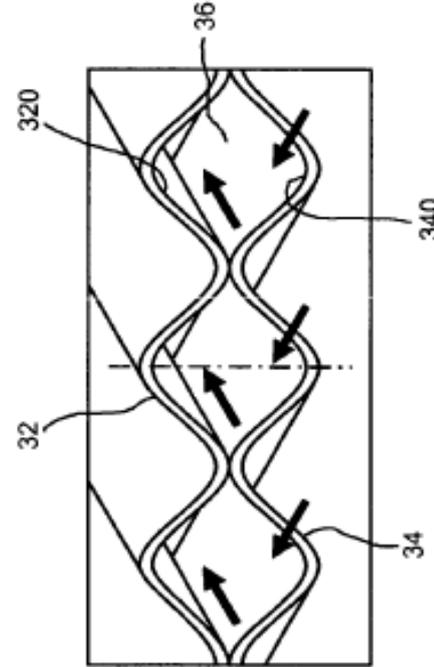


Fig. 6

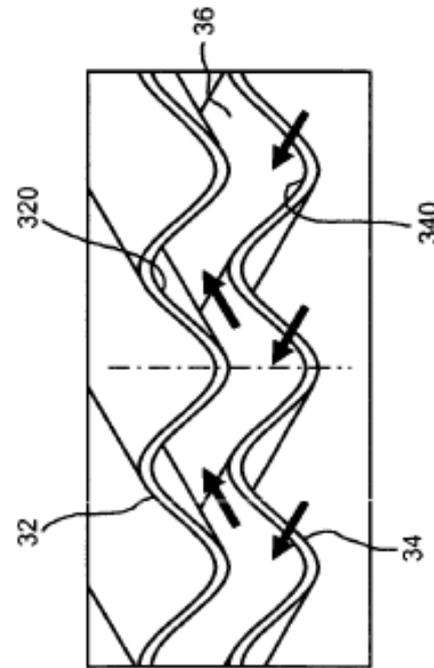


Fig. 5

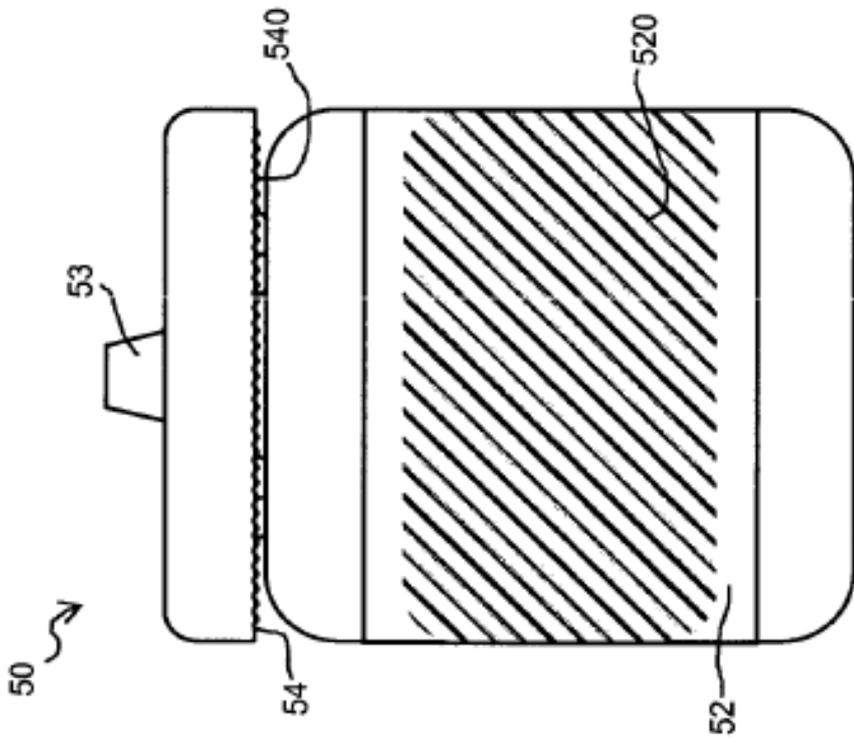


Fig. 8

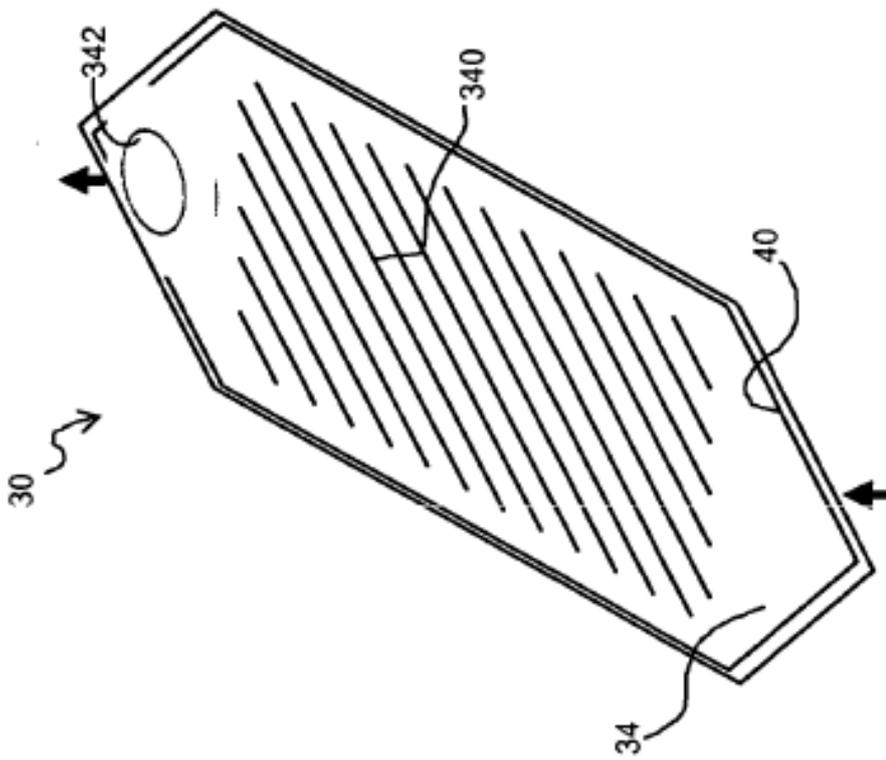


Fig. 7

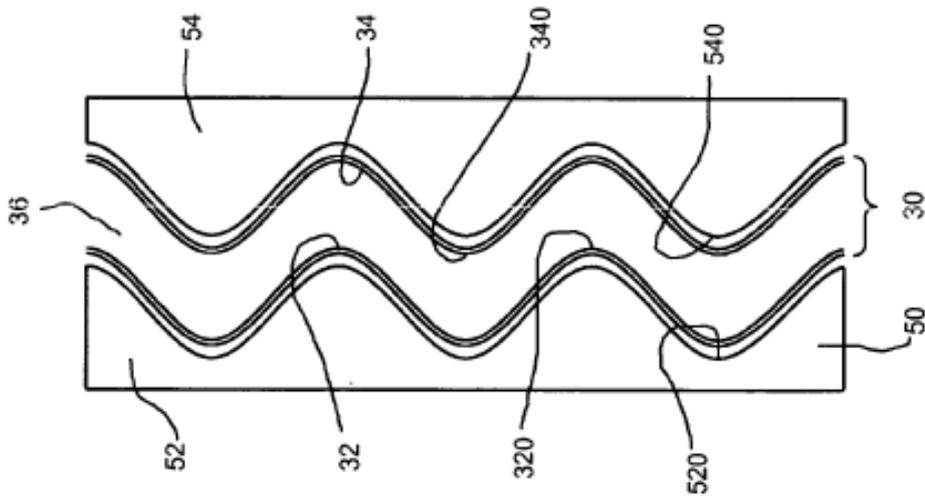


Fig. 11

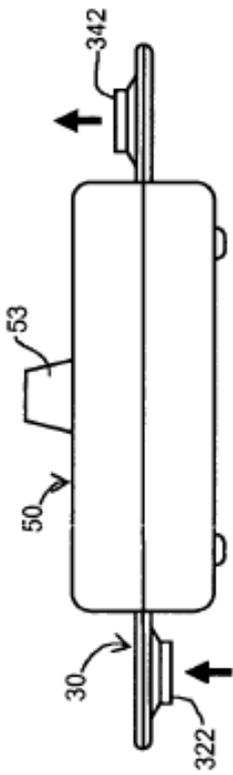


Fig. 9

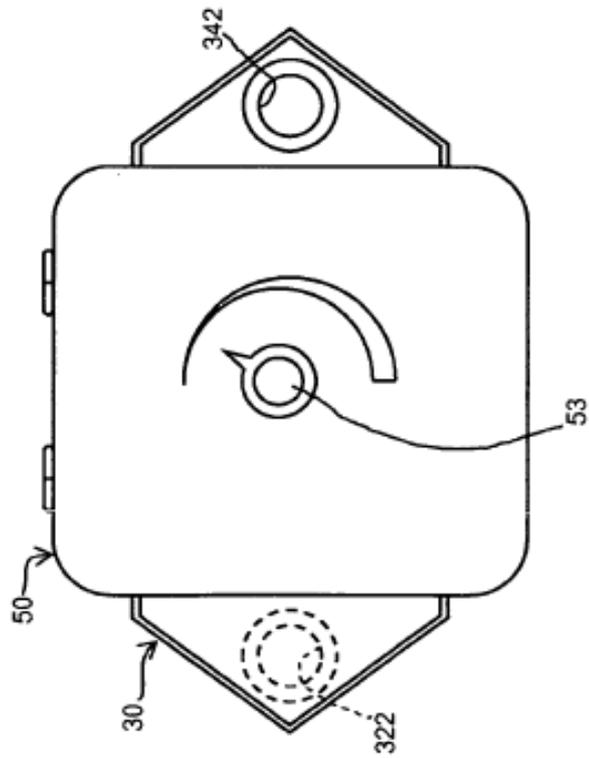


Fig. 10

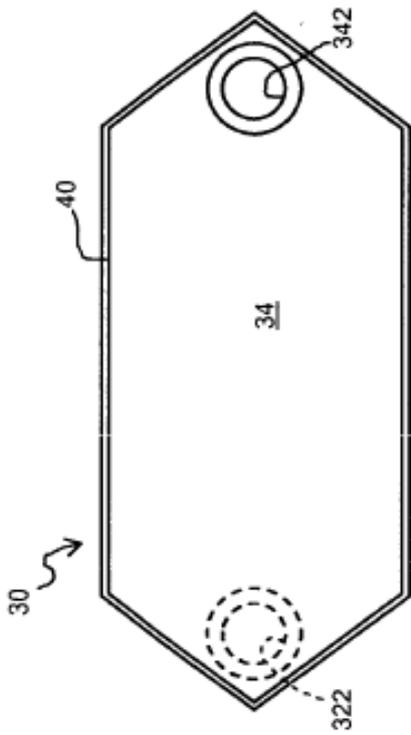


Fig. 12

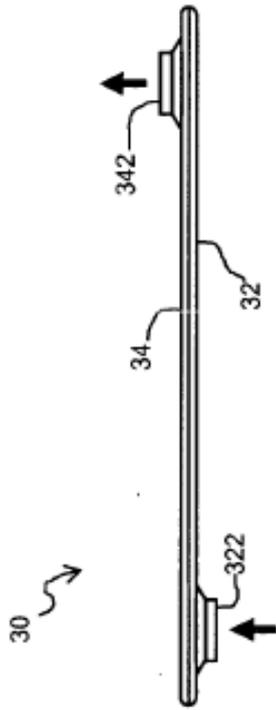


Fig. 13

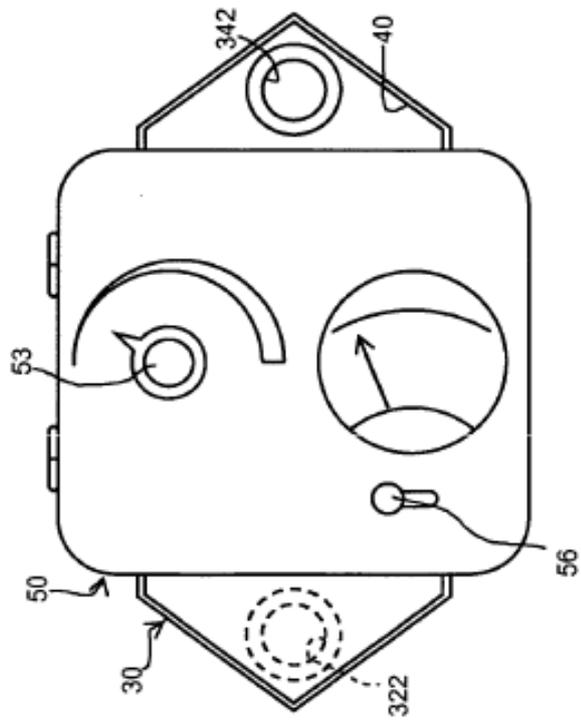


Fig. 14

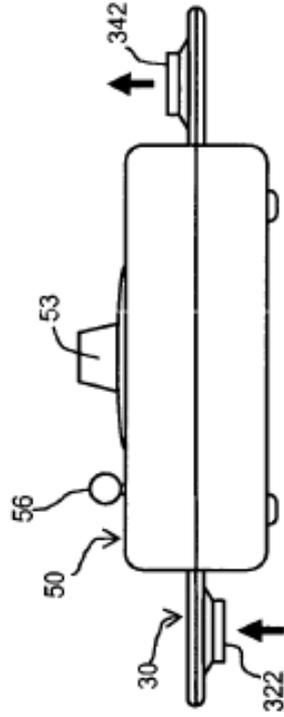


Fig. 15

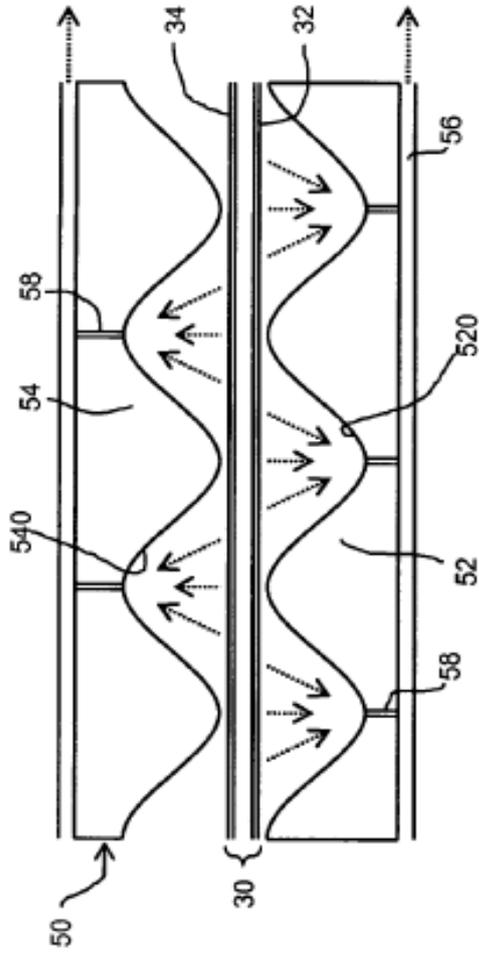


Fig. 16.a

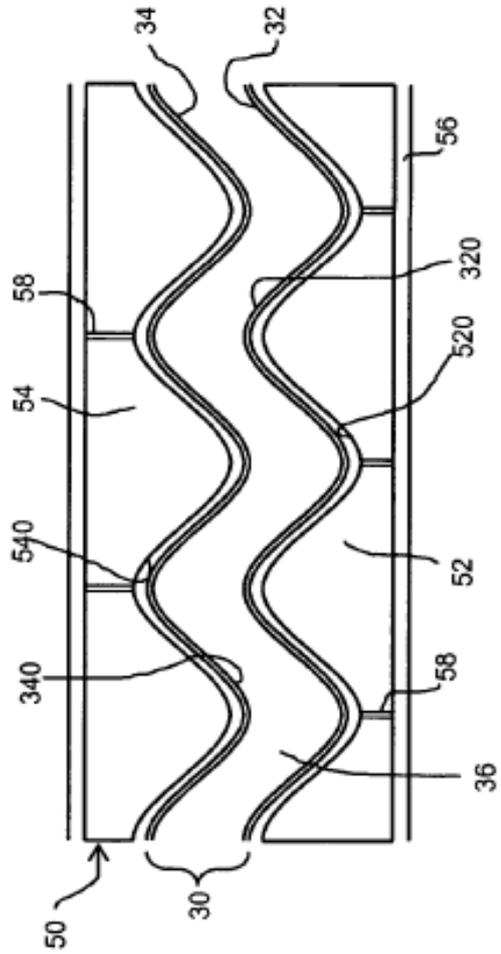


Fig. 16.b

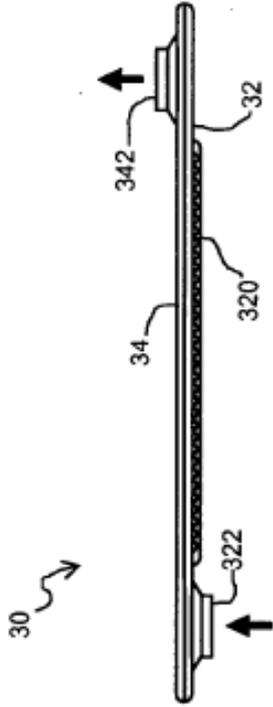


Fig. 17

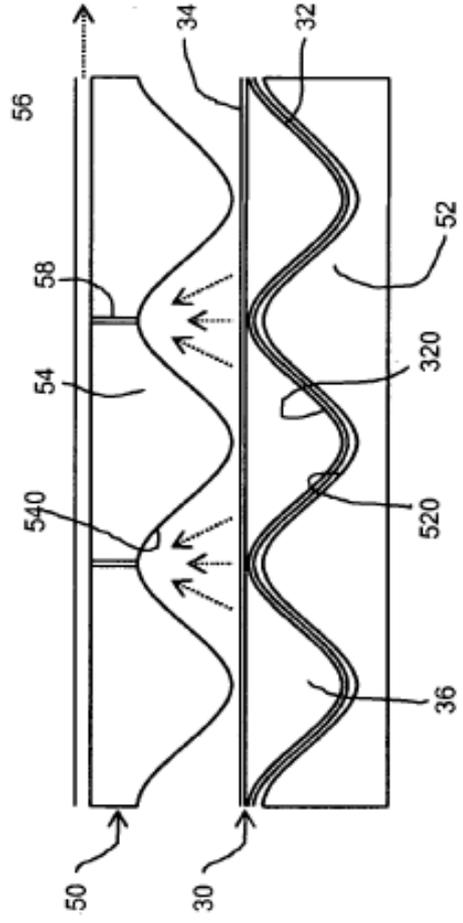


Fig. 18

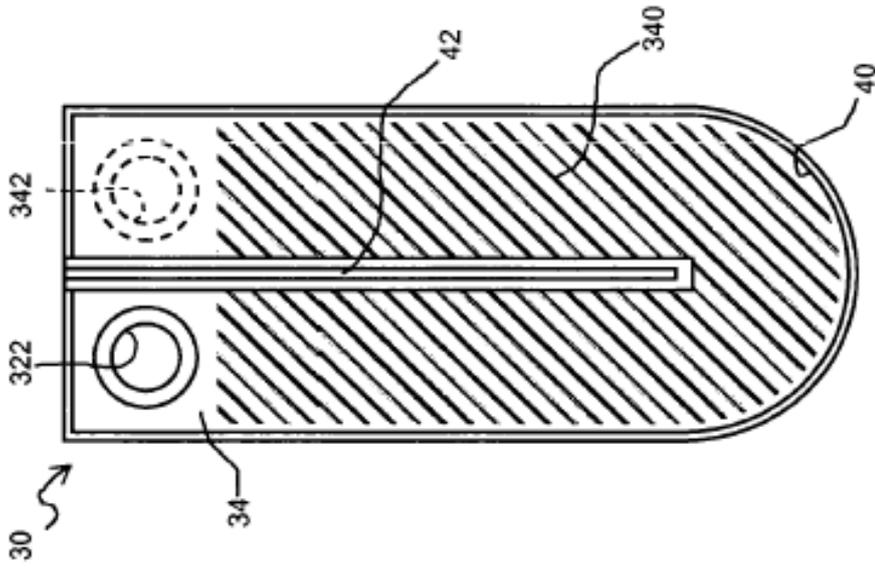


Fig. 20

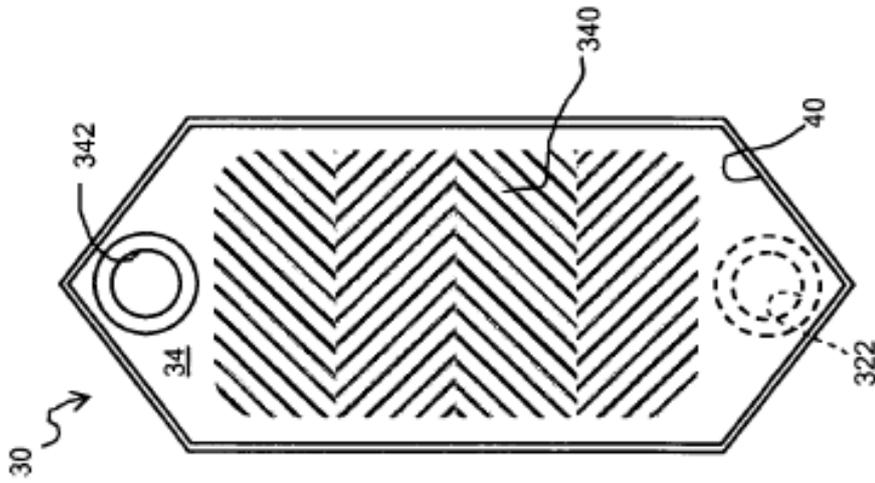


Fig. 19

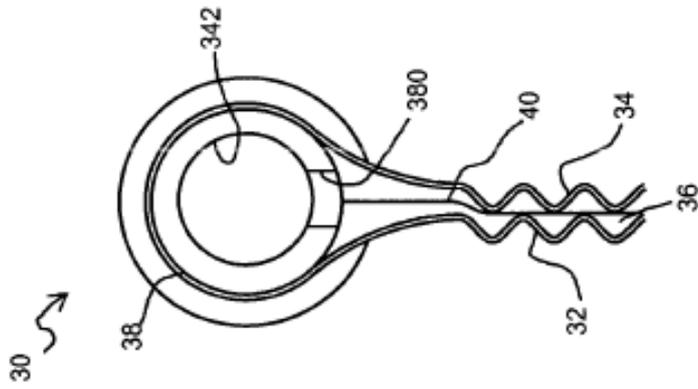


Fig. 22

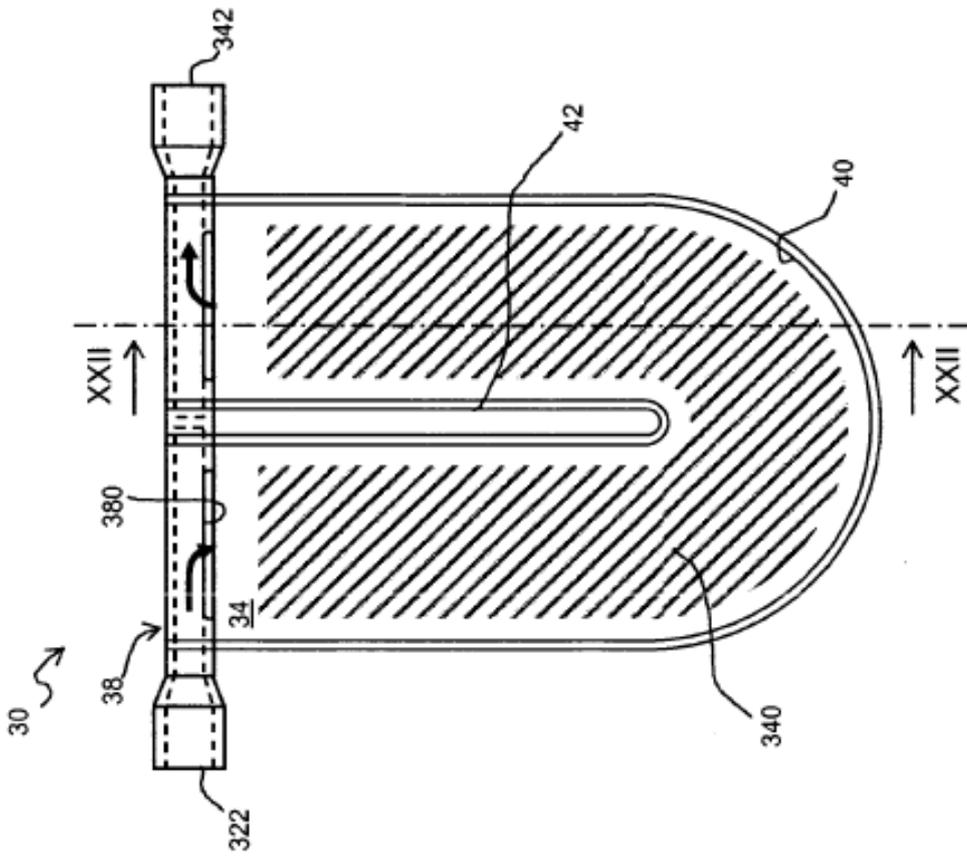


Fig. 21

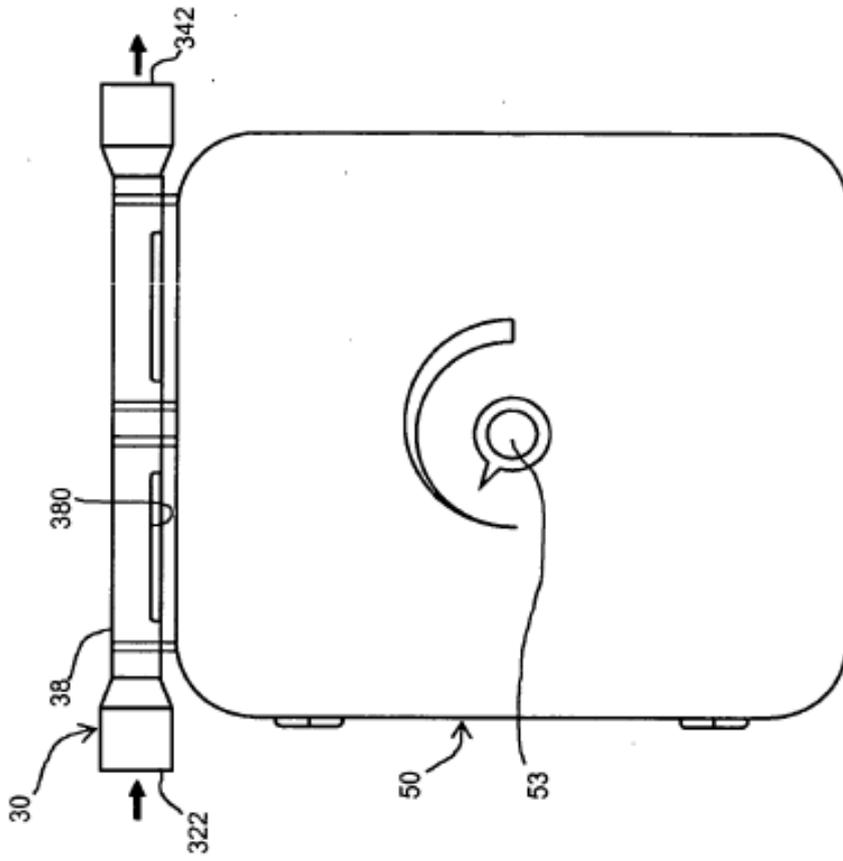


Fig. 24

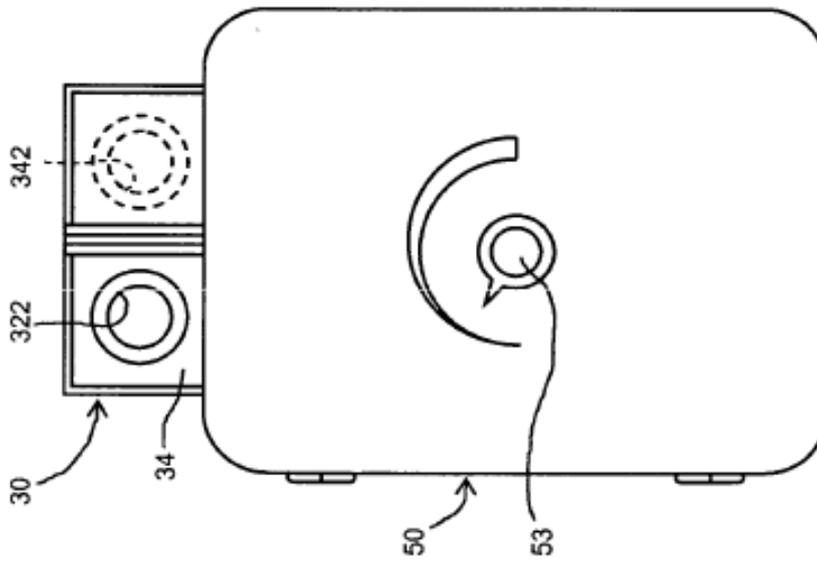


Fig. 23

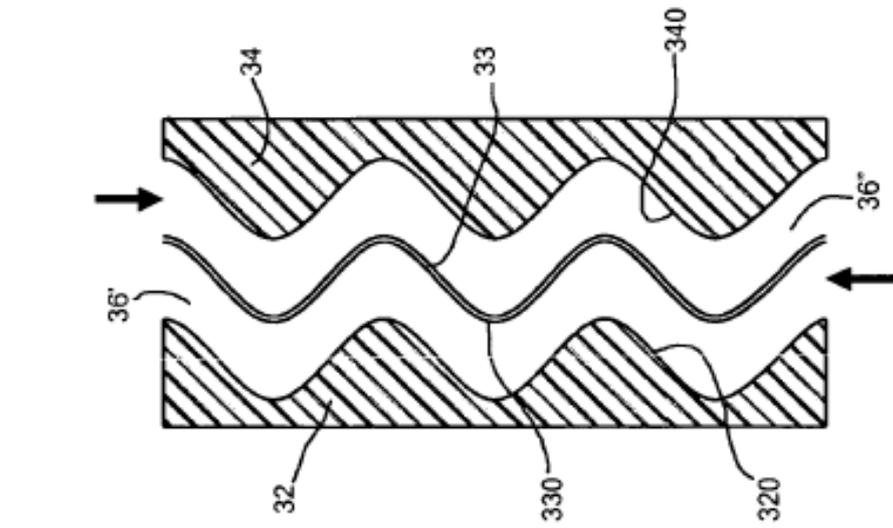


Fig. 25

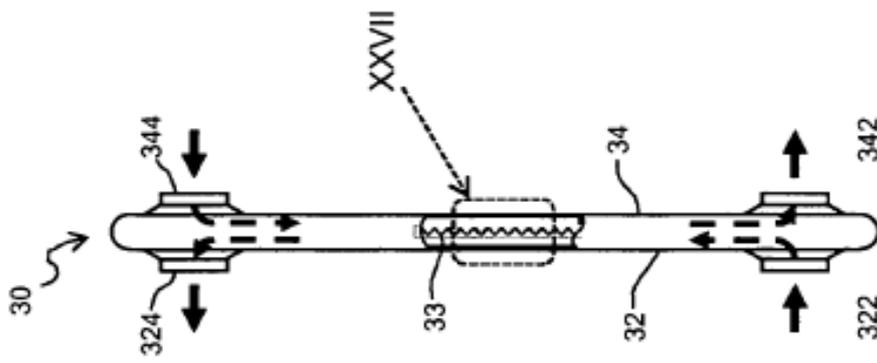


Fig. 26

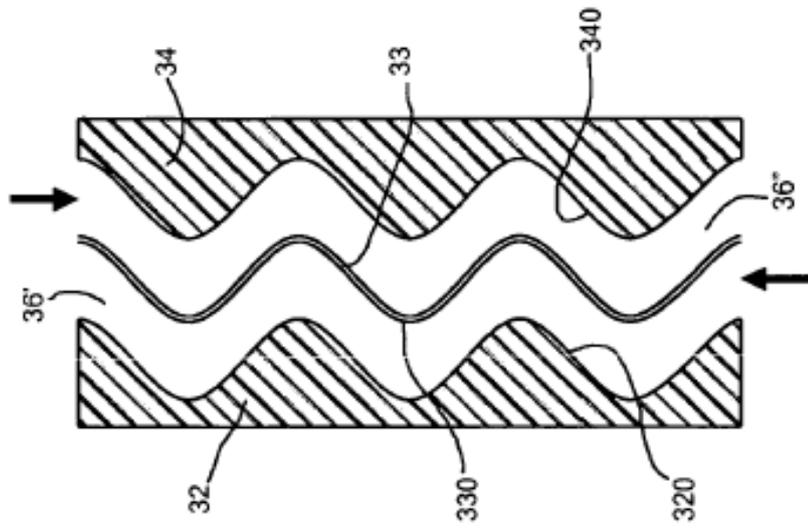


Fig. 27



Fig. 28.d



Fig. 28.c



Fig. 28.b

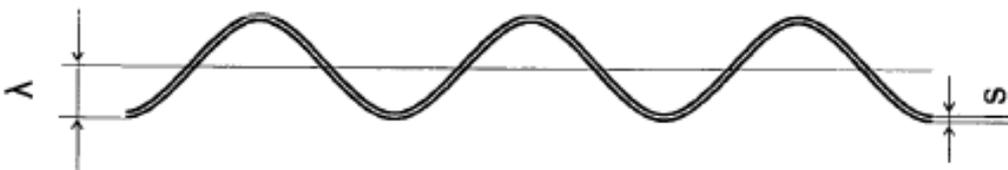


Fig. 28.a



Fig. 28.h



Fig. 28.g



Fig. 28.f



Fig. 28.e

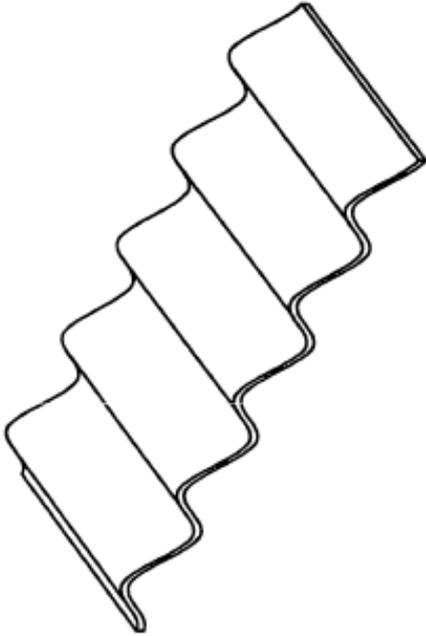
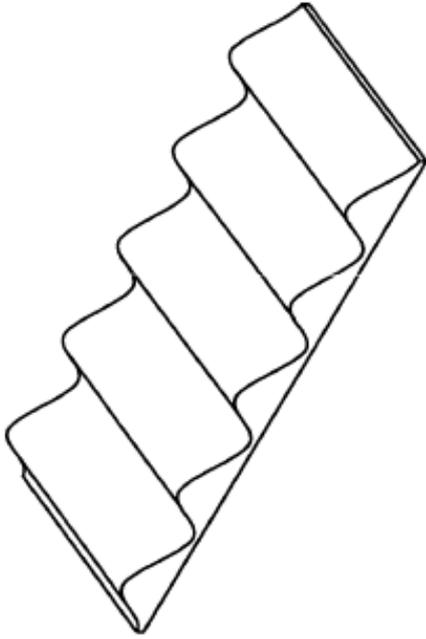


Fig. 29.a

Fig. 29.b

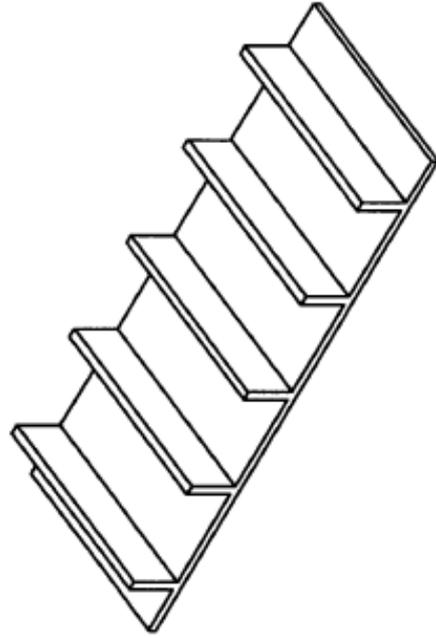


Fig. 29.c

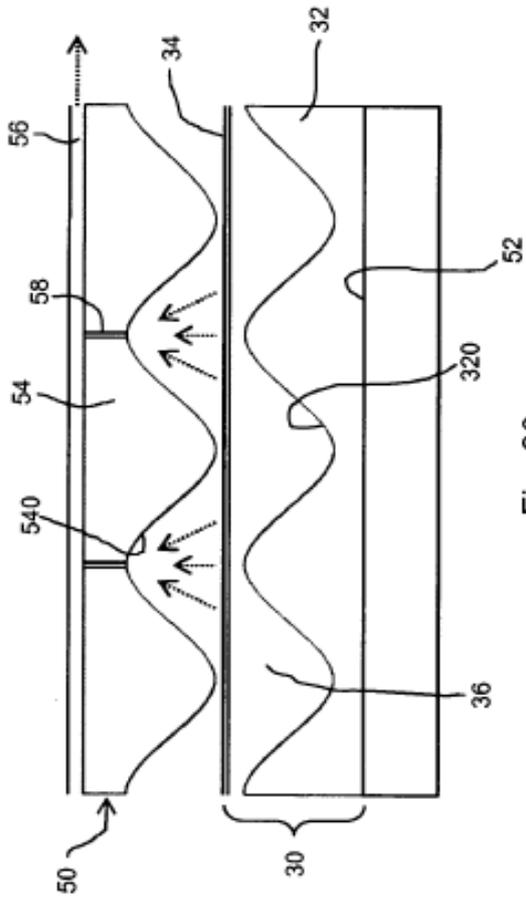


Fig. 30.a

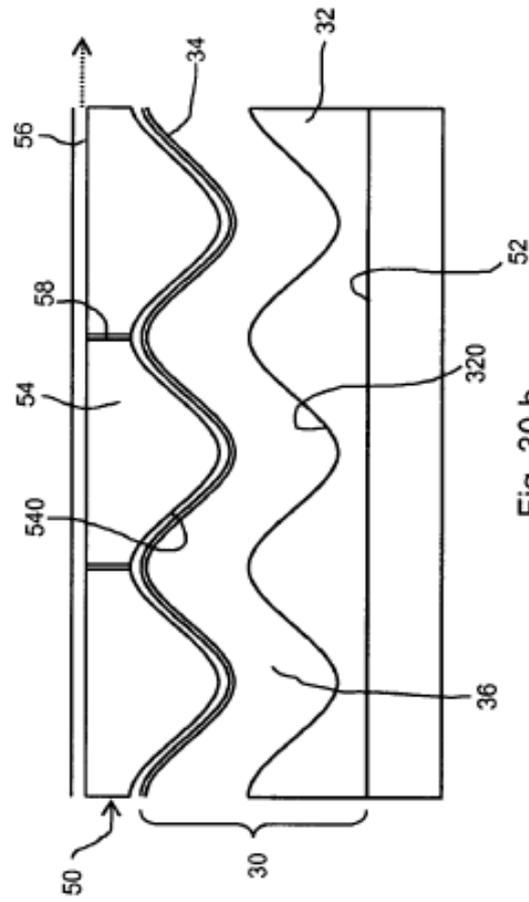


Fig. 30.b

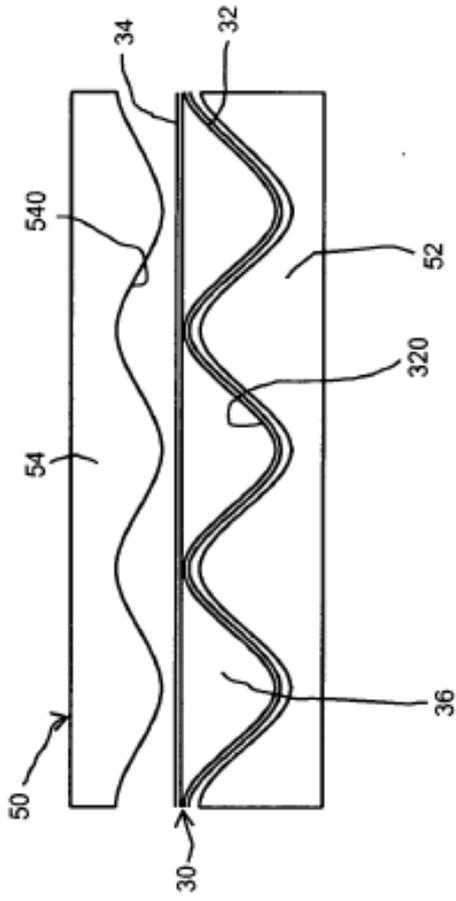


Fig. 31.a

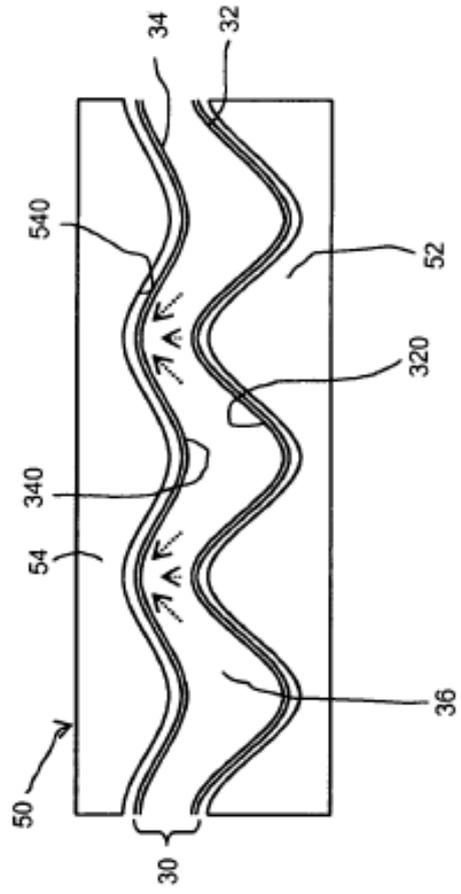


Fig. 31.b