

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 698 557**

51 Int. Cl.:

B32B 37/10	(2006.01)
B29C 43/12	(2006.01)
B30B 5/02	(2006.01)
B29C 70/44	(2006.01)
B29C 35/04	(2006.01)
B30B 11/00	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.07.2012 PCT/AU2012/000820**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.01.2013 WO13006900**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.07.2012 E 12811127 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.08.2018 EP 2729305**

54 Título: **Aparato para la consolidación de artículos de material compuesto**

30 Prioridad:

08.07.2011 AU 2011902721

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

05.02.2019

73 Titular/es:

**XTEK LIMITED (100.0%)
25 Yallourn Street
Fyshwick, ACT 2609, AU**

72 Inventor/es:

THOMPSON, DAVID, SAMUEL

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 698 557 T3

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

DESCRIPCIÓN

Aparato para la consolidación de artículos de material compuesto

5 La presente invención se refiere al proceso de fabricación de artículos de material compuesto. Los artículos de material compuesto se construyen a partir de una pila multicapa de materiales que se consolidan mediante la aplicación de ciclos concurrentes de presión y térmicos. Los artículos de material compuesto pueden proporcionar protección balística y/o refuerzo estructural, con la pila multicapa que incluye, pero no se limita a, cerámicas monolíticas, membranas adhesivas y monocapas que contienen fibras de refuerzo y material de matriz.

10 Antecedentes de la invención

Los artículos resistentes a los proyectiles, comúnmente conocidos como blindajes, se construyen a partir de materiales especializados que utilizan diversos métodos para impedir la perforación por proyectiles tales como balas y fragmentos.

Los artículos de equipo de protección personal balística (PPE), comúnmente conocidos como blindajes corporales, incluyen cascos y chalecos que contienen inserciones de blindaje flexible "blandas" e inserciones de blindaje rígidas "duras". El blindaje también se usa para proteger a los ocupantes y equipo en vehículos terrestre, marítimos y aéreos.

Los insertos de blindaje rígido, conocidos como Insertos de Protección de Armas Pequeñas (SAPI), están diseñados para proteger contra proyectiles de rifle de alta velocidad y compartir similitudes en los materiales utilizados y las técnicas de construcción con cascos y blindajes de vehículos. Si bien los SAPI están disponibles en muchos niveles de protección, existen dos configuraciones básicas.

25 El primero es un SAPI de material compuesto 100% basado en fibra diseñado para proteger contra proyectiles "suaves" de cubierta de metal completo (FMJ) relleno de plomo (un ejemplo de esto es USA NIJ 0101.04 nivel III-6 impactos de FMJ OTAN 7.62x51 mm). El segundo es un SAPI en capas que contiene una cara de impacto de cerámica para proteger contra los proyectiles de Perforación con Blindaje (AP) que contienen penetradores "duros" (un ejemplo de esto es el nivel IV de EE. UU. NIJ 0101.04, 1 impacto de 30.06 M2 AP).

Los SAPI de material compuesto basados 100% en fibra pueden fabricarse a partir de material como para aramida (por ejemplo, Kevlar® o Twaron®) o polietileno de peso molecular ultra alto (UHMWPE) cuando se combinan con un sistema de matriz de resina adecuado. Los materiales están disponibles comercialmente prepreg (a menudo denominados "prepreg") con matriz de resina (como los productos Dyneema® HB y Spectra Shield®) para simplificar esta etapa.

Una técnica tradicional de fabricación de SAPI de material compuesto 100% a base de fibra se conoce comúnmente como "prensado axial de alta presión" que requiere material "prepreg", como el producto Dyneema® HB, para ser cortado en la forma deseada y apilado. Luego, la pila se coloca entre un par correspondiente de troqueles metálicos unidos dentro de la prensa axial y se comprime simultáneamente con la aplicación de calor (desde elementos de calentamiento eléctrico o la circulación de aceite caliente a través de los troqueles metálicos) para cumplir con los ciclos de presión y térmicos predeterminados. La compresión se detiene solo una vez que el material se ha enfriado lo suficiente. Si se desea, el SAPI se cubre con una tela, adherida con adhesivo de contacto.

Se sabe que, para este tipo de blindaje, la consolidación bajo una presión más alta equivale a un mayor rendimiento balístico. DSM, fabricantes de productos Dyneema® HB, especifican que su material debe consolidarse con una presión axial de al menos 180 bar, pero preferiblemente de 350 bar para un aumento de rendimiento de aproximadamente el 10%. Esto significa que para hacer una sola SAPI de 10" x 12", al menos una prensa de 140 toneladas, pero preferiblemente se requiere una prensa de 270 toneladas. Por lo tanto, si se requiere un metro cuadrado de blindaje, se necesita una prensa de 3.570 ton para consolidar el material a 350 bar. Tales prensas son caras y poco comunes. Dado que las prensas ejercen presión de manera axial, los artículos de consolidación que no sean planos generan gradientes de presión y niveles inconsistentes de consolidación. Las formas más planas minimizan este efecto, sin embargo, los artículos como los cascos sufren mucho de la consolidación desigual.

El atrapamiento de aire dentro de los SAPI presionados axialmente es un problema. Es común que se requieran entre 50-200 pliegues de "prepreg" para fabricar un SAPI que cumpla con el estándar de EE. UU. NIJ 0101.04 de nivel III. Cuando se apila y presiona el "prepreg", el aire queda atrapado entre las capas y se comprime, solo para aparecer como burbujas que indican áreas de deslaminación cuando se retiran de la prensa. Para contrarrestar esto, la presión debe incrementarse gradualmente, sin embargo, esto no es ideal y prolonga el tiempo de ciclo.

Uno de los principales costes asociados con el prensado convencional de SAPI es el herramental. Se requieren juegos de troqueles emparejados rígidos para todas las geometrías a fabricar. Si una prensa es lo suficientemente grande como para procesar múltiples SAPI, entonces se requieren múltiples conjuntos de herramientas. Además de los juegos de troqueles, también se requieren placas de enfriamiento y calentamiento. La velocidad de producción para este tipo de SAPI es lenta, ya que el material debe alcanzar una temperatura constante en todo momento, pero no tiene "puntos

calientes" localizados que dañen el material permanentemente. Un tiempo de ciclo típico es de aproximadamente 45 minutos por EE. UU. NIJ 0101.04 nivel III estándar SAPI.

5 Un método tradicional de fabricar un SAPI en capas que contiene una cara de cerámica es pegar una baldosa cerámica monolítica a la cara frontal de un material compuesto a base de fibra 100% prensada axialmente "soporte". Normalmente se utiliza una resina o compuesto elastomérico como material adhesivo y el conjunto se sujeta mientras se cura en una bolsa evacuada. La bolsa evacuada proporciona una fuerza de sujeción uniforme cercana a la presión atmosférica. Si se desea, el SAPI en capas se cubre con una tela adherida con adhesivo de contacto.

10 Este tipo de SAPI en capas lleva mucho tiempo de fabricación y puede sufrir una inconsistencia significativa en el grosor. Típicamente, todas las cerámicas cocidas al horno exhiben deformaciones, en algunas circunstancias más de 3 mm. Dado que el "soporte" compuesto a base de fibra al 100% está formado por troqueles maquinados con precisión y se flexiona mínimamente, la discrepancia en la geometría entre la baldosa cerámica y el "soporte" se rellena con un exceso de adhesivo de unión. Esto agrega peso y reduce el rendimiento balístico.

15 Otro método tradicional de fabricar un SAPI en capas es un proceso de tipo por lotes que emplea una autoclave. Las autoclaves industriales son recipientes a presión que se utilizan para procesar piezas y materiales que requieren exposición a presión y temperatura elevadas. Normalmente, una pila de material "pregreg" se coloca detrás de una baldosa cerámica con una capa intermedia de película adhesiva o material compuesto. Luego, el conjunto se envuelve con una película de plástico y se coloca en una bolsa de vacío sellable por calor. La bolsa es luego evacuada y sellada. Este proceso supera los problemas de atrapamiento de aire encontrados durante el prensado axial y sujeta el conjunto para permitir su manejo sin ningún cambio de alineación. Las bolsas de vacío llenas se cargan dentro de una autoclave, que se presuriza, típicamente de 6 a 20 bares, utilizando aire o un gas inerte y se calientan para cumplir con la presión predeterminada y los ciclos térmicos. Después de un tiempo suficiente a temperatura elevada, el autoclave se enfría mientras se mantiene la presión. La presión se libera cuando la temperatura se ha reducido adecuadamente. Si se desea, la capa de SAPI se cubre con una tela adherida con adhesivo de contacto.

20 La principal deficiencia de este procedimiento es la baja presión de consolidación del material compuesto. Los autoclaves son dispositivos neumáticos (llenos de gas) en lugar de hidráulicos (llenos de líquido) y están sujetos a estrictas normas de seguridad. Las presiones de trabajo típicas que usan los autoclaves generalmente varían de 6 a 20 bar, que está muy por debajo de las presiones de consolidación mínimas (180 bar) y deseadas (350 bar) sugeridas por DSM, fabricantes de productos Dyneema® HB. Para compensar esta consolidación de baja presión, se utiliza material compuesto adicional para lograr un rendimiento balístico; Sin embargo, esto aumenta el coste, el peso y el espesor.

25 Se conoce un aparato de consolidación de artículo de material compuesto a alta presión del documento US 7,862,323 B2, que describe una prensa que tiene una cámara de presión llena con un medio sustancialmente incompresible, donde el medio encierra parcialmente un recipiente elastomérico lleno con un fluido sustancialmente incompresible que está en comunicación fluida con una fuente presurizada del mismo fluido. Una placa de molde y una pieza de trabajo se colocan dentro de la cámara y en relación de case a presión con el medio sustancialmente incompresible. Se proporciona una tapa de presión a la cámara de presión, donde la placa de molde y la pieza de trabajo se colocan sobre la tapa. Además, se proporcionan dos circuitos de fluido separados con sistemas de calefacción y refrigeración para alimentar respectivamente los fluidos de calefacción y refrigeración en la placa. No se describe un sistema de preparación de artículo de material compuesto con cuatro membranas.

30 Objeto de la invención

35 Es un objeto de la presente invención superar, o al menos mejorar sustancialmente, las desventajas y los inconvenientes de la técnica anterior.

40 Un objeto adicional de la invención es disminuir el tiempo de producción de artículos de material compuesto.

45 Un objeto adicional de la invención es aumentar la eficacia del artículo de material compuesto a través de un rendimiento balístico mejorado y/o un peso reducido.

50 Resumen de la invención

55 De acuerdo con las realizaciones de la presente invención, se proporciona un aparato de consolidación de artículo de material compuesto para ejercer la presión y el ciclo térmico con el fin de la consolidación del artículo de material compuesto, incluyendo el aparato:

60 un líquido de procesamiento;

65 un volumen de procesamiento de artículo de material compuesto que tiene:

una abertura para facilitar la carga y descarga;

ES 2 698 557 T3

- al menos un puerto de líquido de procesamiento para permitir el paso hacia adentro y hacia afuera del líquido de procesamiento que facilita la circulación;
- 5 un sistema de presurización de líquido de procesamiento que tiene medios para aumentar o disminuir la presión del líquido de procesamiento;
- un sistema de circulación de líquido de procesamiento;
- 10 un sistema de calentamiento de líquido de procesamiento;
- un sistema de enfriamiento de líquido de procesamiento;
- 15 un sistema de control de proceso que incluye:
- medios para controlar el sistema de calentamiento de líquido de procesamiento y el sistema de enfriamiento de líquido de procesamiento;
- 20 medios para controlar el sistema de presurización del líquido de procesamiento;
- un sistema de preparación de artículo de material compuesto que incluye:
- una membrana sellable para separar el artículo de material compuesto y el líquido de procesamiento;
- 25 una membrana sellable para mantener el artículo de material compuesto a una presión por debajo de la presión atmosférica antes de la aplicación de la presión del líquido de procesamiento externo;
- una membrana para amortiguar el artículo de material compuesto;
- 30 una membrana para resistir la adhesión de otras membranas a la superficie externa del artículo de material compuesto
- De preferencia, el sistema de circulación de líquido de procesamiento incluye un dispositivo de circulación para circular líquido de procesamiento a presión elevada.
- 35 De preferencia, el sistema de calentador de líquido de procesamiento incluye un dispositivo de calentamiento para calentar el líquido de procesamiento.
- De preferencia, el sistema de enfriamiento de líquido de procesamiento incluye un dispositivo de enfriamiento para enfriar el líquido de procesamiento.
- 40 De preferencia, el líquido de procesamiento es aceite de silicona.
- De preferencia, el volumen de procesamiento del artículo de material compuesto es una estructura metálica.
- 45 De preferencia, el volumen de procesamiento del artículo de material compuesto es cilíndrico con una abertura en un extremo.
- De preferencia, el sistema de presurización del líquido de procesamiento utiliza tecnología de bombeo hidráulico sobre hidráulico o aire sobre hidráulico.
- 50 De preferencia, el sistema de circulación de líquido de procesamiento utiliza tecnología de bombeo hidráulico sobre hidráulico o aire sobre hidráulico.
- De preferencia, el sistema de calentamiento del líquido de procesamiento utiliza elementos de resistencia eléctrica protegidos de la alta presión mediante tubería metálica.
- 55 De preferencia, el sistema de enfriamiento del líquido de procesamiento es un conjunto en gran parte de tubos metálicos con aletas.
- 60 De preferencia, la membrana sellable que aísla el artículo de material compuesto del fluido de procesamiento es la membrana sellable que mantiene el artículo de material compuesto a una presión inferior a la atmosférica antes de la aplicación de la presión del fluido de procesamiento externo; y es una bolsa de plástico termosellable.
- 65 De preferencia, la membrana que amortigua el artículo de material compuesto es la membrana que se opone a la adhesión no deseada al artículo de material compuesto, y es una lámina de silicona o material recubierto con politetrafluoroetileno.

La presente invención también se puede usar para consolidar artículos de material compuesto acabados o de cuerpo verde a partir de mezclas o lodos. Los artículos terminados están unidos por una matriz que actúa para unir refuerzos como partículas, fibras y nanotubos después de la presión y el ciclo térmico. Los materiales compuestos de cuerpo verde están unidos por una matriz luego del ciclo de presión y térmico con suficiente resistencia para permitir un procesamiento adicional, como la sinterización a alta temperatura.

Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos, que se incorporan y constituyen parte de esta especificación, ilustran una o más realizaciones y, junto con la descripción de la invención, sirven para explicar los principios y las implementaciones de la invención. En los dibujos:

La fig. 1 ilustra un diagrama de bloques básico para el sistema de fabricación de artículos de material compuesto de la invención.

La fig. 2 ilustra una composición de materias primas ensambladas para fabricar un inserto protector de armas pequeñas (SAPI).

La fig. 3 ilustra una composición de materias primas preparadas para fabricar un inserto protector de armas pequeñas (SAPI).

La fig. 4 ilustra un volumen compuesto de procesamiento de artículos de material compuesto.

La fig. 5 ilustra un sistema de calentamiento de líquido de procesamiento.

La fig. 6. ilustra un sistema de enfriamiento de líquido de procesamiento.

La fig. 7 ilustra un sistema de presurización de líquido de procesamiento.

La fig. 8 ilustra un sistema de circulación de líquido de procesamiento.

La fig. 9 ilustra un sistema de control de procesos.

La fig. 10 ilustra un ciclo de presión predeterminado típico.

La fig. 11 ilustra un típico ciclo térmico predeterminado.

Descripción de la invención

Las realizaciones se describen en el presente documento en el contexto de un proceso para la fabricación de artículos de material compuesto. Los expertos en la materia se darán cuenta de que la siguiente descripción detallada es solo ilustrativa y no pretende ser limitante en modo alguno. Otras realizaciones de la presente invención se sugerirán fácilmente a tales personas expertas que tienen el beneficio de esta divulgación. Ahora se hará referencia en detalle a las implementaciones de realizaciones de la presente invención como se ilustra en los dibujos adjuntos. Los mismos indicadores de referencia se utilizarán en todos los dibujos y en la siguiente descripción detallada para referirse a las mismas partes o similares.

Descripción general del sistema y proceso inventivo

La fig. 1 ilustra un diagrama de bloques básico para el sistema de fabricación de artículos de material compuesto de la invención, generalmente numerado 100, que incluye un volumen 101 de procesamiento de artículos de material compuesto, un tanque 102 de almacenamiento de líquido de procesamiento, un sistema 103 de bomba de transferencia de líquido de procesamiento, un sistema 104 de presurización de líquido de procesamiento, un sistema 105 de circulación de líquido, un sistema 106 de calentamiento de líquido de procesamiento, un sistema 107 de enfriamiento de líquido de procesamiento, un líquido 108 de procesamiento y un sistema 109 de control de proceso.

Para fabricar un inserto protector de armas pequeñas (SAPI), una composición de materias primas se ensambla como se ilustra en la FIG. 2, numerados genéricamente 200. El conjunto de las materias primas 200 podría contener típicamente, pero no se limita a, una baldosa 201 cerámica monolítica, una o más capas de fibras 202 prepreg de resina (prepreg) colocadas delante de la baldosa 201 cerámica monolítica, una o más capas de fibras prepreg o una película 203 adhesiva colocada detrás de la cerámica 201 y frente a una pila sustancial de capas de soporte de fibras 204 prepreg. Las capas de materiales están conectadas rígidamente temporalmente con cinta 205 adhesiva o adhesivo de fusión en caliente. Alrededor de la pila de materiales conectados hay una membrana de tela 206 de cobertura porosa, coloreada y estirada. Rodeando la tela 206 de recubrimiento hay una capa de membrana 207 de sellado.

5 Dentro de un SAPI, la baldosa 201 cerámica monolítica dura y frangible funciona para fragmentar y erosionar proyectiles en el impacto. Los materiales cerámicos típicos incluyen carburo de silicón, carburo de boro y óxido de aluminio. La una o más capas de fibras 202 prepreg colocadas hacia adelante en la función cerámica como una cara de laja para sostener y retener la baldosa 201 cerámica monolítica durante y después del impacto del proyectil. Los materiales típicos de la cara de laja incluyen paraaramida reforzada con resina epóxica o fenólica o fibras de vidrio.

10 La una o más capas de fibras 203 prepreg, conocidas como una membrana de refuerzo, o una película 203 adhesiva colocada detrás de la baldosa 201 cerámica monolítica, funcionan para unir completamente la pila sustancial del respaldo 204 a la baldosa 201 cerámica monolítica. Los adhesivos típicos de película delgada incluyen poliuretanos y poliolefinas, y las membranas de refuerzo típicas incluyen paraaramida reforzada con resina epoxi o fenólica, fibras de vidrio o carbono.

15 La membrana de la tela 206 de cobertura porosa, coloreada y estirada funciona como una cubierta de SAPI. Puede aplicarse estirando, sujetando y fusionando por calor las membranas delantera y trasera alrededor de la circunferencia del SAPI. El estiramiento de la cubierta 206 durante la aplicación minimiza el peso y garantiza la conformidad geométrica. Los materiales típicos para el recubrimiento 206 incluyen telas comprendidas de nailon (90%) y elastano (10%). La capa de película 207 adhesiva funciona para unir y sellar el tejido 206 de cobertura a las capas de materiales conectados temporalmente de manera rígida con la cinta 205 adhesiva. La membrana 207 de sellado se selecciona para que sea compatible con los ciclos de presión y térmicos concurrentes específicos y para proporcionar la protección ambiental deseada al SAPI. Las membranas de sellado típicas incluyen poliuretanos y poliolefinas.

20 Antes de procesar un SAPI, el conjunto de las materias primas 200 se prepara como se ilustra en la FIG. 3. El conjunto de las materias primas 200 se coloca dentro de una bolsa 302 de plástico que está forrada con una membrana 301 de silicón. La membrana 301 de silicón funciona para amortiguar y proteger la bolsa 302 de plástico del conjunto de las materias primas 200 y oponerse a la adhesión de la capa de película 207 adhesiva a la bolsa 302 de plástico. La bolsa 302 de plástico se coloca luego dentro de una cámara 304 de vacío que contiene barras 303 de sellado térmico. La cámara 304 se evacua y, después de un período de tiempo, la bolsa 302 de plástico se sella con las barras 303 de sellado térmico.

30 La cámara 304 se iguala luego a la presión atmosférica y la bolsa 302 de plástico sellada se retira. Este método de preparación del conjunto de las materias primas 200 para su procesamiento elimina la atmósfera del interior de la bolsa 302 de plástico y permite el conjunto de las materias primas 200 sin la compresión de las superficies exteriores de la bolsa 302 de plástico que limita la eficiencia de la eliminación de la atmósfera. La eliminación de la atmósfera dentro de la bolsa 302 de plástico es esencial para lograr una consolidación efectiva durante el procesamiento. La bolsa 302 de plástico está sellada para aislar el conjunto de las materias primas 200 del procesamiento del líquido 108 y mantiene la eliminación de la atmósfera dentro de la bolsa 302 de plástico.

40 El procesamiento de un SAPI se produce en el sistema de fabricación de artículos de material compuesto de la invención, generalmente numerado 100. La bolsa 302 de plástico cerrada se coloca dentro del volumen 101 de procesamiento que posteriormente se sella. El líquido 108 de procesamiento se transfiere desde el tanque 102 de almacenamiento de líquido de procesamiento mediante el sistema 103 de bomba de transferencia de líquido de procesamiento para llenar el volumen 101 de procesamiento de artículos de material compuesto, el sistema 106 de calentamiento de líquido de procesamiento, el sistema 107 de enfriamiento de líquido de procesamiento, el sistema 104 de presurización de líquido de procesamiento, el sistema 105 de circulación de líquido de procesamiento y toda la tubería asociada.

50 El tanque 102 de almacenamiento de líquido de procesamiento y el sistema 103 de bomba de transferencia de líquido de procesamiento se aíslan, lo que permite que el sistema 104 de presurización del líquido de procesamiento, controlado por el sistema 109 de control de proceso, aumente la presión ambiental del líquido 108 de procesamiento, típicamente a 100 bar. El sistema 105 de circulación de líquido de procesamiento se activa entonces para hacer circular el líquido 108 de procesamiento presurizado a través del volumen 101 de procesamiento de artículos de material compuesto y el sistema 106 de calentamiento de líquido de procesamiento. El sistema 106 de calentamiento del líquido de procesamiento se activa y controla luego mediante el sistema 109 de control del proceso para alcanzar y mantener una temperatura deseada del líquido 108 de procesamiento típicamente 125 °C. El sistema 104 de presurización del líquido de procesamiento cuenta con la expansión térmica del líquido 108 de procesamiento. Después del calentamiento térmico y los períodos de reposo, el sistema 109 de control del proceso conmuta la circulación del líquido 108 de procesamiento para incluir el sistema 107 de enfriamiento del líquido de procesamiento y excluir el sistema 106 de calentamiento del líquido de procesamiento.

60 El sistema 104 de presurización del líquido de procesamiento cuenta para la contracción térmica del líquido 108 de procesamiento. El sistema 109 de control de proceso detiene el sistema 105 de circulación de líquido de procesamiento cuando el líquido 108 de procesamiento se ha reducido a una temperatura deseada, típicamente 45 °C, y luego controla el sistema 104 de presurización del líquido de procesamiento para reducir la presión ambiental del líquido 108 de procesamiento a la presión atmosférica. El tanque 102 de almacenamiento de líquido de procesamiento y el sistema 103 de bomba de transferencia de líquido de procesamiento están conectados y el sistema 103 de bomba de

transferencia de líquido de procesamiento se utiliza para transferir todo el líquido 108 de procesamiento al tanque 102 de almacenamiento de líquido de procesamiento. El volumen 101 de procesamiento se abre y la bolsa 302 de plástico sellada se retira, se abre y el contenido se extrae. La membrana 301 de silicona está separada del conjunto de las materias primas 200, ahora un acabado, SAPI, consolidado por la presión concurrente y el ciclo térmico.

El líquido 108 de procesamiento es un medio que tiene compresibilidad mínima, toxicidad y reactividad mínimas, alto punto de ebullición, viscosidad práctica y alta conductividad térmica. El sistema de fabricación de artículos de material compuesto, generalmente numerado 100, emplea polidimetilsiloxano no reactivo (aceite de silicona) como líquido 108 de procesamiento, obtenido como "WACKER® AK100" de Wacker Chemie AG, Alemania. "WACKER® AK100" es un líquido transparente, inodoro e incoloro con una viscosidad de aproximadamente 100 mm²/s a la temperatura ambiente y un punto de inflamación superior a 275 °C (ISO 2592). La MSDS australiana del fabricante especifica el material como una sustancia no peligrosa (según los criterios de NOHSC) y un bien no peligroso (según el Código ADG). Se ha encontrado que "WACKER® AK100" no proporciona casi lubricidad y sufre una reducción sustancial de la viscosidad a una temperatura elevada.

El volumen 101 de procesamiento de artículos de material compuesto, ilustrado en la FIG. 4, es un recipiente a presión capaz de soportar una presión interna a temperatura elevada, prácticamente conformada con una abertura para facilitar la carga y descarga. El sistema de fabricación de artículos de material compuesto, generalmente numerado 100, emplea un volumen 101 de procesamiento de artículos de material compuesto de construcción metálica soldada que está diseñado para funcionar con una presión interna de funcionamiento máxima segura de 100 bar y una temperatura de funcionamiento máxima de 150 °C. El volumen 101 de procesamiento de artículos de material compuesto debe diseñarse de manera que cumpla con las normas pertinentes, en Australia AS1210. Preferiblemente, el volumen 101 de procesamiento del artículo de material compuesto es cilíndrico con una longitud tubular sustancialmente más larga que el diámetro, orientado con una longitud tubular horizontal y restringido físicamente con soportes 408 estructurales.

El volumen 101 de procesamiento de artículos de material compuesto tiene una abertura 401 en un extremo de la sección cilíndrica que se opera manualmente y cuando se abre proporciona un acceso sin restricciones al diámetro interno completo. Estas aberturas se conocen como "cierres de apertura rápida" dentro de la industria y están disponibles en configuraciones estándar. El volumen 101 de procesamiento de artículos de material compuesto tiene una capa externa de aislamiento 407 térmico para minimizar la pérdida de calor y maximizar la eficiencia del proceso. El volumen 101 de procesamiento de artículos de material compuesto tiene un puerto externo para procesar la entrada 402 de circulación de líquido 108, la salida 403 de circulación, la alimentación 404 a través del sensor, la ventilación para el llenado y el vaciado 405 y la liberación 406 de presión de emergencia.

El sistema 106 de calentamiento de líquido de procesamiento, ilustrado en la FIG. 5, es un conjunto de elementos 501 de calentador eléctrico y un recipiente a presión 502 capaz de soportar una presión interna a temperatura elevada que se diseña de manera similar al volumen 101 de procesamiento de artículos de material compuesto. El sistema 106 de calentamiento de líquido de procesamiento es similar a los artículos referidos dentro de la industria como "calentadores de inmersión con brida". El recipiente 502 de presión es cilíndrico con una longitud tubular sustancialmente más larga que el diámetro, orientado con una longitud tubular horizontal y restringido físicamente con soportes 508 estructurales. El recipiente 502 de presión tiene un extremo 503 abierto con bridas y un extremo 504 cerrado y tiene un puerto externo para el líquido 108 de procesamiento que consiste en la entrada 505 de circulación y la salida 506 de circulación. El sistema 106 de calentamiento de líquido de procesamiento tiene una capa externa de aislamiento 507 térmico para minimizar la pérdida de calor y maximizar la eficiencia del proceso.

El conjunto de los elementos 501 del calentador eléctrico consiste en muchos elementos 501 del calentador resistivos eléctricamente contenidos dentro de los tubos 509 metálicos que están unidos a una brida 511 que se conecta al recipiente 502 de presión. Los tubos 509 metálicos actúan para proteger de la presión los elementos 501 calentadores resistivos eléctricamente y están acoplados térmicamente con un medio 510 térmicamente conductor. El sistema de la invención utiliza tubería hidráulica metálica disponible comercialmente para proteger los elementos 501 del calentador eléctricamente resistivo de la presión y un compuesto único de compuesto antiadherente a alta temperatura y polvo de grafito como medio 510 térmicamente conductor. Los tubos 509 metálicos forman un sello con la brida 511 utilizando múltiples juntas tóricas 512 y se aseguran con la placa 513 de retenedor.

El conjunto de los elementos 501 del calentador eléctrico está alineado y apoyado adicionalmente por deflectores 514 espaciados a lo largo de la longitud del conjunto y asegurado por una varilla 515 que pasa a través del centro del recipiente 502 de presión y está anclada a la brida 511. Los deflectores 514 están orientados a perturbar la circulación del líquido 108 de procesamiento en funcionamiento. Los "calentadores de inmersión bridados" industriales, como el sistema 106 de calentamiento de líquido de procesamiento de la invención, son poco comunes debido a la alta presión de operación.

El sistema 107 de enfriamiento de líquido de procesamiento, ilustrado en la FIG. 6, es un conjunto de tubería 601 con aleta contenido dentro del conducto 602 que soporta los dispositivos 603 de flujo de aire de enfriamiento. El conjunto de la tubería 601 con aletas se puede dividir en numerosos grupos, cada uno conectado en paralelo, lo que reduce la magnitud de la contrapresión que impone el sistema 107 de enfriamiento de líquido de procesamiento durante la

circulación. La tubería 601 con aletas se fabrica a partir de tubería hidráulica metálica comercialmente disponibles en el mercado con la adición de protuberancias externas para aumentar el área de la superficie. Estas protuberancias externas pueden ser discos de chapa metálica o una forma de alambre, soldadas al tubo para maximizar la transferencia de calor. Durante la operación, los dispositivos 603 de flujo de aire de enfriamiento montados en un lado del conjunto de la tubería 601 con aletas causan un gradiente de presión que obliga al aire a pasar a través del sistema 107 de enfriamiento de líquido de procesamiento e intercambiar energía térmica. Los radiadores industriales, como el sistema 107 de enfriamiento de líquido de procesamiento de la invención, son infrecuentes debido a la alta presión de operación.

El sistema 104 de presurización de líquido de procesamiento, ilustrado en la FIG. 7, es un conjunto de un sistema 701 de energía hidráulica, un cilindro 702 impulsor hidráulico, un cilindro 703 accionado hidráulicamente, una compuerta 704 de liberación de presión y diversas válvulas. En funcionamiento, el sistema 104 de presurización del líquido de procesamiento es controlado por el sistema 109 de control del proceso, para aumentar o disminuir la presión ambiental del sistema de líquido 108 de procesamiento. Cuando funciona para disminuir el líquido 108 de procesamiento ambiental, se abre la compuerta 704 de liberación de presión del sistema y el líquido 108 de procesamiento regresa al tanque 102 de almacenamiento de líquido de procesamiento. Se puede incluir un orificio restrictivo para retardar la velocidad de procesamiento del flujo 108 de líquido. Cuando funciona para aumentar la presión ambiental del sistema del líquido 108 de procesamiento, el sistema 701 de energía hidráulica acciona el cilindro 702 del accionador hidráulico que oscila hacia adelante y hacia atrás a lo largo de su carrera completa, controlado por una conmutación magnética.

El ariete del cilindro 702 de accionamiento hidráulico está unido al ariete del cilindro 703 accionado hidráulicamente e imita su acción. El cilindro 703 accionado hidráulicamente tiene puertos de entrada y salida en ambos extremos del cilindro, cada uno gobernado por válvulas de una vía. El puerto de entrada está acoplado al tanque 102 de almacenamiento de líquido de procesamiento con válvulas 705 unidireccionales que permiten solo el flujo de líquido 108 de procesamiento desde el tanque 102 de almacenamiento de líquido de procesamiento cuando el movimiento del cilindro 703 accionado hidráulicamente genera una baja presión.

Las válvulas 705 unidireccionales no permiten el retorno del líquido 108 de procesamiento al tanque 102 de almacenamiento de líquido de procesamiento. El puerto de salida está acoplado al volumen 101 de procesamiento de artículos de material compuesto, con válvulas 706 unidireccionales que permiten solo el flujo del líquido 108 de procesamiento al volumen 101 de procesamiento de artículos de material compuesto cuando el movimiento del ariete del cilindro 703 accionado hidráulicamente genera una presión que excede la presión del sistema del líquido 108 de procesamiento ambiental. Las válvulas 706 unidireccionales anulan el flujo del líquido 108 de procesamiento del volumen 101 de procesamiento de artículos de material compuesto.

Este sistema 104 inventivo de presurización del líquido de procesamiento aísla el líquido 108 de procesamiento del sistema 701 de energía hidráulica y genera presión de procesamiento del líquido 108 con una técnica de bombeo de "desplazamiento positivo"; es decir, el fluido agregado para aumentar la presión es directamente proporcional al desplazamiento del cilindro y no un diferencial de presión que cambia con la viscosidad. Ninguna parte del sistema 104 de presurización del líquido de procesamiento que entra en contacto con el líquido 108 de procesamiento utiliza sellos de eje de rotación o superficies de cojinetes de metal sobre metal. Esto elimina los inevitables problemas de desgaste y fallas de sellado causados por una mala lubricidad y reducciones sustanciales de la viscosidad a una temperatura elevada del líquido 108 de procesamiento en combinación con una presión elevada. Los sistemas industriales de presurización de fluidos, como el sistema 104 de presurización de líquidos de procesamiento de la invención, son infrecuentes debido a los requisitos únicos.

El sistema 105 de circulación de líquido de procesamiento, ilustrado en la FIG. 8, es un conjunto de un sistema 701 de energía hidráulica, un cilindro 802 accionador hidráulico, un cilindro 803 accionado hidráulicamente y varias válvulas. En funcionamiento, el sistema 105 de circulación de líquido de procesamiento es controlado por el sistema 109 de control de proceso para hacer circular el líquido 108 de procesamiento presurizado. Cuando funciona para circular el líquido 108 de procesamiento presurizado, el sistema 701 de energía hidráulica acciona el cilindro 802 accionador hidráulico que oscila hacia adelante y hacia atrás a lo largo de su carrera completa, controlado por conmutación magnética. El ariete del cilindro 802 accionador hidráulico está unido al ariete del cilindro 803 accionado hidráulicamente e imita su acción. El cilindro 802 del accionador hidráulico tiene un ariete 806 adicional que sobresale de su otro extremo para equilibrar la carga de presión estática y limitar la fuerza requerida del cilindro 802 accionador hidráulico a una magnitud suficiente para superar la contrapresión de circulación del líquido 108 de procesamiento y las cargas de sellado por fricción solamente. Esto hace factible un aumento ventajoso en el diámetro del cilindro 803 accionado hidráulicamente con relación al cilindro 802 del accionador hidráulico.

El cilindro 803 accionado hidráulicamente tiene puertos de entrada y salida en ambos extremos del cilindro, cada uno gobernado por válvulas 804 unidireccionales. El puerto de entrada está acoplado al volumen 101 de procesamiento de artículos de material compuesto con válvulas 804 unidireccionales que permiten solo procesar el flujo de líquido 108 de procesamiento del volumen 101 de procesamiento de artículos de material compuesto cuando el movimiento del ariete del cilindro 803 accionado hidráulicamente genera baja presión. Las válvulas 804 unidireccionales anulan el retorno del líquido 108 de procesamiento al volumen 101 de procesamiento de artículos de material compuesto. El puerto de salida está acoplado al sistema 106 de calentamiento de líquido de procesamiento, o al sistema 107 de

enfriamiento de líquido de procesamiento, con válvulas 804 unidireccionales que permiten solo el flujo del líquido 108 de procesamiento al procesamiento del sistema 106 de calentamiento de líquido de procesamiento, o al sistema 107 de enfriamiento de líquido de procesamiento cuando el movimiento del ariete del cilindro 803 accionado hidráulicamente genera una presión que excede la presión del sistema del líquido 108 de procesamiento ambiental.

5 Las válvulas 804 unidireccionales anulan el flujo del líquido 108 de procesamiento del sistema 106 de calentamiento de líquido de procesamiento, o el sistema 107 de enfriamiento de líquido de procesamiento. Todos los sellos dentro del cilindro 803 accionado hidráulicamente están contruidos con materiales de alta temperatura, como los fluoroelastómeros de Viton, para garantizar el servicio a temperaturas y presiones elevadas del proceso. Este sistema
10 105 de circulación de líquido de procesamiento de la invención aísla el líquido 108 de procesamiento del sistema de energía hidráulica 701 y genera circulación de líquido 108 de procesamiento con una técnica de bombeo de "desplazamiento positivo"; es decir, la circulación del fluido es directamente proporcional al desplazamiento del cilindro y no un diferencial de presión que cambia con la viscosidad.

15 Ninguna parte del sistema 105 de circulación de líquido de procesamiento que entra en contacto con el líquido 108 de procesamiento utiliza sellos de eje de rotación o superficies de cojinetes de metal sobre metal. Esto elimina los inevitables problemas de desgaste y fallas de sellado causados por una mala lubricidad y reducciones sustanciales de la viscosidad a una temperatura elevada del líquido 108 de procesamiento en combinación con una presión elevada. Los sistemas de circulación de fluidos industriales tales como el sistema 105 de circulación de líquido de
20 procesamiento de la invención son infrecuentes debido a los requisitos únicos.

El sistema 109 de control de proceso, ilustrado en la FIG. 9, es un conjunto de dispositivos 903 de detección térmica, dispositivos 904 de detección de presión, dispositivos 905 de detección de corriente eléctrica, dispositivos 906 de
25 detección de voltaje eléctrico, dispositivos 907 de detección de nivel de fluido, válvulas 908, interruptores 909 eléctricamente operados, interruptores 910 manualmente operados, hardware 901 de control y el software 902. En funcionamiento, el sistema 109 de control de proceso emplea presión de bucle cerrado y control térmico para navegar por la presión predeterminada y los ciclos térmicos. Un ciclo de presión predeterminado típico se ilustra en la FIG. 10, con la presión graduada en la vertical, o eje y, y el tiempo transcurrido en la horizontal, o eje x.

30 Un típico ciclo térmico predeterminado se ilustra en la FIG. 11, con la temperatura graduada en la vertical, o eje y, y el tiempo transcurrido en la horizontal, o eje x. En funcionamiento, los dispositivos 903 de detección térmica funcionan para medir con precisión las temperaturas del líquido 108 de procesamiento, las temperaturas del aire ambiente y las temperaturas dentro de las regiones de interés en el sistema de fabricación de artículos de material compuesto de la invención, generalmente numerados 100. Los dispositivos 903 de detección térmica adecuados incluyen termopares
35 y termómetros de resistencia de platino, conocidos como sensores RTD.

En funcionamiento, los dispositivos 904 de detección de presión funcionan para medir con precisión las presiones del líquido 108 de procesamiento. Los dispositivos 904 de detección de presión adecuados emiten una señal analógica que se desvía de una manera conocida a temperatura elevada. En funcionamiento, los dispositivos 905 de detección
40 de corriente eléctrica y los dispositivos 906 de detección de voltaje eléctrico funcionan para medir la carga de potencia eléctrica de los motores eléctricos y el sistema 106 de calentamiento de líquido de procesamiento. Esto permite la monitorización del consumo de energía y la detección de fallas. En funcionamiento, los dispositivos 907 de detección de nivel de fluido funcionan para medir con precisión la cantidad de líquido 108 de procesamiento, dentro del tanque 102 de almacenamiento de líquido de procesamiento.

45 Esto permite la monitorización de pérdida de fluido y la detección de fugas. En funcionamiento, las válvulas 908 funcionan para controlar el paso del líquido 108 de procesamiento en el sistema de fabricación de artículos de material compuesto de la invención, generalmente numerado 100. Las válvulas 908 se accionan preferiblemente eléctrica o neumáticamente y deben ser capaces de funcionar a la temperatura máxima del líquido 108 de procesamiento.

50 En funcionamiento, los conmutadores 909 operados eléctricamente son activados por el hardware 901 de control para conmutar la válvula 908, el sistema 103 de bomba de transferencia de líquido de procesamiento, el sistema 104 de presurización de líquido de procesamiento, el sistema 105 de circulación de líquido de procesamiento, el sistema 106 de calentamiento de líquido de procesamiento y el sistema 107 de refrigeración por líquido de procesamiento. Los
55 interruptores 910 operados manualmente se incluyen para anular el hardware 901 de control cuando sea necesario.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (100) de consolidación de artículos de material compuesto para ejercer la presión y el ciclo térmico con el fin de la consolidación de artículos (201, 202, 203, 204), de material compuesto incluyendo el aparato:
- 5 un líquido (108) de procesamiento;
- un volumen (101) de procesamiento de artículo de material compuesto que tiene:
- 10 una abertura (401) para facilitar la carga y descarga;
- al menos un puerto de líquido de procesamiento para permitir el paso hacia adentro y hacia afuera del líquido de procesamiento que facilita la circulación;
- 15 un sistema (104) de presurización de líquido de procesamiento que tiene medios para aumentar o disminuir la presión del líquido de procesamiento;
- un sistema (105) de circulación de líquido de procesamiento;
- 20 un sistema (106) de calentamiento de líquido de procesamiento;
- un sistema (107) de enfriamiento de líquido de procesamiento;
- un sistema de control de proceso que incluye:
- 25 medios para controlar el sistema de calentamiento del líquido de procesamiento y el sistema de enfriamiento del líquido de procesamiento;
- medios para controlar el sistema de presurización del líquido de procesamiento;
- 30 un sistema de preparación de artículos de material compuesto que incluye:
- una membrana (207) sellable para separar el artículo de material compuesto y el líquido de procesamiento;
- 35 una membrana (302) sellable para mantener el artículo de material compuesto a una presión por debajo de la presión atmosférica antes de la aplicación de la presión del líquido de procesamiento externo;
- una membrana (301) para amortiguar el artículo de material compuesto; y
- 40 una membrana (206) para resistir la adhesión de otras membranas a la superficie externa del artículo de material compuesto.
2. El aparato (100) de consolidación de artículos de material compuesto de la reivindicación 1, en el que el sistema (105) de circulación de líquido de procesamiento incluye un dispositivo de circulación para circular el líquido de procesamiento a presión elevada.
- 45
3. El aparato (100) de consolidación de artículos de material compuesto de la reivindicación 2, en el que el sistema (106) de calentamiento del líquido de procesamiento incluye un dispositivo de calentamiento para calentar el líquido de procesamiento.
- 50
4. El aparato (100) de consolidación de artículos de material compuesto de la reivindicación 3, en el que el sistema (107) de enfriamiento de líquido de procesamiento incluye un dispositivo de enfriamiento para enfriar el líquido de procesamiento.
- 55
5. El aparato (100) de consolidación de artículos de material compuesto de la reivindicación 4, en el que el líquido de procesamiento es aceite de silicona.
6. El aparato (100) de consolidación de artículos de material compuesto de una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que el volumen de procesamiento de artículos de material compuesto es cilíndrico con una abertura en un extremo.
- 60
7. El aparato (100) de consolidación de artículos de material compuesto de la reivindicación 6, en el que el sistema (104) de presurización de líquido de procesamiento utiliza medios de bombeo hidráulicos sobre hidráulicos o de aire sobre hidráulicos, en los que los medios de bombeo no contienen sellos giratorios.
- 65

8. El aparato (100) de consolidación de artículos de material compuesto de la reivindicación 7, en el que el sistema (105) de circulación de líquido de procesamiento utiliza medios de bombeo hidráulicos sobre hidráulicos o de aire por aire, en los que los medios de bombeo no contienen sellos giratorios.
- 5 9. El aparato (100) de consolidación de artículos de material compuesto de cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en el que la membrana sellable que aísla el artículo de material compuesto del líquido de procesamiento es la membrana sellable que mantiene el artículo de material compuesto a una presión inferior a la atmosférica antes de la aplicación de presión de líquido de procesamiento externo y es una bolsa plástica termosellable.
- 10 10. El aparato (100) de consolidación de artículos de material compuesto de la reivindicación 9, en el que, la membrana que amortigua el artículo de material compuesto es la membrana que se opone a la adhesión no deseada al artículo de material compuesto, y es una lámina de silicona o material recubierto con politetrafluoroetileno

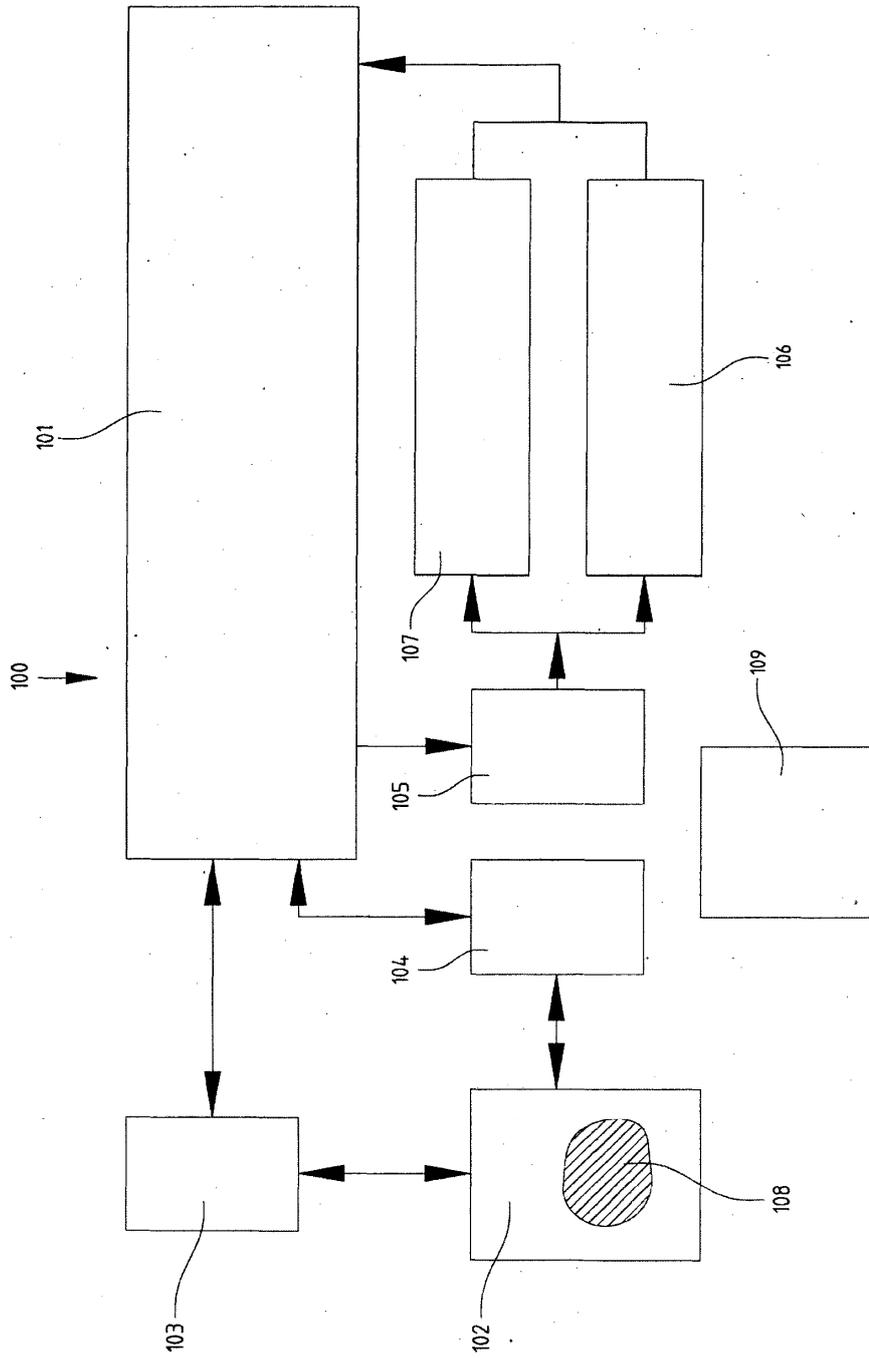


Fig. 1

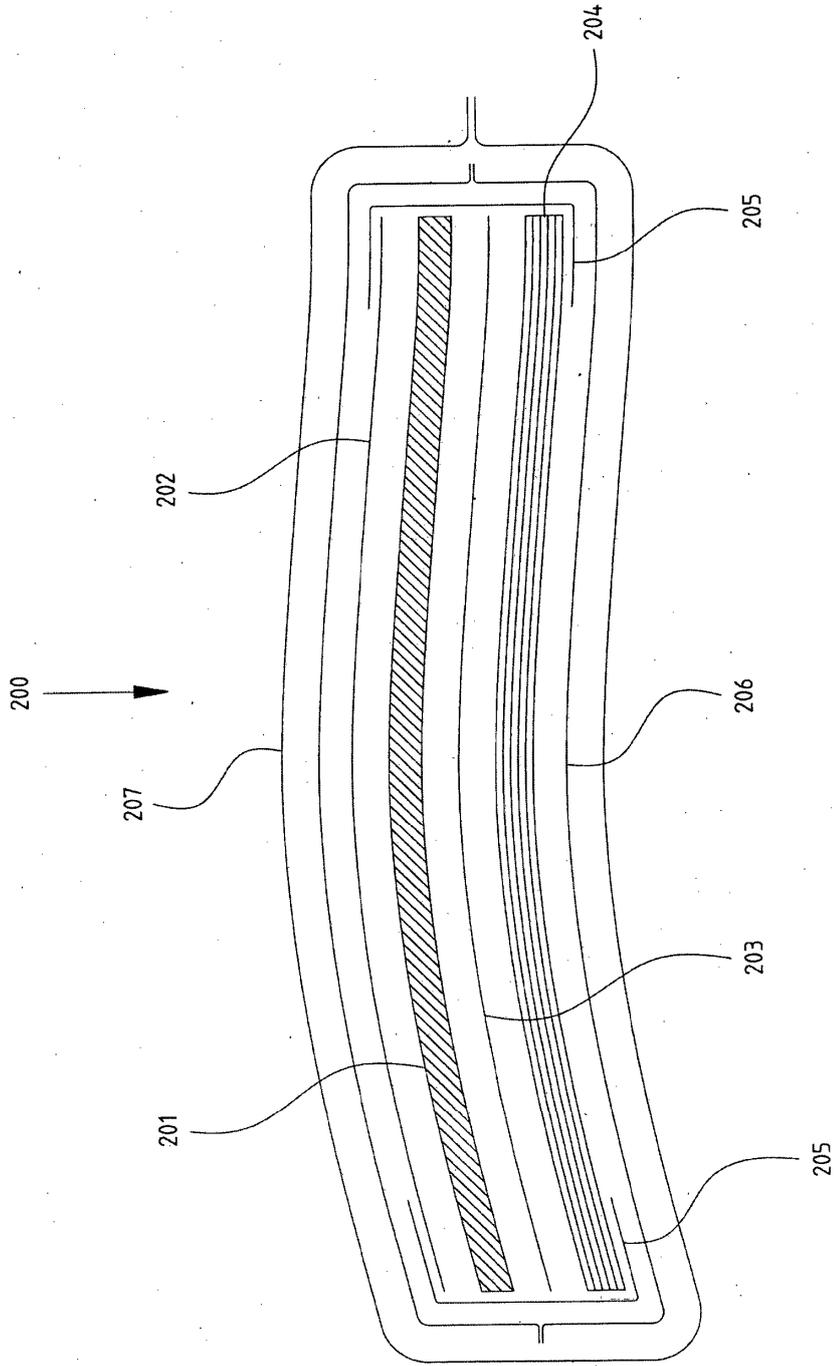


Fig. 2

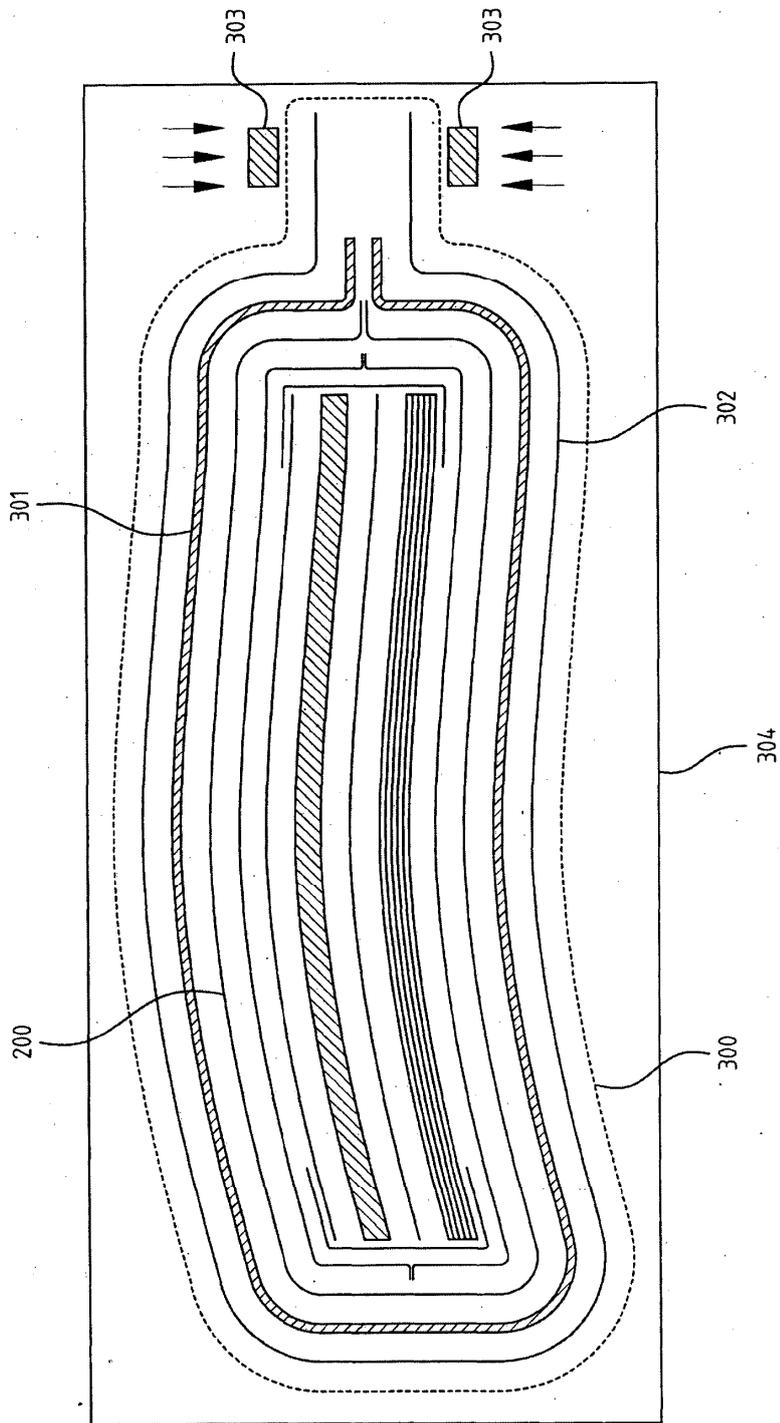


Fig. 3

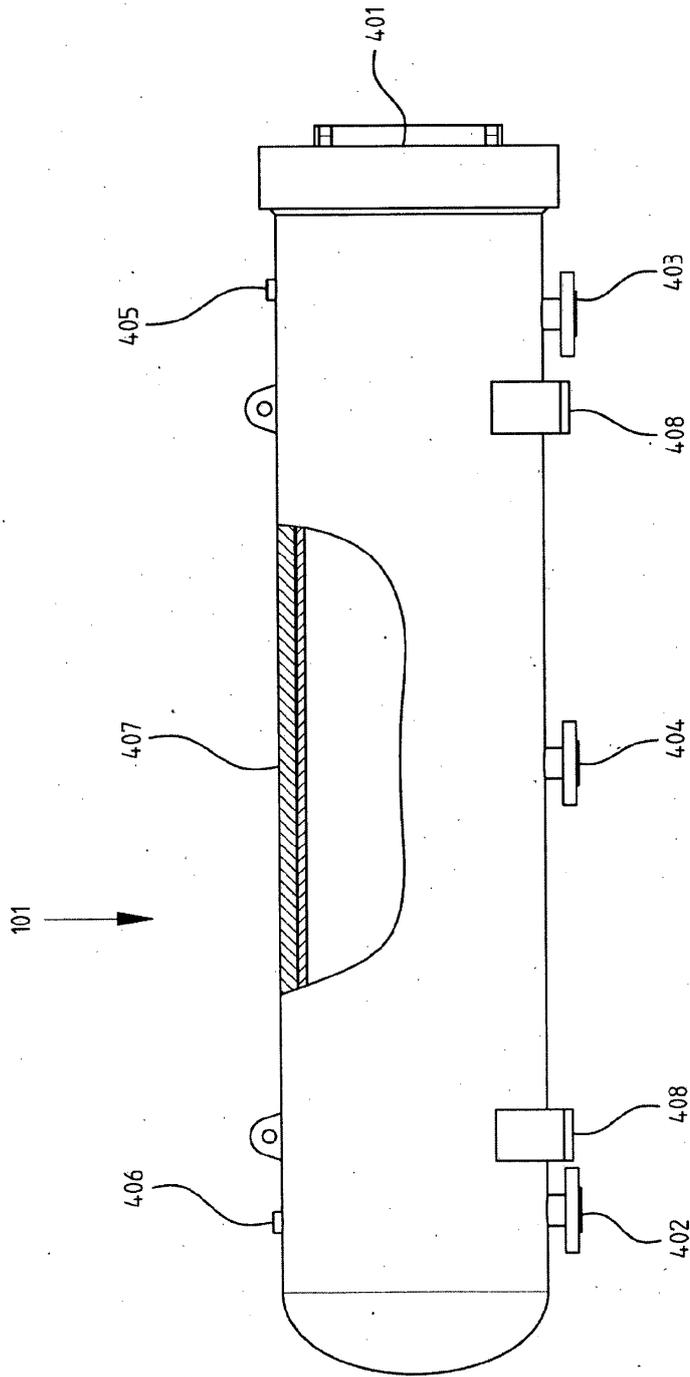


Fig. 4

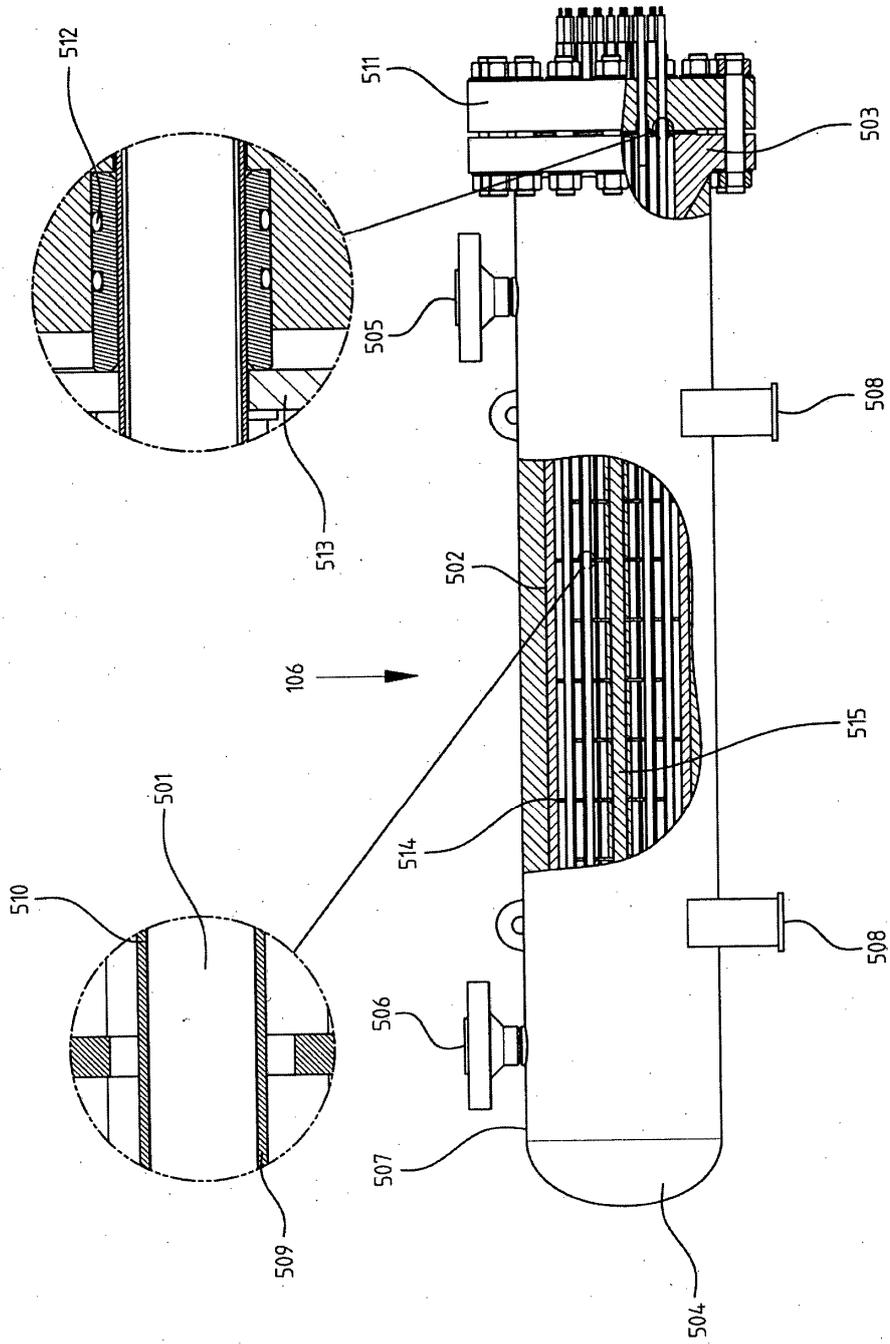


Fig. 5

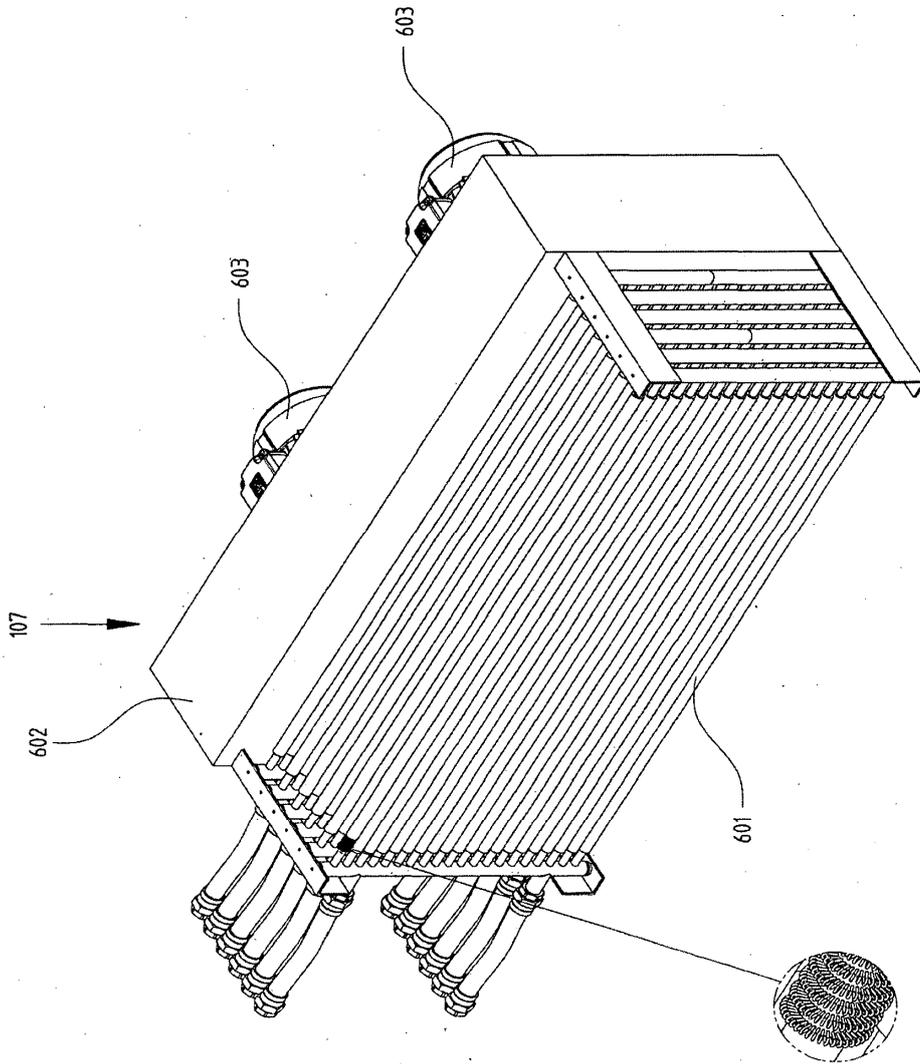


Fig. 6

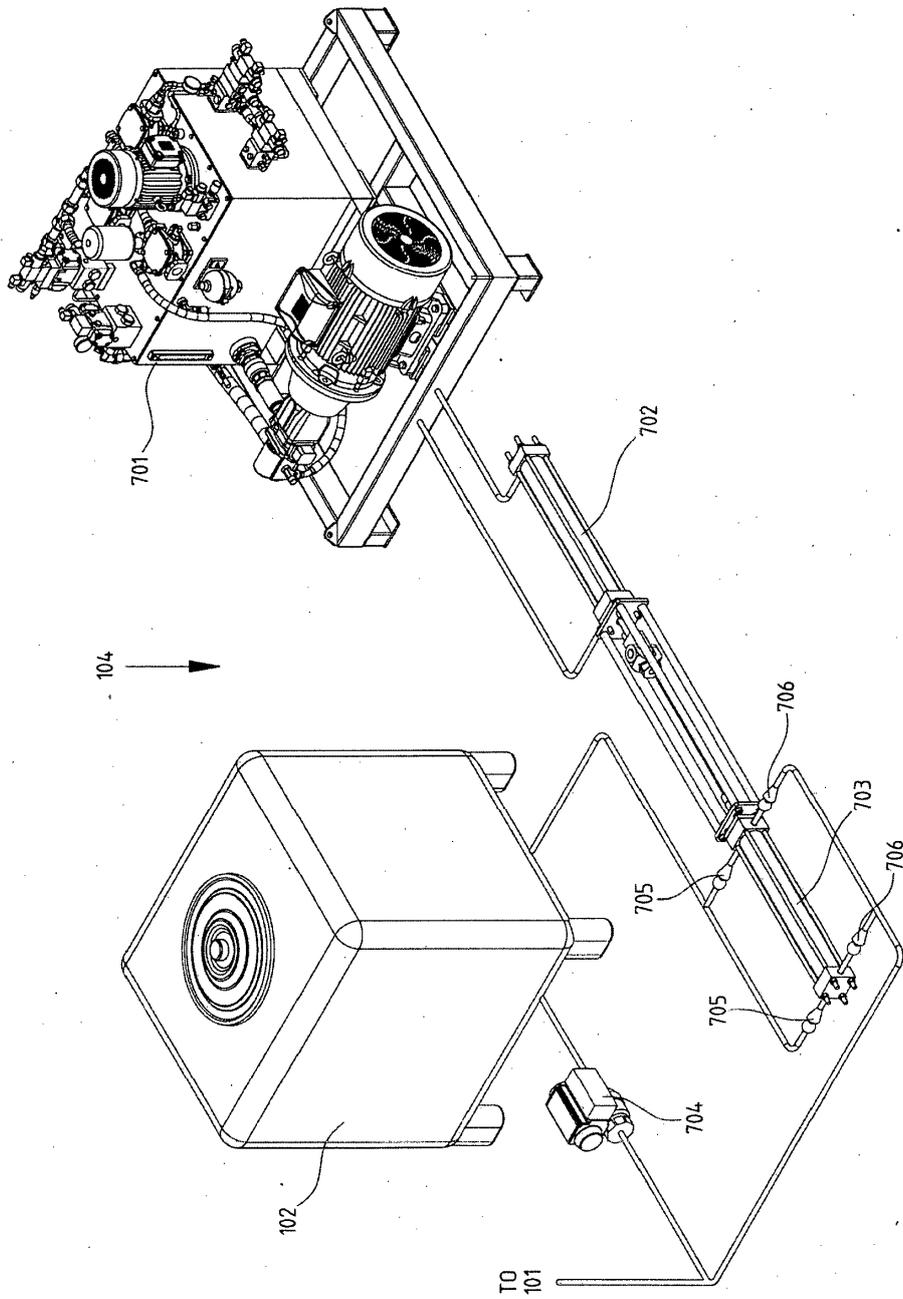


Fig. 7

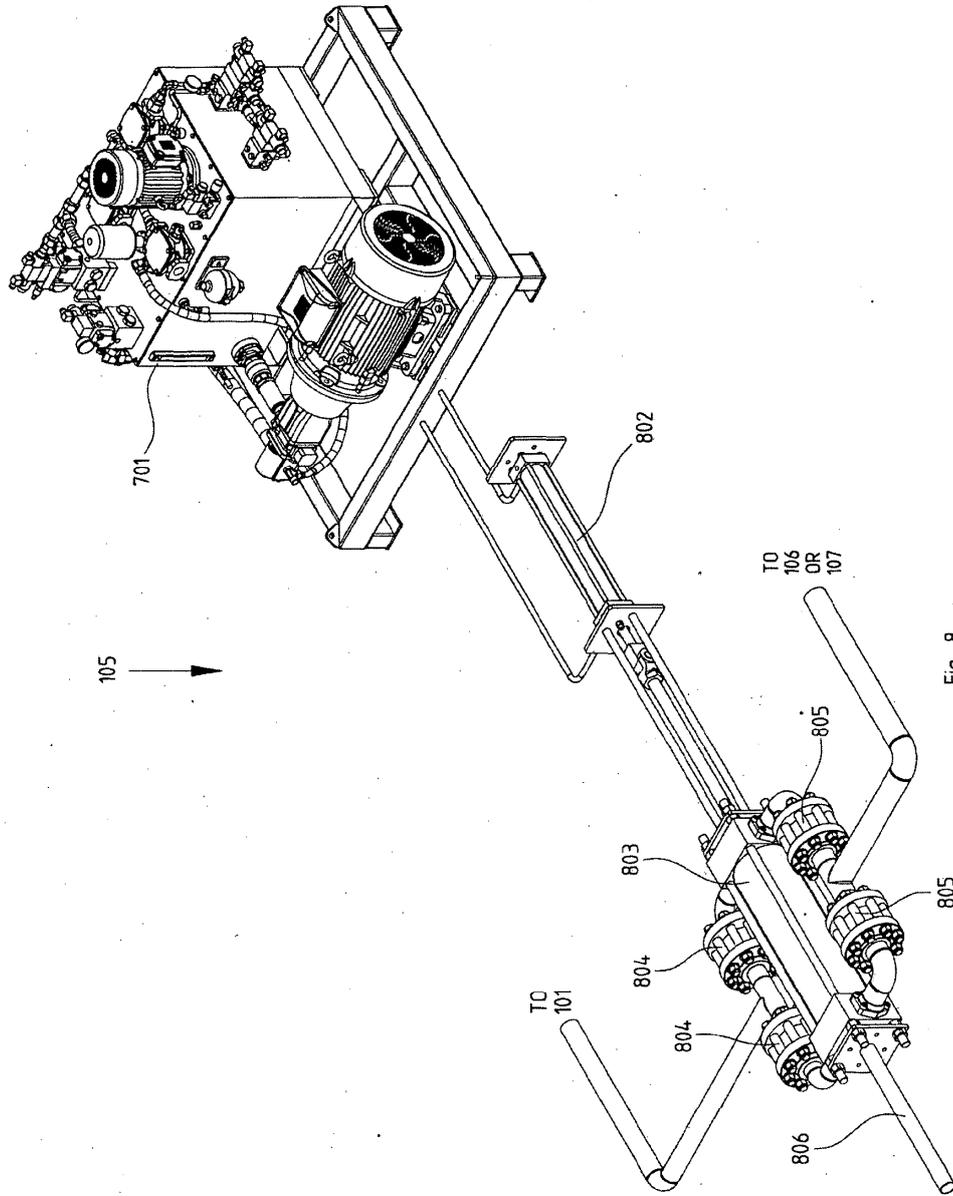


Fig. 8

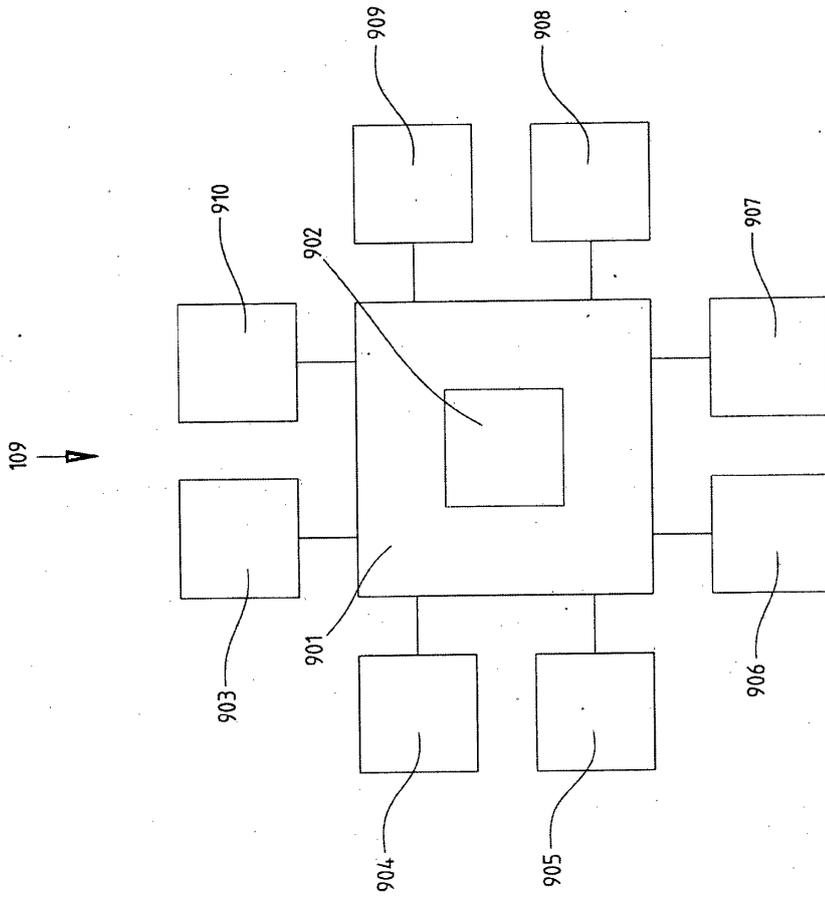


Fig. 9

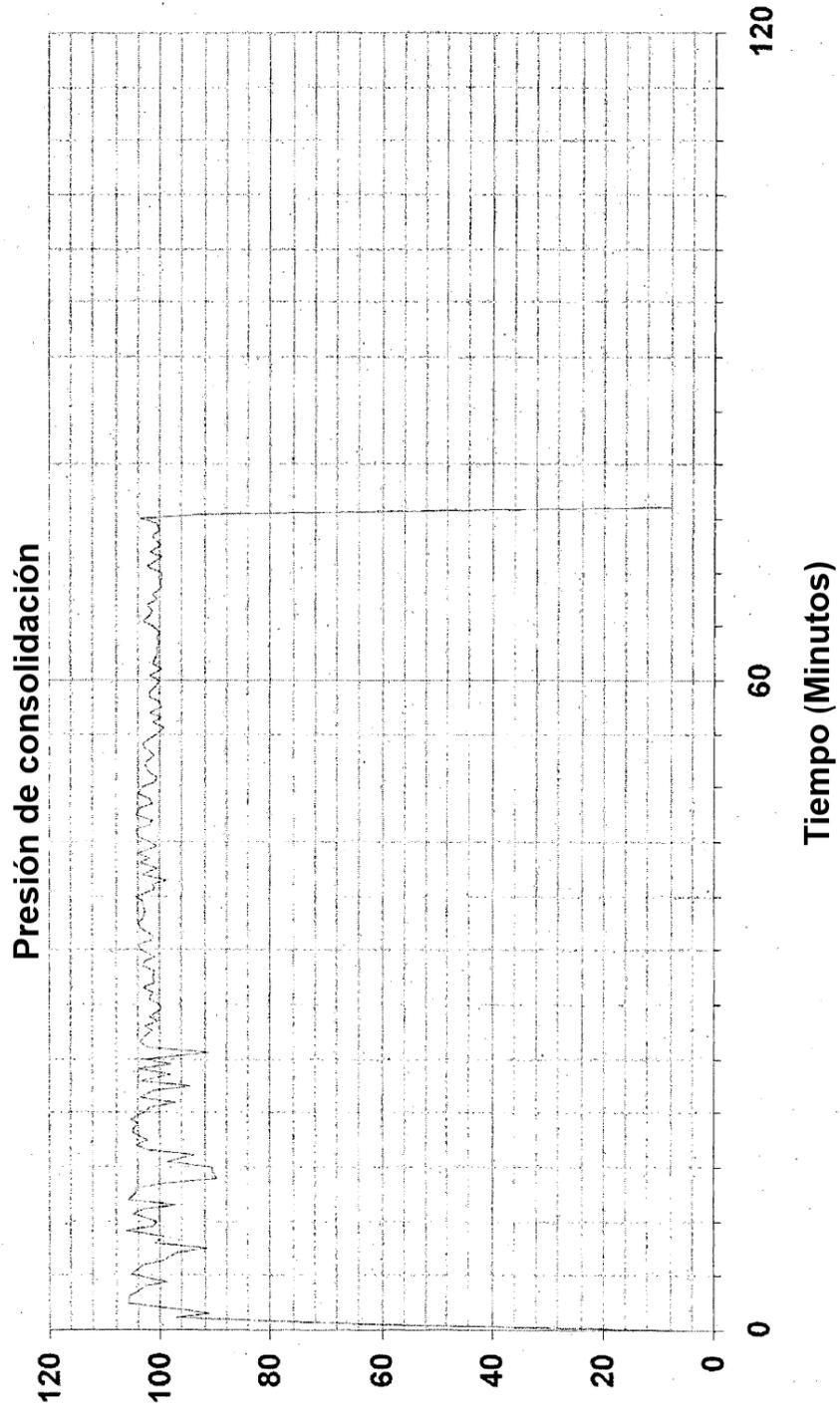


Fig. 10

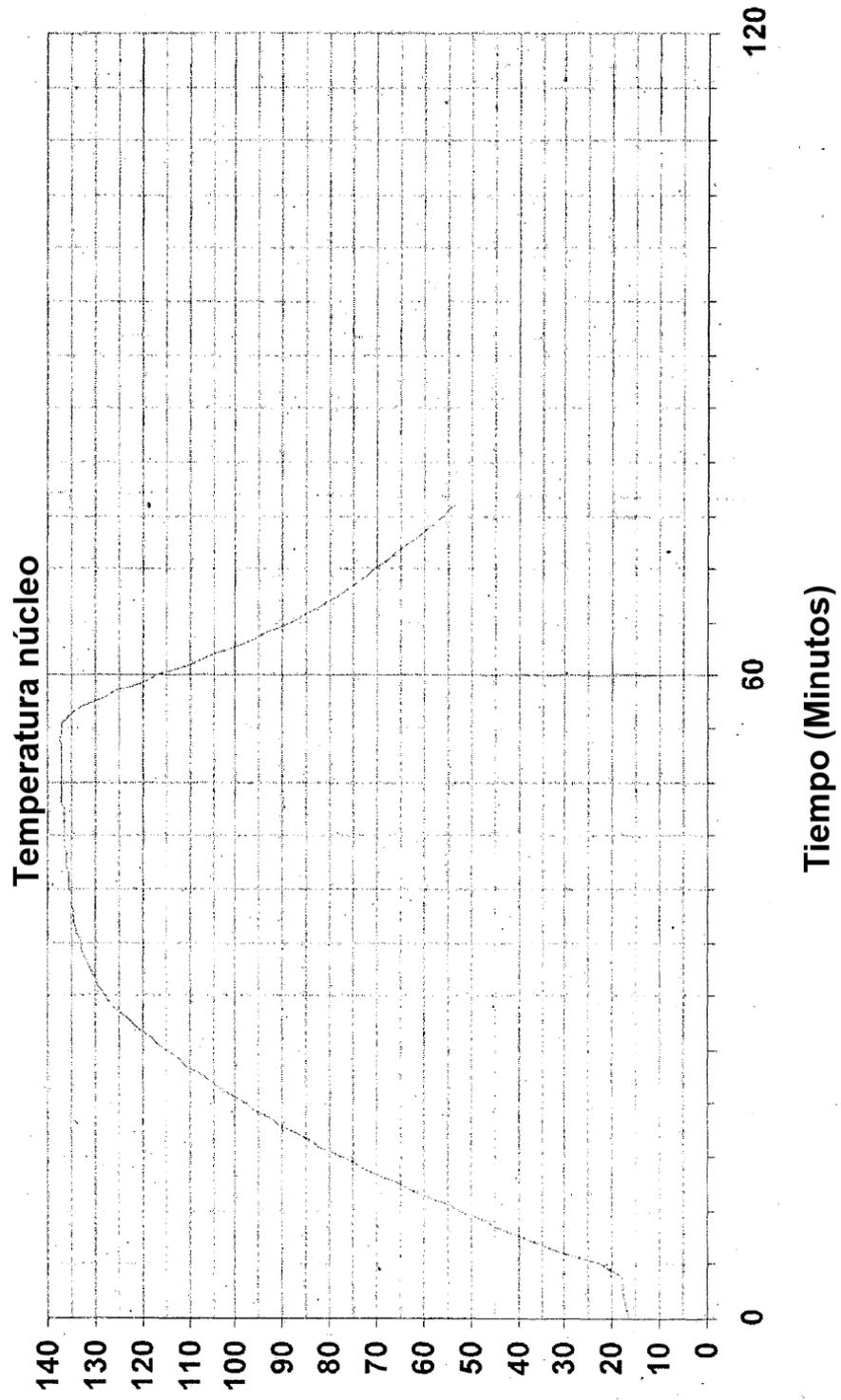


Fig. 11