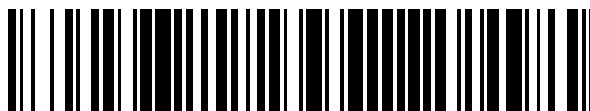


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 751 957**

51 Int. Cl.:

**D21J 3/00** (2006.01)

**D21J 7/00** (2006.01)

**D21J 3/10** (2006.01)

**D21J 3/12** (2006.01)

**D21J 5/00** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.09.2008 PCT/GB2008/003104**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.03.2009 WO09034344**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.09.2008 E 08806260 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2019 EP 2198088**

54 Título: **Procedimiento y máquina para formar un artículo moldeado**

30 Prioridad:

**14.09.2007 GB 0718030**

**18.04.2008 GB 0807168**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**02.04.2020**

73 Titular/es:

**NATURAL RESOURCES (2000) LIMITED (100.0%)  
Frogmore Paper Mill, Fourdrinier Way, Apsley,  
Hemel Hempstead  
Hertfordshire HP3 9RY, GB**

72 Inventor/es:

**JOHNSON, DAVID, BRIAN**

74 Agente/Representante:

**GARCÍA GONZÁLEZ, Sergio**

ES 2 751 957 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

Procedimiento y máquina para formar un artículo moldeado

La presente invención se refiere al moldeo de artículos a partir de suspensiones de fibras u otras partículas y a moldes y máquinas de moldeo para su uso en tales procedimientos.

5 Los artículos moldeados a partir de pulpa de fibra de papel en el pasado generalmente eran artículos tales como cajas de huevos y bandejas de que se pueden producir en grandes cantidades, no tienen forma sofisticada y no requieren ningún estándar de acabado superficial muy alto. Estas limitaciones han sido impuestas por la tecnología empleada en el moldeo de los artículos que tradicionalmente se han moldeado utilizando moldes permeables formados de malla metálica. La construcción de un molde de este tipo es un procedimiento largo y costoso que limita esta tecnología a los  
10 artículos que se deben producir en cantidades muy importantes. La cantidad de líquido que se puede expulsar de las fibras de papel depositadas en el molde antes del desmoldeo está limitada por el bajo nivel de suavidad de la superficie obtenida usando tales moldes de malla y esto a su vez limita la resistencia del producto a medida que se desmoldea. Debido a esto, solo los artículos poco profundos, tal como las cajas de huevos, se pueden hacer de esta manera sin su colapso bajo su propio peso antes del secado. La cantidad de agua que queda en el producto hace que el secado del  
15 producto sea un procedimiento intensivo de energía.

Las herramientas convencionales de moldeo de pulpa usadas en la industria hoy en día se construyen normalmente con bronce fosforado fundido. Este es adecuadamente contorneado y perfilado para adaptarse al producto a ser producido y ventilado con un orificio de 3 mm aproximadamente cada 1 cm sobre toda la superficie, permitiendo que el aire pase a través de la herramienta. La superficie de fundición está cubierta con una fina malla de alambre para filtrar y separar las  
20 fibras de pulpa del agua extraída de su superficie por vacío.

Este procedimiento actual solo permite que se apliquen presiones bajas, normalmente al vacío, ya que cualquier fuerza mayor hará que las intersecciones de la malla de alambre se separen o se levanten del bastidor de soporte, sujetando las fibras de la pulpa y dando como resultado el bloqueo o el cegamiento de la superficie de la herramienta.

25 Los documentos WO2007/084067, DE383747, EP0599490 y US2981330 divulgan cada uno un molde fabricado a partir de partículas que se usa para fabricar objetos de fibra insertándolo en la pulpa y aplicando succión al otro lado.

Se ha propuesto construir moldes porosos a partir de otros materiales, por ejemplo la publicación de patente japonesa JP60009704 describe un molde permeable a los gases para su uso en la conformación en húmedo de una suspensión de fibra, siendo el molde producido a partir de partículas tales como perlas de vidrio o plástico unidas entre sí con un aglutinante tal como una resina epoxi o de poliéster. No obstante, en la práctica, los moldes para su uso en la  
30 fabricación de artículos a partir de suspensiones de fibra de papel todavía se fabrican utilizando el procedimiento tradicional de moldes de alambre. Esto puede deberse a que la construcción de moldes de acuerdo con esta enseñanza requerirá la mezcla de perlas de vidrio en proporciones precisas con aglutinantes de resina que, en virtud de su viscosidad, son difíciles o imposibles de mezclar adecuadamente con las perlas, la formación de mezcla algo intratable así formada en un molde conformado, y el curado del molde mediante la aplicación de calor durante un período  
35 prolongado. El procedimiento resultante de fabricación de moldes presenta dificultades prácticas sustanciales.

El documento EP 1 195 466 A1 divulga un procedimiento para formar un artículo moldeado que comprende:

- alimentar una suspensión de fibras en un líquido de suspensión a la superficie de moldeo de un molde poroso;
- eliminar el líquido de suspensión a través de los poros de dicho molde poroso para depositar fibras suspendidas en dicha superficie de moldeo como un artículo conformado; y
- 40 - expulsar más líquido de suspensión de dicho artículo aplicando presión al artículo contra dicha superficie de moldeo usando un elemento de presión inflable.

La presente invención en sus diversos aspectos tiene como objetivo superar algunos o todos los problemas descritos anteriormente

En un primer aspecto, la invención proporciona un procedimiento para formar un artículo moldeado que comprende:

- 45 - preparar una suspensión de fibra licuando material fibroso en un líquido de suspensión usando una licuadora de cuchillas que tiene 2-4 cuchillas que giran de 5000 a 10000 revoluciones por minuto o un miembro cilíndrico ranurado girado alrededor del eje del cilindro con una velocidad de rotación de 200 a 500 rpm para licuar el material fibroso;
- alimentar la suspensión de fibra a la superficie de moldeo de un molde poroso compuesto por partículas unidas;



- eliminar dicho líquido de suspensión a través de los poros de dicho molde poroso para depositar fibras suspendidas en dicha superficie de moldeo como un artículo conformado; y

- 5 - expulsar más líquido de suspensión de dicho artículo aplicando presión al artículo contra dicha superficie de moldeo con un dispositivo de formación de goma avanzada en la superficie de moldeo o con una membrana impermeable flexible presionada contra el artículo usando presión aplicada detrás de la membrana.

Preferentemente, la membrana forma una rosca interna en el artículo.

Preferentemente, la etapa de eliminar dicho líquido de suspensión a través de los poros de dicho molde poroso comprende aplicar succión al lado opuesto del molde poroso al que se alimenta la suspensión de fibra.

Preferentemente, las fibras suspendidas son fibras de papel.

- 10 Preferentemente, el procedimiento comprende además depositar una segunda capa de partículas en la parte superior de la primera capa de fibras depositadas alimentando más partículas suspendidas en un líquido de suspensión al lado del molde en el que se deposita la primera capa y eliminar el líquido de suspensión a través de los poros de dicho molde poroso para depositar la segunda capa.

- 15 Preferentemente, el procedimiento comprende añadir un aditivo a la suspensión. Preferentemente, el aditivo comprende colorante o herbicida o germicida o cera de abejas o partículas decorativas, o una combinación de los mismos.

En una realización preferente, el artículo es una botella.

En un segundo aspecto, la invención proporciona una máquina de moldeo para usar en un procedimiento como se describe anteriormente, que comprende:

- un molde poroso de partículas unidas;
- 20 - un licuadora que comprende un licuadora de cuchillas que tiene 2-4 cuchillas capaces de girar de 5000 a 10000 revoluciones por minuto o un miembro ranurado cilíndrico giratorio alrededor del eje del cilindro y capaz de una velocidad de rotación de 200 a 500 rpm, estando la licuadora conectada para suministrar una suspensión a un lado de moldeo del molde; y
- 25 - un dispositivo de formación de goma que se puede hacer avanzar hacia la cara del molde en el lado de moldeo del molde o una membrana flexible impermeable capaz de ser presionada contra dicha cara del molde usando presión aplicada detrás de la membrana.

La invención se describirá adicionalmente y se ilustrará con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

La Figura 1 muestra un molde según la invención en una vista en perspectiva recortada;

- 30 La Figura 2 muestra una sección transversal a través de una forma de molde macho en uso para producir un molde de acuerdo con la invención, que incluye el uso de una membrana transparente para compactar la mezcla de partículas y adhesivo fotocurable empleado;

La Figura 3 muestra una sección transversal a través de una superficie de forma macho en uso para fabricar un molde poroso de acuerdo con la invención que incluye el uso de una forma hembra transparente para compactar la mezcla de partículas y adhesivo fotocurable;

- 35 La Figura 4 muestra la caja de moldeo y el inserto de molde de una máquina de moldeo según la invención;

Las Figuras 5A a 5D muestran una sección transversal a través de la cavidad del molde de una máquina de moldeo según la invención en uso para moldear un artículo roscado internamente;

Las Figuras 6A a 6C muestran un procedimiento alternativo para fabricar un molde, que es adecuado para moldes profundos,

- 40 La Figura 7 ilustra un procedimiento de soldadura de secciones de filtro para fabricar moldes,

La Figura 8 es un gráfico relacionado con el diámetro de partícula con respecto al tamaño de poro para un molde de acuerdo con la invención;



Las Figuras 8A a 8C ilustran las características y ventajas de los moldes fabricados a partir de esferas;

La Figura 9 es una sección transversal a través de un aparato de moldeo de la invención en una primera fase de operación;

La Figura 10 es una sección transversal similar del aparato de la Figura 9 en una segunda etapa de operación;

- 5 Las Figuras 11 a 15 ilustran esquemáticamente el secado y la eliminación de un objeto moldeado producido en el molde de las Figuras 9 y 10;

La Figura 16 es un diagrama de flujo esquemático de la operación de moldeo completa descrita con referencia a las Figuras 9 a 15.

La Figura 17 muestra una forma alternativa de aparato de moldeo según la invención.

- 10 La Figura 17a muestra una disposición para generar aire comprimido y/o vacío desde el pistón,

La Figura 18 muestra una forma alternativa de aparato de moldeo para moldes cerrados, tales como botellas,

La Figura 19 muestra un aparato de licuefacción para suministrar la pulpa de acuerdo con la invención.

La Figura 20a muestra un licuadora ranurada,

La Figura 20b muestra una vista oblicua del cabezal de la licuadora ranurada.

- 15 La Figura 20c muestra un cabezal de licuadora ranurada que tiene secciones ranuradas concéntricas.

La realización de acuerdo con las Figuras 9-16 no están comprendidas en el alcance de las reivindicaciones.

- 20 Como se muestra en la Figura 1, un molde según la invención comprende una capa superficial 12 de perlas de diámetro pequeño (por ejemplo, 0,3 mm) unidas entre sí usando un adhesivo fotocurable que no llena todos los huecos entre las perlas, de modo que la capa resultante sea porosa. Detrás de esto, se muestra una capa de perlas de mayor diámetro 14 unidas de manera similar y que actúan para reforzar la capa superficial 12. Las perlas de diámetro aún mayor 16 forman un refuerzo adicional detrás de la capa 14. Para facilitar el drenaje del líquido a través del molde, se proporcionan cavidades 31 que atraviesan las capas de perlas de mayor diámetro.

- 25 La construcción gruesa multicapa 12, 14, 16 del molde de la Figura 1 proporciona una resistencia considerable. En muchas aplicaciones, una sola capa de 5 a 10 mm de espesor de las perlas de diámetro pequeño proporcionará resistencia suficiente. Los moldes mostrados en las Figuras 6, 7, 9 a 15, 17 y 18 se muestran con una capa única, como se prefiere en la mayoría de las aplicaciones.

El molde poroso está soportado como un inserto de molde 10 en una caja de molde 20 que tiene lados y una base 22. La parte inferior 25 del inserto del molde poroso 10 se detiene cerca de la base 22 de la caja del molde dejando una cavidad 24. Un puerto 26 se comunica con la cavidad 24 para la aplicación de succión para eliminar el líquido del molde.

- 30 El inserto de molde que se muestra en la Figura 1 es para una botella y se proporciona en dos mitades que se pueden separar para eliminar la botella formada en su interior. Se pueden proporcionar moldes para todo tipo de artículos. Si los artículos están abiertos, tal como una bandeja de huevos, el inserto del molde también puede estar abierto, es decir, no necesita estar en dos mitades.

- 35 En el caso de un molde cerrado, por ejemplo para una botella como se muestra en la Figura 1, se proporciona un tubo 27 para introducir la pulpa a través del cuello. Las líneas punteadas muestran un tubo largo alternativo que llega hasta unos pocos centímetros desde el fondo de la botella. Después de que se suministra la mezcla de pulpa llenando el molde y se aplica succión para estirar las fibras sobre el molde, se introduce más mezcla de pulpa, agua limpia o pulpa adicional seguida de agua a través del tubo para que el nivel de la mezcla se mantenga durante un tiempo mientras que las partes superiores del molde no queden sin un suministro de fibras de pulpa mientras se aplica el vacío, lo que  
40 podría dar como resultado un recubrimiento fino de fibras en las mismas.

Después de ser retirado del molde, se puede impermeabilizar una botella forrándola con látex. Esto se puede hacer llenando la botella con látex líquido y vertiendo el exceso.

Un primer ejemplo de la fabricación del inserto de molde 10 se ilustra en las Figuras 2 y 3. En la Figura 2, se usa un dispositivo de formación 30 para definir la forma de la superficie 12 del inserto de molde 10. Una capa de una mezcla de



perlas de diámetro pequeño y adhesivo fotocurable se extiende como una capa 12 sobre la dispositivo de formación de molde 30. Esta capa puede ser, por ejemplo, de perlas de vidrio o acrílicas de aproximadamente 0,3 mm de diámetro mezcladas bien con un adhesivo acrílico fotocurable que tiene una viscosidad en la región de 70 mPa (Brookfield @ 15°C) en la proporción de, para perlas acrílicas, 1: 4,5 de peso adhesivo respecto de peso del perlas (Para el vidrio u otro material, esta proporción se ajusta por las densidades relativas del acrílico y el material). Esta proporción garantiza que las perlas solo estén recubiertas con la cantidad correcta de adhesivo para garantizar que los poros entre ellas permanezcan abiertos. Dicha mezcla tiene la consistencia de azúcar granulada en húmedo y se aplica fácilmente como una pasta sobre el dispositivo de formación 30. Para igualar la capa de pasta, se proporciona una membrana flexible 32. Esta está asegurada en sus bordes a las partes superiores de las paredes 34 que rodean al dispositivo de formación 30. Se define un espacio de gas 35 entre la membrana 32 y una tapa 36 aplicada sobre la misma y se inyecta gas en el espacio de gas para conducir la membrana 32 hacia abajo sobre la capa 12. La membrana 32 es transparente, tal como lo es la tapa 36 y se aplica luz ultravioleta durante unos segundos a través de la tapa 36 y la membrana 32 para curar la capa 12.

A continuación, si se requiere un molde más fuerte, se aplican perlas de mayor diámetro mezcladas de manera similar con adhesivo como capas posteriores sobre la capa 12 y se curan de manera similar, generalmente se necesitan tiempos de curado más largos en estas etapas posteriores.

En la disposición alternativa mostrada en la Figura 3, el dispositivo de formación 30 se proporciona como antes y se construye una capa 12 de la misma manera. Un bloque de plástico transparente (por ejemplo, acrílico transparente) 38 que tiene una forma de superficie complementaria a la del dispositivo de formación 30 se presiona hacia abajo sobre la capa 12 para compactar e incluso la capa y la luz ultravioleta se aplican a través del bloque 38 para curar la capa 12.

El dispositivo de formación macho 30, la membrana 32 y el bloque 38 pueden recubrirse cada uno con materiales de liberación para facilitar la eliminación de la capa 12 a partir de los mismos, se conocen materiales de liberación adecuados, tales como ceras de silicona, ceras orgánicas y PTFE. Además, si partes del dispositivo de formación 30 demuestran ser lo suficientemente empujadas como para que la mezcla de adhesivo de perlas corra hacia abajo antes de que fragüe, esto puede mitigarse mediante la aplicación al dispositivo de formación 30, membrana 32 y bloque 38 de grasa o adhesivo para reducir el flujo de la mezcla.

Como alternativa al acrílico, las perlas pueden ser de vidrio.

En la parte de una máquina de moldeo que se muestra en la Figura 4, se proporciona un inserto de molde 40 que es un molde poroso preparado como se describe con referencia a las Figuras 1 a 3. El mismo está conformado para proporcionar hombros 42, uno en cada esquina, por la cual se puede sostener hacia abajo en su lugar, como se describe a continuación, y tiene una superficie 12 de perlas fotopolimerizadas.

El inserto 40 encaja en la parte superior abierta de una caja de molde 44 que tiene lados 46 y una base 48. Los lados 46 incluyen una saliente de proyección interior 50 que proporciona un tope contra el cual se ubica una brida que se proyecta hacia afuera 52 en el exterior del inserto de molde dejando la parte inferior del exterior del inserto de molde encima de la parte inferior 48 de la caja de molde para definir una cavidad 54 en el mismo. La caja del molde está provista de varios puertos que conducen a su interior. Un primer puerto 56 es para la inyección de materiales en la cavidad 54 y está provisto de una válvula por medio de la cual se puede cerrar el puerto 56. Un puerto en el extremo opuesto de la caja del molde (no se muestra) es para la succión de materiales de la cavidad 54.

La caja de molde 44 tiene una cara de acoplamiento 58 contra la cual se puede acoplar una caja de molde similar que contiene un inserto de molde similar 40 (por ejemplo, para producir artículos cerrados tales como botellas). Se proporciona una perla de sellado 60 que se extiende alrededor de la cara de acoplamiento 58. Como se muestra en el detalle ampliado en la figura, las porciones de borde 62 del inserto de molde 40 se hacen no porosas al inundarlas con adhesivo que posteriormente se cura con la aplicación de luz ultravioleta. Esto es para evitar la deposición de las fibras de papel en la unión entre las dos mitades de inserto del molde.

La caja del molde 44 tiene en una pared lateral un corte 64 en el que se recibe un bloque de relleno que localiza el cuello 66. Esto recibe la porción del cuello del inserto de molde 40. Para moldear artículos que no tienen un cuello (por ejemplo, un artículo abierto), el bloque de relleno 66 puede reemplazarse por un bloque sólido y la mitad del molde 40 puede reemplazarse por un inserto de molde de forma apropiada. El suministro de la suspensión de fibra de papel se puede hacer a través de una abertura en una placa de cierre (o cámara - ver ejemplos posteriores) aplicada contra la superficie del inserto de molde 40.

El inserto de molde 40 es retenido en la caja de molde por los miembros de sujeción 70 (solo uno se muestra en la figura para mayor claridad) retenidos en la caja de molde por los pernos 72 (que se atornillan en los orificios roscados 73 en la caja de molde) y que se apoyan en los hombros 42. Por lo tanto, los insertos de molde 40 se pueden quitar fácilmente de sus respectivas cajas de molde y el aparato de moldeo se puede configurar rápidamente usando insertos de molde alternativos para producir artículos de formas diferentes.



- En uso, se bombea un suministro de suspensión de fibra de papel al interior del molde. Para un molde cerrado que atraviesa, por ejemplo, lo que se va a moldear como el cuello de la botella definido por la forma del molde, y para un molde abierto, ésta se bombea a la cámara, o a través de la placa de cierre, sellada contra el molde. Se aplica succión a la cavidad del molde 54 para extraer líquido a través de las fibras de depósito de molde poroso en su interior para definir el artículo. (Para el molde cerrado se aplica una succión a la cavidad 54 de ambas mitades del molde). Generalmente se forma un recubrimiento uniforme de fibras si la ventilación del molde con poros es uniforme sobre el molde.
- El puerto 56 puede emplearse para inyectar líquidos de lavado a contracorriente. Los gases de secado se aplican a través del cuello en un artículo cerrado, o dentro de la cámara, o placa, sellada sobre el molde en el caso de un artículo abierto que se ventila completamente 56.
- En virtud del acabado de grano fino que se puede obtener en la capa superficial 12 del inserto de molde, se pueden producir artículos que requieren un acabado superficial de buena calidad. Además, el acabado de la superficie puede proporcionarse con uno o más efectos tales como el granulado de madera simulado o el granulado de cuero simplemente incorporándolos en el patrón cortado en el dispositivo de formación macho 30 utilizada para producir la capa de superficie 12.
- Además, en virtud del acabado superficial de grano fino del inserto de molde 40, la cantidad de agua requerida en el artículo moldeado para permitir un desmoldeo exitoso es mucho menor que usar un molde de malla de alambre. Esto a su vez permite la producción de artículos con una cavidad mucho más profunda, que no se colapsarán antes del secado (como sucede con el moldeo de malla de alambre tradicional), y permite el uso de técnicas diseñadas para expulsar el líquido del artículo producido en el molde antes a desmoldeo. Se puede emplear una membrana generalmente similar a la que se muestra en la Figura 2 con el fin de aplicar presión al interior del artículo moldeado para expulsar agua a través del molde poroso. En el caso de un molde de botella como se muestra en la Figura 4, o cualquier otro artículo cerrado, uno puede introducir un globo a través del cuello de la botella e inflarlo para presionar el interior de la botella contra la superficie del inserto del molde.
- Como se muestra en las Figuras 5A a 5D, se puede producir mediante este tipo de técnica un artículo que tiene una superficie interna conformada de una manera que no era posible anteriormente, el ejemplo aquí es una tapa de rosca para una botella. Por lo tanto, la Figura 5A muestra un molde poroso que tiene una superficie de molde 12 sobre la que se ha depositado un artículo que consiste en una capa 72 de pulpa de fibra de papel y en el que se inserta (Figura 5B) un mandril hueco retráctil 74 que lleva en su exterior un dispositivo de formación flexible 76 en forma de una copa de goma conformada (por ejemplo, látex o goma de silicona) sellada en su boca al exterior del mandril 74 pero que define en su interior un espacio para recibir un fluido 78, que puede ser, por ejemplo, un gas a presión o fluido incompresible tal como el agua. El fluido se bombea a través del mandril hueco hacia el espacio 79 para conducir la copa de goma 76 contra la superficie interior del artículo de pulpa a medida que se aplica succión desde la parte posterior del molde poroso. La copa 76 tiene una forma que define una rosca 80 que está impresa en la superficie interior del artículo moldeado 72. Preferentemente, la presión dentro de la copa se hace oscilar (mientras que preferentemente permanece positiva); esto compacta las fibras de papel del artículo, las adapta mejor a la forma del artículo y ayuda a eliminar el agua de las fibras.
- A continuación, el fluido incompresible 78 se extrae del mandril succionando la copa nuevamente sobre el mandril para que pueda retirarse del artículo moldeado sin dañar la forma de rosca comprimida. Alternativa o adicionalmente, la copa 76 se colapsa introduciendo, a través de un puerto 77 que se comunica con la región (inicialmente una interfaz) entre la copa y el artículo moldeado, otro fluido, preferentemente aire comprimido. Esto ayuda a mantener el artículo moldeado en su lugar al lado de la superficie del molde en lugar de alejarse de él en algunos lugares mediante la adhesión a la copa.
- A partir de entonces, el artículo moldeado 72 puede retirarse del molde poroso y puede secarse.
- Como alternativa, el artículo puede secarse in situ. Preferentemente, esto se hace primero con aire comprimido a temperatura ambiente que se hace oscilar en presión. Esto reduce el contenido de agua del 75% al 30-35%. Esta acción oscilante es particularmente buena para desalojar el agua del interior de las fibras de pulpa huecas. Un segundo paso de secado es aplicar aire caliente presurizado, típicamente 1-2 bar, que pasa a través del material de fibra moldeada reduciendo el contenido de agua al 5-8%.
- Hay varios materiales esféricos disponibles a partir de los cuales se pueden fabricar filtros de moldeo de pulpa adecuados, vidrio, plásticos, metales ferrosos y no ferrosos, siendo este último el más adecuado debido a sus características de resistencia a la tracción y corrosión.

Cada material esférico puede requerir una técnica de unión diferente que asegurará una estructura mecánica uniforme y una porosidad.

La fabricación de filtros, para otros fines, contruidos con esferas de bronce fosforado para proporcionar pequeñas



formas geométricas simples (como las utilizadas para los filtros de aire neumáticos), ya es una técnica conocida comercialmente y normalmente utiliza un componente único simple de "molde maestro" para contener las esferas durante el procedimiento de tratamiento térmico

- 5 La construcción de tales filtros porosos se logra mediante el uso de vibraciones para compactar las esferas de bronce fosforado en un "molde maestro" generalmente construido de un material que tiene un bajo coeficiente de expansión y un punto de fusión significativamente mayor que el del material de bronce fosforado.

- 10 Para producir comercialmente formas de filtro poroso más complejas e intrincadas, se propone una técnica diferente, ilustrada en las Figuras 6A a 6C. El 'molde maestro' 60 de acuerdo con la invención comprende componentes "macho" (o "núcleo") 61 y "hembra" (o "cavidad") 62, conformados al perfil tridimensional deseado para proporcionar una cavidad con una distancia preferentemente uniforme entre las dos caras contra las cuales se retienen las esferas de bronce fosforado mientras tiene lugar el tratamiento térmico. (El grosor uniforme del molde producido de este modo garantiza un grosor uniforme de la capa de fibra de papel producida cuando se utiliza el molde.)

- 15 El procedimiento comienza (Figura 6A) con el molde maestro sujeto y con vibración mientras las esferas de bronce fosforado 63 se vierten a través de una abertura 64 ubicada adecuadamente que lo conecta a la cavidad interior. Esto compacta el material esférico asegurando una estructura y porosidad uniformes al finalizar el procedimiento.

El "molde maestro" que contiene las esferas de bronce fosforado se calienta de manera uniforme y gradual hasta una temperatura controlada típicamente entre 600 ° C y 700 ° C. La compactación de las esferas y el calor hace que se fusionen o sintericen juntas. Antes de que las esferas entren en un estado líquido, el molde se enfría gradualmente (Figura 6B). La Figura 6C muestra el molde final con las flechas que indican la superficie de moldeo.

- 20 El procedimiento de tratamiento térmico provoca una ligera distorsión de las esferas, pero esto es insignificante y tiene poco o ningún efecto sobre el desempeño del material de filtro para esta aplicación. La parte de la cavidad del molde puede mecanizarse a partir de un bloque de carbono, que es un buen conductor de calor y que es estable a las temperaturas de alrededor de 650 ° C que se utilizan en la sinterización. En la Figura 6B se indica una contracción relativa del molde terminado en comparación con el molde maestro después del enfriamiento. Por lo tanto, la parte macho 61 del molde maestro está hecha de un material compresible (ya sea que sea elásticamente comprimible o comprimible en forma deformable (por ejemplo, arcilla blanda o yeso)).

- 30 La Figura 7 muestra un procedimiento por el cual los moldes pueden ensamblarse a partir de secciones. Las secciones 67, 68 están hechas por cualquiera de los procedimientos descritos anteriormente. Cada sección puede, como se muestra en la Figura, preformarse para tener caras de filtro en diferentes ángulos, o pueden ser secciones planas simples. Las secciones se unen y luego se sueldan juntas, por ejemplo mediante soldadura láser o soldadura por plasma (este último siendo preferido para secciones de bronce fosforado). Este procedimiento de fabricación de un molde supera la desventaja de los procedimientos de sinterización, en los que muchos hornos de sinterización son pequeños, lo que permite fabricar secciones de solo 10-15 cm de dimensión. También supera los problemas de sinterización de objetos más grandes donde el tamaño de poro puede ser desigual (lo que conduciría a un espesor desigual de la deposición de la pulpa) causado ya sea por calentamiento desigual o por el peso de las partículas del molde presionando hacia abajo durante la sinterización.

Como se muestra en la parte ampliada de la Figura 7, el ancho de la soldadura (la sección oscura) es típicamente de 1,0-1,5 mm para la soldadura por láser. La soldadura se realiza preferentemente desde la superficie exterior del molde para minimizar el daño a la superficie interior del molde.

- 40 Este procedimiento es particularmente útil en la creación cuando se crean moldes demasiado profundos para ser fabricados por las técnicas descritas anteriormente. (Incluso la técnica de la Figura 6 puede tener sus limitaciones porque si el molde es demasiado profundo, el peso de las esferas de bronce puede compactar las capas inferiores cerrando los poros entre ellas).

- 45 En general, la superficie del filtro formada a partir de tales esferas proporciona un área ventilada uniforme, un requisito importante para garantizar que el revestimiento de fibra formado final tenga una densidad y un grosor uniformes.

El tamaño de la abertura formada en el punto donde se unen tres esferas puede elegirse aumentando o disminuyendo el diámetro de las esferas utilizadas en consecuencia. La Figura 8 muestra un gráfico que representa el diámetro de las esferas de bronce fosforado contra el área de la sección transversal del paso de aire entre ellas después de la sinterización. La Figura 8A muestra la ubicación de las aberturas 81 en el filtro.

- 50 Este tamaño de abertura generalmente debe elegirse adecuadamente para acomodar presiones de filtración más altas (hasta 10 bar), el tamaño y la longitud del material de fibra que se filtra, la relación de masa de fibra y agua (normalmente 1:99 respectivamente), partículas finas y otras materias diversas que generalmente se encuentran en materiales de fibra de pulpa reciclados. ("Partículas finas" es un término de las técnicas de fabricación de papel e



incluye materia tal como arcilla, partículas de tinta, etc.) Normalmente es adecuado un tamaño de esfera de entre 0,6 y 0,7 mm. Los poros más pequeños pueden bloquearse y los más grandes producirán un acabado superficial rugoso en el artículo, lo que puede no ser siempre deseable.

Una superficie construida a partir de esferas de esta manera también proporciona un área estable sólida, sin tener recortes ni bordes afilados que posiblemente atrapen o sujeten el material de fibra a la superficie del filtro. La Figura 8C muestra una capa de fibras de papel en un filtro de malla de alambre tradicional y los recortes 82 que fijan el artículo de papel a la malla. (Nuestros experimentos muestran que se formarían recortes en un filtro de alambre tradicional si la presión, como se prefiere en la invención, se aplica al artículo en exceso de 0,8 bar.) A medida que la masa de fibra se estira sobre la superficie de partículas esféricas de un filtro de acuerdo con la invención (Figura 8B) se hace que se comprima en la entrada de cada abertura 81, donde se juntan tres esferas.

El efecto de superficie convexa, o cúpula, que crea cada esfera permite lograr ángulos de desmoldeo más pronunciados en formas moldeadas más profundas y complejas. (Un ángulo de "desmoldeo" es el ángulo respecto de la vertical en el que deben estar los lados verticales opuestos de un artículo para poder despegarse del molde). La estructura de la superficie del filtro ayuda en gran medida a retirar el componente terminado del molde, ya que las caras verticales del componente se comprimen, suben y se deslizan sobre la superficie de las esferas.

El uso de dicho material de filtro para formar y dar forma a fibras de pulpa proporciona grandes beneficios de ahorro de energía, mejorando drásticamente el procedimiento de malla de alambre convencional y eliminando los tres elementos principales que contribuyen al uso excesivo de energía normalmente requerida con los procedimientos de moldeo de pulpa convencionales. Estos son (a) el uso de un hidropulpador, (b) vacío y (c) hornos de secado.

(Tenga en cuenta que algunas esferas se producen cortando alambre de cobre niquelado en longitudes similares a su diámetro, lo que da como resultado material en forma de cilindros cortos; el término "esfera" utilizado en este documento cubre esa forma de material. Sin embargo, esto puede producir partículas de tamaño y forma más consistentes que algunos procedimientos alternativos de producción de esferas).

El hidropulpador que se usa en un procedimiento de moldeo convencional descompone el papel en láminas o el cartón en material de moldeo de pulpa, separando el material en fibras individuales. Esto tarda aproximadamente 10-15 minutos en alcanzarse antes de que el suministro de pulpa sea adecuado para la formación de vacío en moldes de malla de alambre.

La mezcla de agua y fibra utilizada en la invención tiene preferentemente una relación de 1:99 respectivamente. Mucho más que esto y las características de flujo de materiales se reducen y se hace difícil transportar el material de fibra suspendido y lograr un recubrimiento uniforme en el molde. (Se espera que las relaciones entre 0,5: 99,5 a 1,5: 98,5 sean el intervalo preferido de fibra y agua).

Para el uso de los moldes de esfera se ha desarrollado una nueva forma de aparato de moldeo. (Para las corridas de producción, generalmente se usaría un molde de bronce fosforado sinterizado, pero uno hecho de esferas de vidrio o acrílico, aunque menos duradero, podría usarse para la creación de prototipos). Un ejemplo de este aparato se muestra en las Figuras 9 a 15. El aparato ilustrado comprende un conjunto de cámara de moldeo que comprende una cámara superior 114 y una cámara inferior 110, separadas a través de la línea punteada de cadena mostrada en las Figs. 9 y 10. Las caras opuestas de estas dos cámaras se sujetan y se sellan juntas en una prensa o aparato similar.

La cámara superior 114 tiene una pared lateral circumambientante dividida por una placa con apertura 104. Una placa de cubierta está atornillada a la cara superior de la pared lateral y sellada a esta mediante juntas tóricas 113. Se proporciona un puerto de suministro 101 en la placa de cubierta, como es un puerto de salida 102 y el espacio entre la placa de cubierta y la placa con apertura 104 forma un colector 103.

La cámara inferior 110 está formada por una copa con tapa abierta generalmente cilíndrica en la parte inferior de la cual está montado un pistón 109 en un eje conectado a un cilindro hidráulico 112. El pistón 109 forma un sello hermético al líquido con el interior de la copa en virtud de otras juntas tóricas 113a. Un puerto de entrada de líquido de retrolavado 111 está formado por una tubería que entra a través de un orificio en la base de dicha copa y termina en acoplamiento roscado en un orificio en el pistón 109.

Por encima del pistón 109, se recibe un molde 107 en un saliente anular en la tapa de dicha copa y se sujeta en su posición mediante un anillo 106 atrapado entre la cámara superior 114 y la cámara inferior 110 y sellado por las juntas tóricas superior e inferior 113b.

El espacio entre el pistón 109 y el molde 107 forma una cámara de retrolavado 108 mientras que el espacio entre el molde 107 y la placa con apertura 104 forma una cámara de moldeo 105.

Comenzando el ciclo en el "retrolavado" con el pistón 119 en la posición "B", el puerto de entrada de pulpa 101 cerrado



y el puerto de entrada/salida 102 se deja que se vacíen, la cámara de retrolavado 108 se llena con agua "limpia" hasta la base del filtro 107 a través del puerto de entrada/salida 111. Con el puerto de entrada/salida 111 cerrado, el pistón 109 se extiende rápidamente a la posición "A" usando el cilindro hidráulico 112, forzando una presión uniforme de agua "limpia" a través de toda la superficie del molde o filtro 107 y dentro de la cámara de moldeo 115 inmediatamente arriba.

- 5 El moldeo de componentes se inicia cerrando los puertos de entrada/salida 102 y 111 y abriendo el puerto de suministro de pulpa 101. A medida que el pistón 109 se retrae lentamente de la posición "A" a la posición "B" por medio del cilindro 112, la pulpa entrante ingresa a la cámara de moldeo 105 a través del colector de distribución de pulpa 103, mezclándose con el agua de retrolavado, el pistón estira las fibras de pulpa uniformemente sobre la superficie del molde.
- 10 Al repetir esta secuencia de moldeo, usando el pistón 109 junto con los puertos de entrada/salida de apertura y cierre 101 y 102 en el momento apropiado en la carrera del pistón, se pueden estirar capas adicionales de material de fibra de pulpa de manera uniforme sobre la superficie del molde hasta que se haya logrado la acumulación de fibra deseada. Capas adicionales de fibra de pulpa se pueden extraer del material alternativo a través del mismo puerto de entrada 101 como se muestra en el esquema de la Figura 16.
- 15 La capacidad de variar la composición de las capas subsiguientes de material de fibra de pulpa proporciona beneficios adicionales que no son posibles usando las técnicas de moldeo actuales. Por ejemplo; la capa de fibra inicial que se depositará en la superficie del molde podría ser un material de pulpa virgen "blanco" que proporcione un buen acabado y apariencia, luego podría seguir un material reciclado "gris" menos costoso para proporcionar la resistencia requerida.
- 20 Al poder variar el tipo y el tamaño del material de pulpa, su grosor y color también pueden producir algunos resultados estructurales y decorativos muy deseables.
- El secado de la primera etapa, o extracción de agua, se inicia mientras el componente aún permanece en el molde, permitiendo 50-60% del agua a extraer antes de que el componente sea finalmente expulsado para el secado de forma final y el ciclo de moldeo comience nuevamente con el programa de retrolavado.
- 25 Con el puerto de suministro de pulpa 101 cerrado, el pistón 109 en la posición "B" y el puerto de entrada/salida 111 abiertos para drenar el agua, el aire comprimido calentado (en este ejemplo a 60-70 ° C a 7-10 bar) es forzado a entrar la cámara de moldeo 105 a través del colector 103 durante aproximadamente 3-10 segundos dependiendo del grosor del componente. Esto fuerza el agua del componente moldeado y lo calienta al mismo tiempo, causando una mayor evaporación cuando se abre la cámara del moldeo.
- 30 Sin embargo, experimentos recientes a temperaturas más altas han indicado que se puede lograr una operación más eficiente calentando el aire comprimido hasta 400-500 ° C y suministrándolo en el intervalo de 1-2 bar. Esto reduce la energía requerida para realizar el secado y debido a que la temperatura es mucho mayor, el secado es más rápido y se reduce el tiempo de ciclo para la producción de un artículo. (Tenga en cuenta que esta temperatura es demasiado alta si el molde está hecho de esferas pegadas, ya que dañará el molde.)
- 35 La eyección del componente terminado se inicia con la cámara de retrolavado 108 completamente drenada, el pistón 109 todavía en la posición "B", el puerto de entrada/salida 111 cerrado y la parte superior de la cámara 114 que contiene el conjunto de entrada/salida 101 y 102 retirada (Figura 11). El pistón 109 se extiende rápidamente por medio del cilindro 112, comprimiendo el aire detrás del componente moldeado terminado haciendo que se expulse de la superficie del filtro. Sincrónico a esto, es recolectado y transferido por un cabezal de transporte 115, que se muestra en la Figura 11, para el secado posterior.
- 40 Una ventaja de este sistema de moldeo es que el artículo se seca in situ sobre el molde. Esto da como resultado que haya nada de contracción o muy poca contracción. Esto hace que el diseño del molde sea más simple porque el molde se puede conformar y dimensionar directamente a la forma y tamaño del artículo deseado sin tener que permitir la contracción.
- 45 La finalización de la secuencia de expulsión y el procedimiento de secado final se ilustra a través de las Figs. 11 a 15. El componente expulsado 117 (Figura 11) se transporta libre de la cámara de moldeo por una forma complementaria 116 de forma similar, también construida a partir de un material de filtro esférico poroso que tiene un tamaño de bola típico de 0,5-1,0 mm de diámetro. La succión se aplica a través del puerto de entrada/salida 118 que sostiene el componente moldeado contra el cabezal de transporte 115 durante su transporte a la cámara de secado 119 Fig.12. En esta ubicación, se expulsa invirtiendo la presión a través del puerto de entrada/salida 118 de succión a soplado, transfiriendo el componente moldeado terminado 117 a la cámara de secado 119.
- 50

La Figura 13 muestra el componente moldeado 117 sujeto entre los dos filtros de molde opuestos 116 y 107 en los conjuntos de cámara superior e inferior, 120 y 119 respectivamente. Se aplica aire comprimido calentado a través del puerto de entrada/salida 121 que se fuerza a través de las fibras del componente moldeado 117 secando el moldeado



hasta alcanzar un contenido de agua del 5-7%. Nuevamente, este secado del artículo en moldes conformados elimina cualquier deformación o contracción del componente terminado, un problema importante encontrado con los procedimientos convencionales de moldeo y secado que solo se supera mediante un procedimiento de prensado en caliente utilizando maquinaria costosa y herramientas adicionales.

- 5 La Figura 14 muestra el componente seco terminado 117 que se retira de la cámara de secado utilizando el conjunto superior 120 con la succión aplicada a través del puerto de entrada/salida 121.

La Figura 15 muestra el componente moldeado seco terminado 117 que se transporta y se expulsa a un transportador 122 para su embalaje y transporte.

- 10 En las pruebas recientes, se descubrió que la utilización del secado de la primera etapa en el molde 107 a una temperatura de 400-500 ° C y una presión de 1-2 bar reduce el contenido de agua a un nivel (5-8%) suficiente para la mayoría de los propósitos, no se utilizó la etapa de secado por separado de las Figuras 12 a 14, que no proporciona ningún beneficio adicional.

- 15 Como se mencionó anteriormente, la preparación de pulpa convencional comienza dentro de un "Hidropulador". Este aparato consta de una gran cámara de forma cilíndrica que puede medir hasta 8 metros de diámetro x 4-5 metros de profundidad, que tiene un gran rotor de dos palas que gira lentamente en su base. Este rotor descompone el papel usado en fibras individuales con la ayuda de agua a una viscosidad determinada, típicamente 5 partes de papel por 95 partes de agua en la fabricación de papel convencional. Este procedimiento puede tardar entre 10 y 12 minutos en completarse antes de que el material sea adecuado para el procesamiento a través de un "descamador", un dispositivo utilizado para refinar aún más el suministro de fibra de pulpa antes de su uso.

- 20 Se necesita un dispositivo de tal tamaño físico para poder procesar grandes volúmenes de papel permitiendo que la velocidad y el movimiento del rotor rompan la masa de papel sólido a medida que se agita y se frota contra sí mismo, rompiéndolo en fibras de pulpa individuales.

- 25 Tal hidropulador convencional no se usa para suministrar la pulpa al aparato de moldeo de la presente invención, pero, como se muestra para el aparato de ejemplo de la Figura 16, en su lugar se usa un procedimiento de licuefacción descrito más adelante.

La Figura 17 muestra una forma alternativa del aparato de moldeo 1700. Para facilitar la comparación con el aparato de la Figura 9, se han dado números de referencia similares a partes similares, es decir, que tienen los mismos dos últimos dígitos. El aparato tiene un cuerpo cilíndrico 1710 que contiene un pistón alternativo 1709, el cuerpo y el pistón definen una cámara inferior o de retrolavado 1708. El pistón se mueve por medio de un pistón hidráulico 1712.

- 30 Como generalmente se prefiere para los pistones, el pistón y el cuerpo son circulares en sección transversal. Una tapa de cilindro 1714 de sección transversal similar al cuerpo está montada sobre el cuerpo en un ariete hidráulico 1530, cuyo extremo está unido a una placa 1731 que cierra el extremo superior de la tapa de cilindro. Las caras opuestas de la tapa de cilindro y el cuerpo pueden sujetarse y sellarse juntas mediante la fuerza ejercida por el pistón 1730 o el ariete puede retirar la tapa de cilindro para permitir la extracción del artículo moldeado o la sustitución del molde.

- 35 Se proporciona un puerto de suministro de pulpa 1701 en la pared lateral de la tapa de cilindro, al igual que un puerto de entrada de aire caliente/salida de escape 1702 y un puerto de entrada de aire frío 1732. El colector 1733 que conduce al puerto 1702 se bifurca en los conductos 1735 y 1734 para el suministro de aire caliente y que conducen a un escape, respectivamente. El aire caliente se suministra desde un intercambiador de calor de 30kW 1743, esto puede variar en kW de potencia y sería proporcional al área de superficie del producto moldeado que se está secando.

- 40 En la cámara inferior 1708, el pistón 1709 tiene forma de copa y forma un sello hermético a los líquidos con la pared interior del cuerpo en virtud de las juntas tóricas 1713. Un puerto de entrada de líquido de retrolavado 1711 está formado por un orificio en la base de dicha copa que tiene un conducto que conduce al mismo desde la parte inferior del pistón. El pistón está provisto de manera similar con un puerto de salida de drenaje 1744 y un conducto que conduce desde allí.

- 45 Por encima del pistón 1709, se recibe un molde 1707 en una saliente anular en la parte superior del cuerpo 1710 y se sujeta en posición por el borde inferior de la pared lateral de la tapa de cilindro 1714. El borde inferior está provisto en una protuberancia anular en el extremo inferior de la pared lateral de la tapa de cilindro, que sobresale dentro del extremo superior de la pared lateral del cuerpo.

- 50 La tapa de cilindro también está provista de un dispositivo de formación de goma de silicona 1737. Tiene una forma complementaria, o es al menos en general así, de la forma del molde 1707. El dispositivo de formación se puede mover al acoplamiento con el molde por medio de cilindros neumáticos dobles 1738 montados en la parte superior de la placa de tapa de cilindro 1731 cuyos ejes pasan a través de orificios en la placa al dispositivo de formación 1737 dentro de la



tapa de cilindro.

El espacio entre el pistón 1709 y el molde 1707 forma la cámara de retrolavado 1708 mientras que el espacio dentro de la tapa de cilindro entre el molde 1707 y el dispositivo de formación 1737 forma una cámara de moldeo 1705.

5 El puerto de suministro de pulpa 1701 está conectado por un conducto a una cámara de inyección 1739, que tiene un puerto 1740 para llenarlo con pulpa de papel de un licuadora y un puerto 1742 para la introducción de aditivos.

Los aditivos pueden incluir colorantes, herbicidas, germicidas y cera de abejas (para impermeabilizar), etc.

El aparato se opera de la siguiente manera.

10 Comenzando el ciclo justo antes del "retrolavado", la tapa de cilindro 1714 se baja para acoplarse con la cámara de moldeo de sellado del molde 1705. En este punto, el pistón 1709 está en su posición inferior B y todos los puertos están cerrados, excepto el escape 1702/1734. El puerto de entrada de retrolavado 1711 se abre y la cámara de retrolavado 1708 se llena con agua "limpia" hasta la base del molde 1707. Con el puerto de entrada/salida 1711 cerrado, el pistón 1709 se extiende rápidamente a su posición superior A usando el ariete hidráulico 1712, forzando una presión uniforme de agua "limpia" a través de toda la superficie del molde 1707 y dentro de la cámara de moldeo 1705 inmediatamente arriba, que libera fibras o partículas finas de la superficie del molde, que de otro modo podrían obstruirlo. Solo se usa suficiente líquido de retrolavado para cubrir el molde 1707 cuando el pistón está en su posición superior A. También puede ser deseable, por ejemplo en moldes más grandes, cargar el retrolavado con un pulso ultrasónico para ayudar a eliminar cualquier contaminante.

20 Mientras esto ocurre, la cámara de inyección 1739 se llena con la cantidad correcta de pulpa para el artículo a través del puerto 1740, cantidad que se determina mediante el sensor de peso 1741. Se pueden agregar aditivos como los mencionados anteriormente a la inyección de pulpa a través del puerto 1742 si se desea.

25 El moldeo de componentes se inicia cerrando el puerto 1711 y abriendo el puerto de suministro de pulpa 1701. Con el puerto de escape 1702 todavía abierto, la carga de pulpa entra en la cámara de moldeo y se mezcla con el agua de retrolavado que contiene la materia lavada del molde. (No es necesario desechar el agua de retrolavado; el retrolavado ya ha cumplido su propósito de desatascar el molde y su contenido puede mezclarse con la inyección de pulpa sin efectos perjudiciales.)

Como el pistón 109 se retrae desde su posición superior a su posición inferior por medio del pistón 1712, esto provoca un vacío debajo del molde del filtro que arrastra las fibras de pulpa uniformemente hacia la superficie del molde, la mayor parte del agua en la pulpa que pasa a través del molde a la cámara 1708 de retrolavado. El puerto de drenaje 1744 en el cilindro se abre luego durante un período para eliminar el agua en la cámara de retrolavado.

30 Al repetir esta secuencia de moldeo, se pueden estirar capas adicionales de material de fibra de pulpa uniformemente sobre la superficie del molde hasta que se haya logrado la acumulación de fibra deseada. Las capas adicionales de fibra de pulpa pueden extraerse de fuentes de existencias alternativas. Entre las capas, el pistón se puede reposicionar a su posición superior avanzando con el puerto de escape 1744 abierto para que el aire en la cámara de retrolavado 1708 sea expulsado a través del mismo en lugar de ser empujado a través del molde liberando indeseablemente las capas de pulpa del molde.

40 Nuevamente, ser capaz de variar la composición de las capas subsiguientes de material de fibra de pulpa proporciona beneficios adicionales que no son posibles usando las técnicas de moldeo actuales. Por ejemplo; la capa de fibra inicial que se depositará en la superficie del molde podría ser un material de pulpa virgen "blanca" que proporcione un buen acabado y apariencia, esto podría ser seguido por un material reciclado "gris" menos costoso para proporcionar la resistencia requerida.

Al poder variar el tipo y el tamaño del material de pulpa, su grosor y color también pueden producir algunos resultados estructurales y decorativos muy deseables.

45 Una vez que se ha depositado el número deseado de capas (una o más) en el molde, el dispositivo de formación de goma de silicona 1737 se presiona, por medio de cilindros neumáticos 1738, en la superficie de la pulpa para producir un acabado liso o una textura decorativa según se desee.

50 El secado al aire, o extracción de agua, se lleva a cabo con el componente restante en el molde. Como se señaló anteriormente, los experimentos han indicado que se puede lograr un secado final eficiente calentando el aire comprimido hasta 400-500 ° C y suministrándolo en el rango de 1-2 bar. El aire comprimido se suministra a través del intercambiador de calor 1743 y el colector 1733; desde allí pasa a través del artículo y el molde 1707, saliendo por el puerto 1744. Esto usa menos energía y debido a que la temperatura es alta, el secado es más rápido y se reduce el tiempo de ciclo para la producción de un artículo. Se puede ahorrar más energía precediendo el secado a alta



temperatura con aire a presión ambiental, preferentemente hecho para oscilar. Esto se puede usar para reducir el contenido de agua al 30-35% antes del secado final con aire caliente, lo que como resultado puede ser de menor duración, lo que reduce el contenido de agua al 5-8%.

5 Si bien la temperatura de secado al aire de 400-500 ° C es ventajosa, una temperatura más alta de 500-600 ° C se secará más rápidamente. En general, se preferirá un intervalo de 400-800 ° C.

Como se indicó anteriormente, la presión preferente del aire de secado no es tan alta como se pensaba, lo que puede deberse a que a altas presiones el aire es forzado demasiado rápido para ser eficiente; generalmente se prefiere un intervalo de 0,5-2 bar.

10 La expulsión del componente terminado se inicia con la cámara de retrolavado 1708 completamente drenada, el pistón 1709 todavía en la posición "B", los puertos 1744 y 1711 cerrados y la parte superior de la cámara 1714 retirada. El pistón 1709 se extiende rápidamente por medio del cilindro 1712, comprimiendo el aire detrás del componente moldeado terminado haciendo que se expulse de la superficie del filtro. Sincrónico a esto, es recolectado y transferido por un cabezal de transporte (no se muestra en la Figura 17 pero véase la Figura 13. En general, el secado en molde a alta temperatura es suficiente y el artículo se deja secar al aire ambiental antes de ser apilado.

15 Dependiendo del artículo, el secado en el aparato de molde también puede incluir una etapa de secado con aire frío. El aire comprimido frío para eso se suministra a través del puerto 1532.

El ciclo de moldeo comienza nuevamente con el programa de retrolavado.

20 La Figura 17 también muestra un molde dividido 1707' (en este caso particular para una botella) que se puede usar en el aparato de la Figura 17. Esto tiene un par de placas semicirculares para montar en la saliente en la parte superior del cuerpo 1710. Las dos mitades del molde dependen de las placas respectivas y se mantienen juntas mediante un pestillo 1740 durante el moldeo y el secado. El molde se retira del aparato manualmente, se abre y el artículo moldeado se retira manualmente. La Figura 17B muestra las mitades del molde separadas y el artículo moldeado retirado, nuevamente de forma manual.

25 La Figura 17a muestra una disposición del pistón para generar vacío y/o aire comprimido. Esto utiliza el ariete hidráulico 1712 como fuente de energía, combinándolo así de manera eficiente con la fuente de energía para las funciones del pistón descritas anteriormente. Una cámara adicional 1750 está formada en el otro lado del pistón del molde por una placa extrema 1751 montada para cerrar el espacio rodeado por el cuerpo cilíndrico 1710. La cámara de retrolavado 1708 permanece, por supuesto, en el otro lado del pistón. (En la disposición particular que se muestra en la Figura 17a, el pistón se monta horizontalmente y la parte de la cámara de retrolavado que se muestra en la Figura 17a se estrecha a un tubo de conexión 1761 que, aunque no se muestra, gira en ángulo recto antes de ensancharse a otra porción de la cámara de retrolavado donde el molde 1707 está montado de la misma manera que la Figura 17.

30 Se genera vacío cuando el pistón se mueve hacia el molde 1707 y luego se transfiere a un depósito de vacío 1752 abriendo brevemente una válvula 1753 a la cámara 1752. Luego se deja entrar aire en la cámara 1750 a través de una válvula 1754 que conduce al aire libre. Esa válvula se cierra y luego, a medida que el pistón se aleja del molde, una válvula 1755 que conecta la cámara 1750 a un depósito de aire comprimido 1756 se abre y el aire en la cámara 1750 se bombea al depósito.

35 Mientras tanto, en el otro lado del pistón, las operaciones de moldeo se llevan a cabo como se describió anteriormente. En esta disposición, en comparación con la de la Figura 17, los puertos 1711 y 1744 se han movido de pasar a través del pistón a pasar a través de la pared del cuerpo 1710. Convenientemente como se mencionó, la sección de pistón del cuerpo está montada generalmente en ángulo recto a la sección del cuerpo que contiene el molde, que permite colocar el puerto a 1744 en el punto más bajo para el drenaje.

40 El vacío y el aire comprimido almacenados en los depósitos se suministran como se describió anteriormente para las operaciones del ciclo de moldeo. Si en alguna disposición particular el vacío o el aire comprimido generado se pueden usar inmediatamente (ya sea en la máquina de moldeo del pistón que los generó o en una máquina de moldeo en paralelo), entonces no es necesario un depósito para dicho almacenamiento.

45 La Figura 18 muestra otra forma de aparato de moldeo, que es adecuado, por ejemplo, para artículos cerrados tales como una botella. Esta es similar al de la Figura 4 en que es un molde en dos mitades. Se usan puertos similares al del aparato de la Figura 16 para que se pueda usar en lugar de las cámaras cilíndricas en una máquina de moldeo general. Se cree que es más simple usar este molde con la apertura y cierre automático de las dos mitades del molde en lugar de disponer el mismo con el molde dividido que se muestra en la Figura 17.

50 El molde comprende una caja de molde 20' en dos mitades 1852, 1853, cada una de las cuales comprende la mitad del molde poroso (en este caso, una botella). Una mitad 1853 está montada en un ariete hidráulico (no se muestra) para



que pueda moverse hacia dentro y fuera del acoplamiento con la otra mitad del molde. Cuando las dos mitades de la caja están cerradas juntas, también lo están las dos mitades del molde 1707'. Un cabezal 1850 se desvía hacia un puerto 1754 en la parte superior de la caja que se comunica con el espacio rodeado por la superficie de moldeo del molde 1707'. (El cabezal puede estar montado en el ariete 1730 (Figura 17) para este propósito.) En el caso de una botella, esta comunicación se realiza a través del cuello de la botella que baja desde el puerto 1754. El cabezal proporciona conexiones a la cámara de inyección de pulpa 1739 a través del puerto 1701' y a los suministros de aire comprimido caliente y frío a través del puerto 1702' y colector 1733'.

En este ejemplo no hay pistón, por lo que una vez que se introduce la inyección de pulpa dentro del molde de la botella, el agua de la mezcla de pulpa se extrae a través del molde aplicando vacío en el otro lado a través del puerto 1744'. El retrolavado se realiza introduciendo el agua de retrolavado a través del puerto 1711' bajo presión (en lugar de proporcionar presión con el pistón). Al igual que con el aparato de la Figura 17, el agua se elimina utilizando aire comprimido suministrado a través del puerto 1702', prefiriéndose temperaturas y presiones similares.

El artículo moldeado se retira del molde abriendo las dos mitades. Preferiblemente, el molde tiene una mitad (preferiblemente 1853 que se aleja de la mitad estática 1852, que tiene la mayor parte de la tubería) con un recorte en su forma, lo que significa que esa mitad retiene el artículo moldeado. Luego, el artículo se expulsa usando una ráfaga de aire comprimido (suministrado a través de un puerto 1851 que se conecta al espacio entre la caja y el molde, cuyo espacio se cierra con una pared cerca de los bordes de la caja y el molde que se acoplan con las otras mitades: los puertos 1711' y 1744' se duplican en la mitad del molde 1853). Alternativamente, el artículo puede ser expulsado mecánicamente.

Ahora los inventores han establecido que es mucho más eficiente y práctico convertir los desechos de papel y cartón mediante un procedimiento de licuefacción para proporcionar un suministro de pulpa similar listo para usar. Este procedimiento es más rápido y más eficiente, ya que el material se puede preparar y suministrar bajo demanda de manera relativamente rápida, para adaptarse al tamaño y grosor de los componentes que se moldean.

El procedimiento de licuefacción comienza con la primera trituración del papel/cartón de desecho en hebras típicamente de 5-10 mm de ancho, durante esta etapa inicial del procedimiento, cualquier material ferroso se elimina magnéticamente. El material de papel/ cartón se transporta usando agua a la cámara de licuefacción en las proporciones preferidas de alrededor de 1:99 papel y agua, respectivamente. En este punto, la mezcla se descompone rápidamente en fibras individuales mediante 2-4 cuchillas que giran a alta velocidad, típicamente de 5.000 a 10.000 revoluciones por minuto, dependiendo de la densidad y composición del material que se está preparando. La Figura 19 muestra un ejemplo del aparato de licuefacción en detalle, que puede usarse con cualquiera de los ejemplos de aparato de moldeo descritos anteriormente. El papel se tritura con una trituradora de corte transversal 1901, que luego se mide en lotes en un conjunto de licuadoras paralelas 1902, que utilizan cuchillas para licuar el papel. Luego se agrega agua a las licuadoras en la proporción deseada. (El agua residual de la cámara de moldeo se puede reciclar aquí.) Una vez que las fibras de pulpa alcanzan el tamaño deseado, se abren las válvulas 1903 y la mezcla, que pasa a través de los tamices 1904, ingresa al tanque 1907. Aquí la misma se mantiene mezclada por agitación de aire, que también mantiene las fibras en suspensión. El aire para la agitación es proporcionado por una línea de aire 1906 que pasa a través de la cámara de inyección cerca de su fondo y que tiene un conjunto de agujeros para proporcionar burbujas. (El aire de secado de la cámara de moldeo se puede reciclar aquí). La válvula 1905 se abre para proporcionar pulpa a la cámara de inyección 139. Como alternativa a la adición de aditivos a la cámara de inyección, se pueden agregar 139 aditivos a la pulpa en el tanque a través del puerto 1742'.

La Figura 20a muestra una forma alternativa de licuadora a la mostrada en la Figura 19, que usaba cuchillas para licuar la pulpa. En el licuadora de la Figura 20a no hay cuchillas afiladas, sino un cabezal de licuefacción 2000 que comprende una sección del tubo 2005 con una serie de ranuras formadas en el mismo. Si bien este dispositivo se conoce como un mezclador para otros fines, su uso como licuadora para fibras de pulpa es nuevo.

La pared del tubo, a través de la cual se forman las ranuras, tiene un grosor de 2,5 mm y las ranuras tienen 3 mm por 4 mm. También se proporciona una brida que se extiende desde el tubo unida al tubo por encima de las ranuras y que tiene una serie de agujeros pasantes. Se proporciona una paleta cruciforme (ver Figura 20b y los cortes en la Figura 20a) dentro del cabezal de licuefacción. El cabezal se gira a alrededor de 400 rpm dentro de un contenedor 2010 de papel triturado. La velocidad de rotación preferida puede ser de 200 rpm a 500 rpm, dependiendo del material.

El cabezal se mueve alrededor del contenedor para asegurarse de que se procesen todas las partes de la suspensión. Como se muestra en la Figura 20c, se pueden proporcionar dos o más secciones ranuradas 2005, 2005" del tubo para aumentar la interacción entre el agitador y la pulpa.

Esta forma de licuefacción produce fibras de pulpa dobladas, y es notable que las fibras producidas permanecen en suspensión durante al menos 24 horas. (Esto contrasta con el licuadora de cuchillas, que produce fibras rectas que, como con el hidropulpador tradicional, se asientan fácilmente, necesitando agitación para mantenerlas suspendidas). Las fibras dobladas producen una unión más fuerte a través de la capa de pulpa del artículo acabado que las fibras rectas porque las fibras dobladas se unen.



Una ventaja de las fibras dobladas producidas por el licuadora ranurada es que puede bloquear menos el molde porque las fibras rectas producidas por otras técnicas tenderán a alinearse con el flujo de líquido durante el moldeo, el líquido que arrastra la fibra termina en los poros del molde.

5 Las fibras producidas por el mezclador ranurado también son útiles en la producción de hojas de papel, tales como papel de arte y papel secante, por lo que esta técnica es útil en la fabricación de papel y en procedimientos de fabricación de artículos de pulpa distintos de los descritos en la presente memoria.

10 En los ejemplos anteriores solo se ha mostrado una única cámara de moldeo. Para obtener mayores volúmenes de producción, se pueden suministrar varios cilindros alimentados desde una licuadora de pulpa común y suministros de aire caliente y frío. Luego, los cilindros se operan en fases de desplazamiento, lo cual es eficiente ya que los suministros de pulpa y aire se pueden usar a su vez alrededor de los cilindros, haciendo que sus salidas sean más continuas.

15 Diferentes artículos tendrán moldes diferentes pero también necesitarán diferentes cantidades de pulpa, número de capas, tipos de aditivos, regímenes de secado, etc. El aparato puede ser controlado por computadora para facilitar eso. Además, cada molde puede marcarse con una ID (legible por máquina, como una etiqueta RFID o código de barras, o legible por humanos para tecleado) a la cual la computadora responde operando el aparato para que se adapte al artículo que producirá el molde. En una máquina multicilindro, diferentes cilindros pueden producir diferentes artículos.

Para producir componentes estructurales para aplicaciones de revestimiento para las industrias de la construcción, automóviles y aeroespacial, que son livianas y tienen una resistencia inherente, se pueden emplear procedimientos alternativos para producir dichos componentes.

20 Los principios son similares a los mencionados anteriormente con la excepción del recubrimiento de la superficie del filtro. Con componentes más grandes, no es necesariamente práctico recubrir la superficie del filtro usando succión, una solución alternativa a este problema sería recubrir por pulverización el material del filtro usando un equipo de pulverización convencional adecuadamente adaptado. Esto se puede lograr ya sea aplicando materiales de moldeo a mano o usando robótica, colocando en capas varios materiales de componentes compatibles para proporcionar la resistencia y el acabado deseados.

25 Por ejemplo: se aplica una primera capa de material de fibra de pulpa a la superficie del molde o filtro. Mientras todavía está húmedo, se inyecta a la superficie una segunda capa de material de fibra natural húmedo, como arpillera o yute, similar al procedimiento que se usa para producir grandes componentes de fibra de vidrio. A medida que se aplican las capas alternativas, el grosor y la resistencia del componente aumentan para producir el resultado deseado.

30 También se pueden agregar otros aditivos a la mezcla de suministro de pulpa, tales como coloración, impermeabilización, ignifugación, etc., antes de su aplicación sobre la superficie del filtro.

La construcción compuesta final se intercala entre dos filtros con forma complementaria para el secado final.

Si bien la invención se ha descrito con referencia a las realizaciones ilustradas específicamente, son posibles muchas variaciones y modificaciones de las mismas dentro del alcance de las reivindicaciones.

35

40



## REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de formación de un artículo moldeado que comprende:
  - preparar una suspensión de fibra licuando material fibroso en un líquido de suspensión usando un licuadora de cuchillas (1902) que tiene 2-4 cuchillas que giran de 5000 a 10000 revoluciones por minuto o un miembro ranurado cilíndrico (2005) girado alrededor del eje del cilindro con una velocidad de rotación de 200 a 500 rpm para licuar el material fibroso;
  - alimentar la suspensión de fibra a la superficie de moldeo (12) de un molde poroso (107; 1707) compuesto de partículas unidas;
  - eliminar dicho líquido de suspensión a través de los poros de dicho molde poroso (107; 1707) para depositar fibras suspendidas en dicha superficie de moldeo (12) como un artículo conformado (72); y
  - expulsar más líquido de suspensión de dicho artículo (72) aplicando presión al artículo (72) contra dicha superficie de moldeo (12) con un dispositivo de formación z de goma (76; 1737) avanzada hacia la superficie de moldeo (12) o con una membrana flexible impermeable al agua presionada contra el artículo (72) usando presión aplicada detrás de la membrana.
2. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el que la membrana forma una rosca interna en el artículo.
3. Un procedimiento según cualquier reivindicación precedente, en el que la etapa de eliminar dicho líquido de suspensión a través de los poros de dicho molde poroso (107; 1707) comprende aplicar succión al lado opuesto del molde poroso (107; 1707) al que la suspensión de fibra es alimentada.
4. Un procedimiento según cualquier reivindicación precedente, en el que las fibras suspendidas son fibras de papel.
5. Un procedimiento según cualquier reivindicación precedente, que comprende depositar una segunda capa de partículas en la parte superior de la primera capa de fibras depositadas alimentando más partículas suspendidas en un líquido de suspensión al lado (12) del molde (107; 1707) en el que se deposita la primera capa y retirando el líquido de suspensión a través de los poros de dicho molde poroso (107; 1707) para depositar la segunda capa.
6. Un procedimiento según cualquier reivindicación precedente, que comprende agregar un aditivo a la suspensión.
7. Un procedimiento según la reivindicación 6, en el que el aditivo comprende colorante o herbicida o germicida o cera de abejas o partículas decorativas, o una combinación de los mismos.
8. Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el artículo (72) es una botella.
9. Una máquina de moldeo para su uso en un procedimiento reivindicado en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende:
  - un molde poroso (107; 1707) de partículas unidas;
  - una licuadora que comprende un licuadora de cuchillas (1902) con 2-4 cuchillas capaces de girar de 5000 a 10000 revoluciones por minuto o un miembro ranurado cilíndrico (2005) giratorio alrededor del eje del cilindro y capaz de una velocidad de rotación de 200 a 500 rpm, estando la licuadora conectada para suministrar una suspensión a un lado de moldeo del molde (107; 1707); y
  - un dispositivo de formación de goma (76; 1737) que se puede avanzar hacia la cara del molde (107; 1707) en el lado de moldeo (12) del molde (107; 1707) o una membrana flexible impermeable que puede ser presionada contra dicha cara del molde usando presión aplicada detrás de la membrana.



Fig.1.

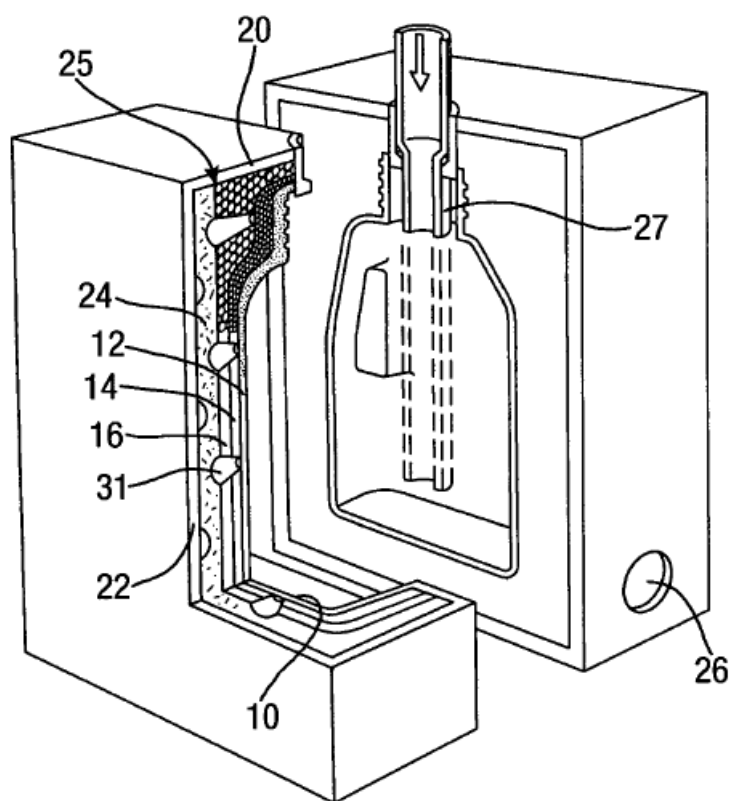




Fig.2.

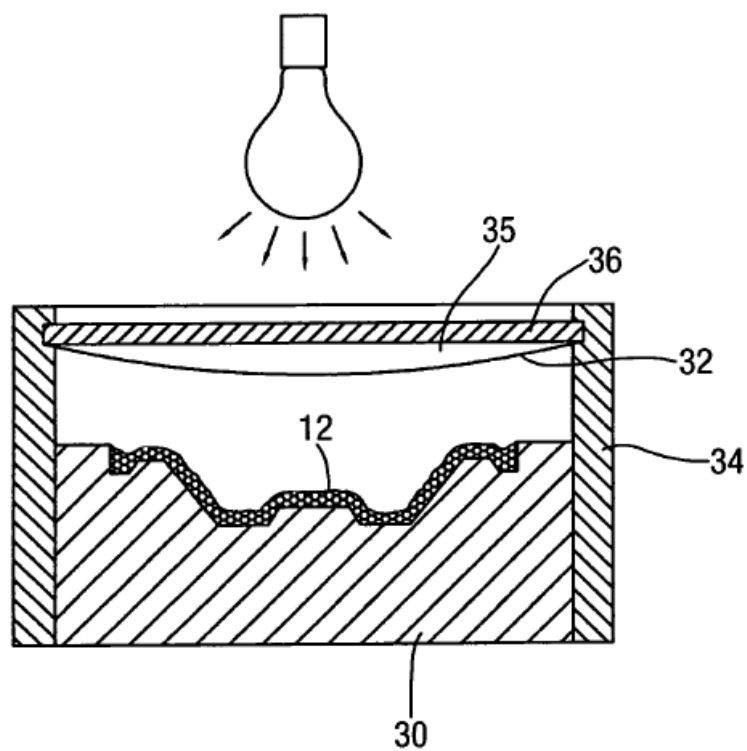


Fig.3.

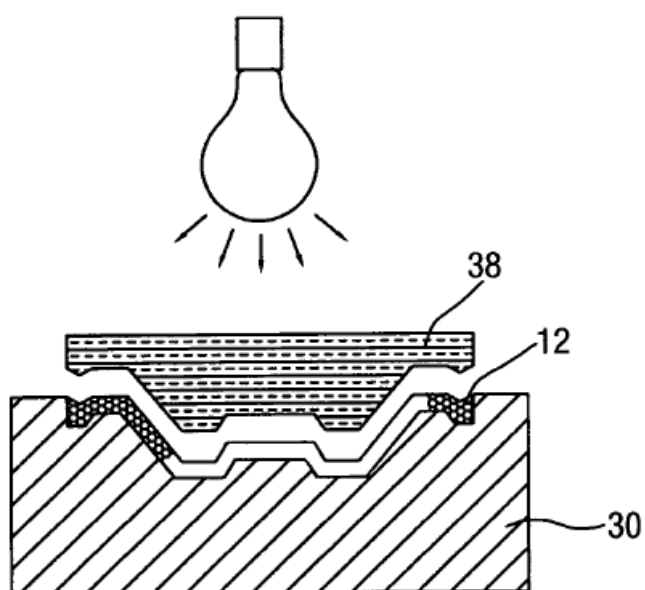




Fig.4.

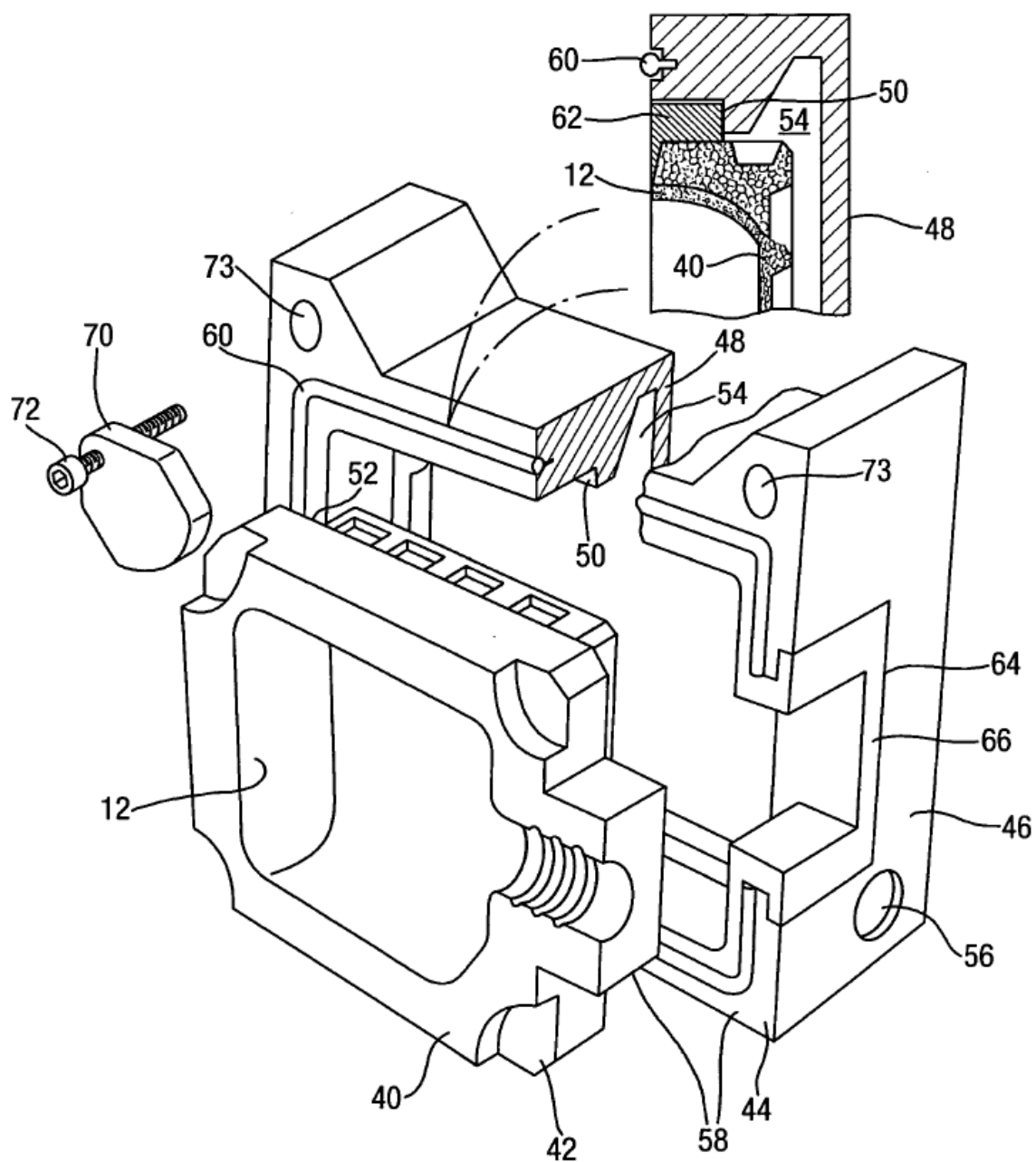




Fig.5A.

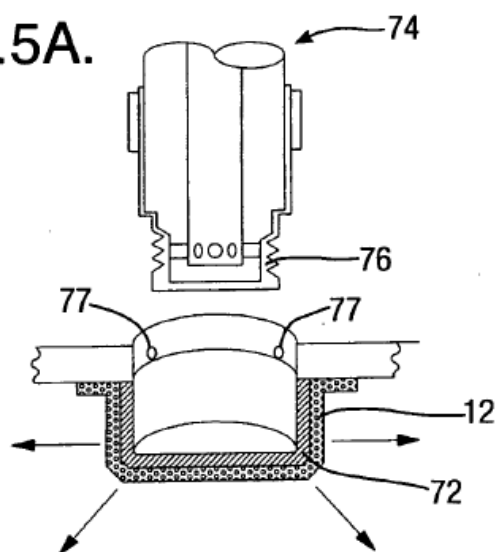


Fig.5B.

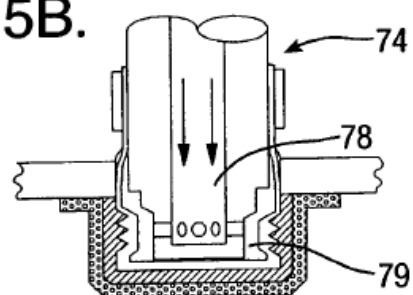


Fig.5C.

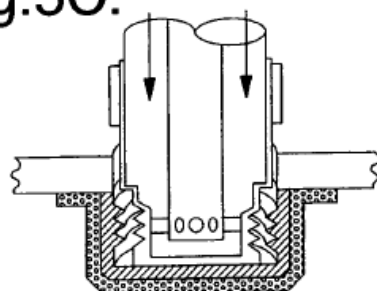


Fig.5D.

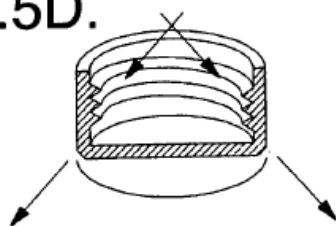




Fig.6A.

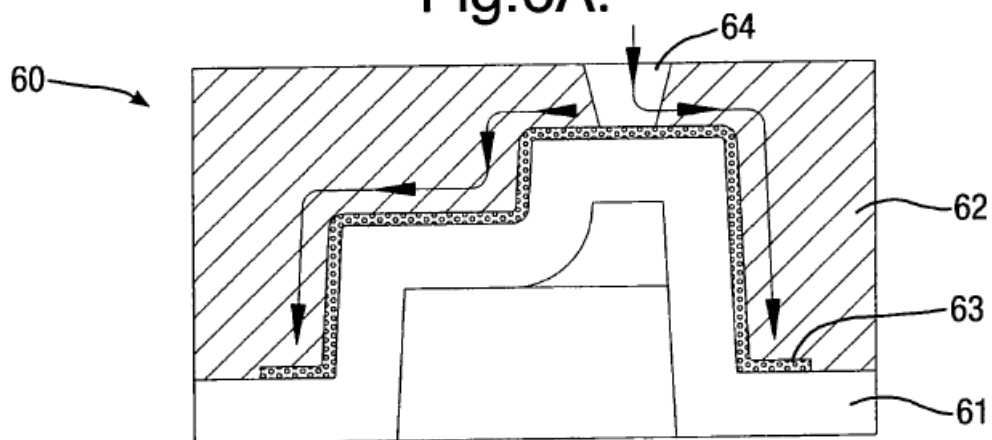


Fig.6B.

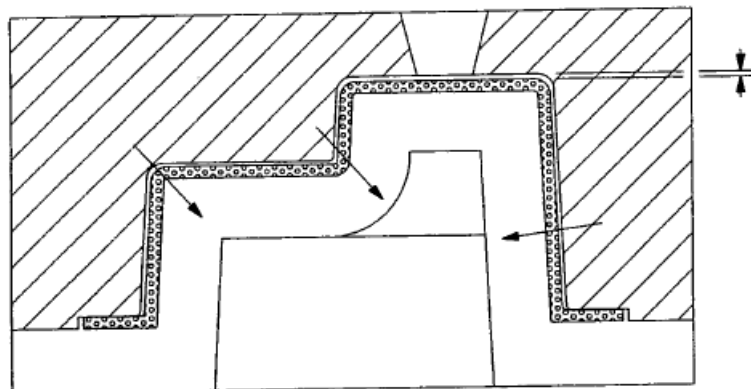


Fig.6C.

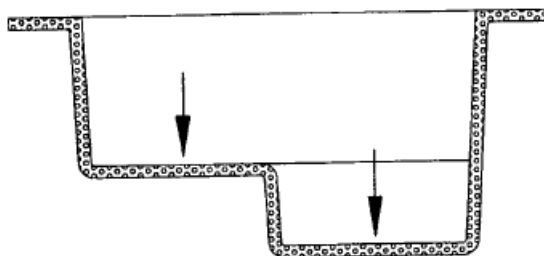




Fig.7.

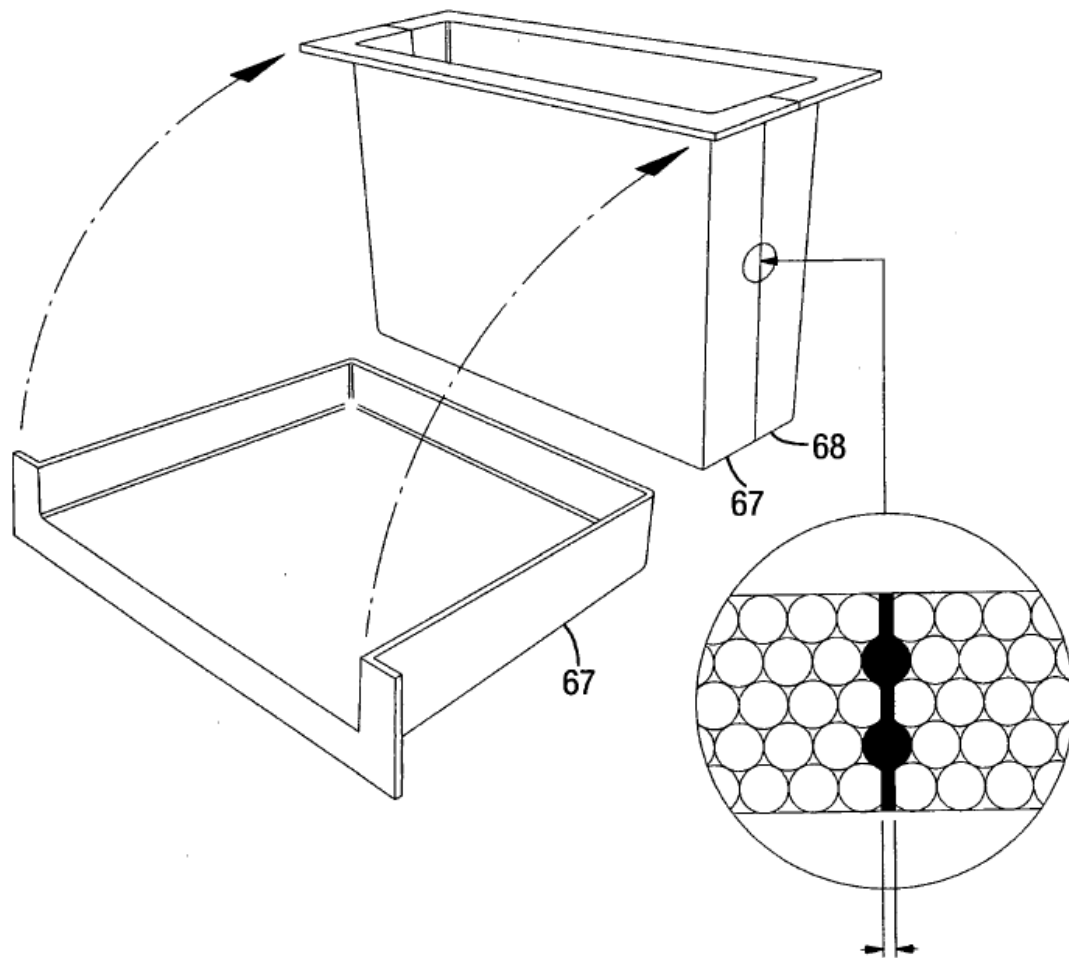




Fig.8.

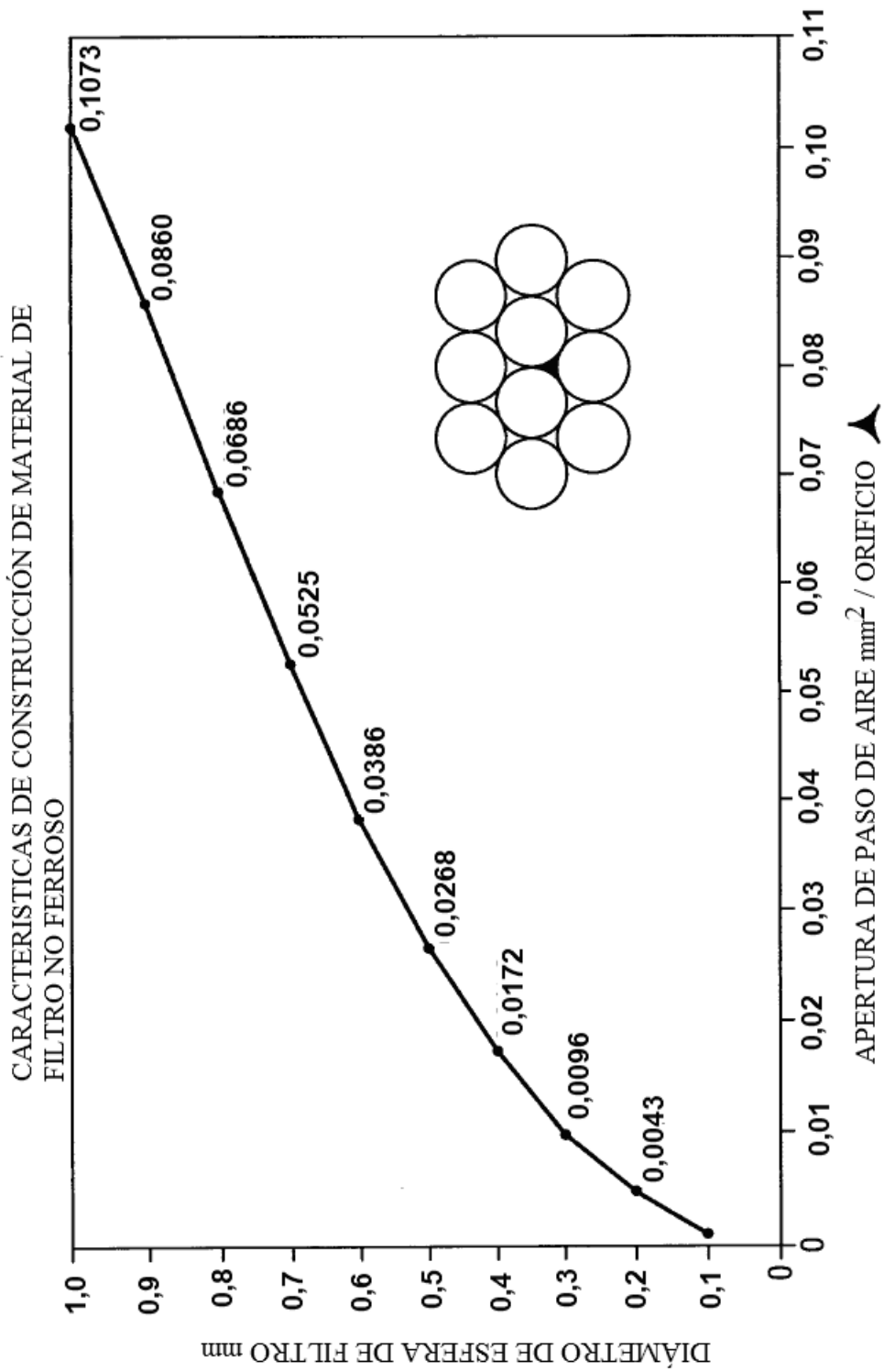




Fig.8A.

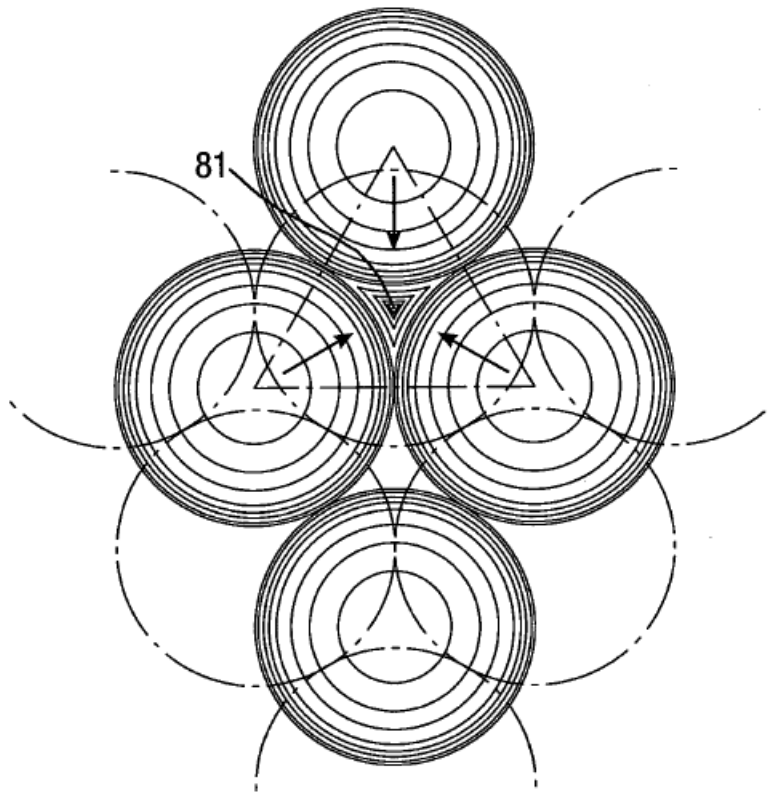




Fig.8B.

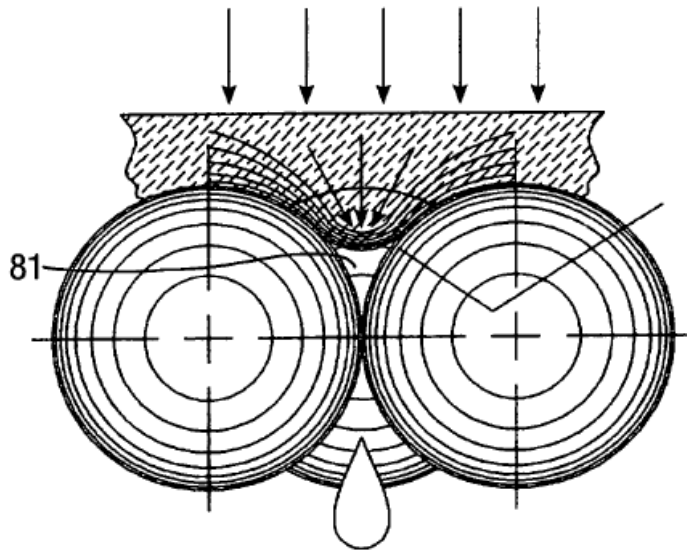


Fig.8C.

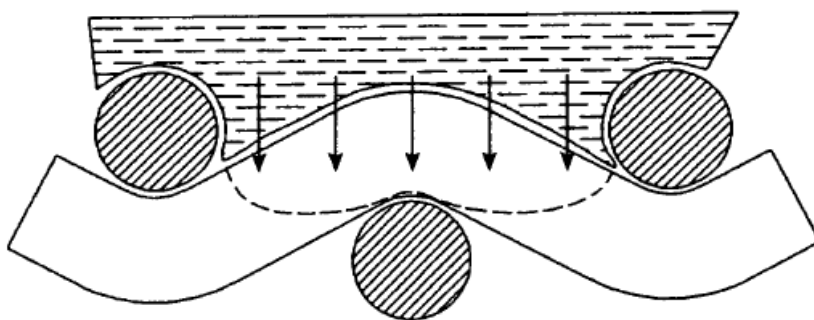




Fig.9.

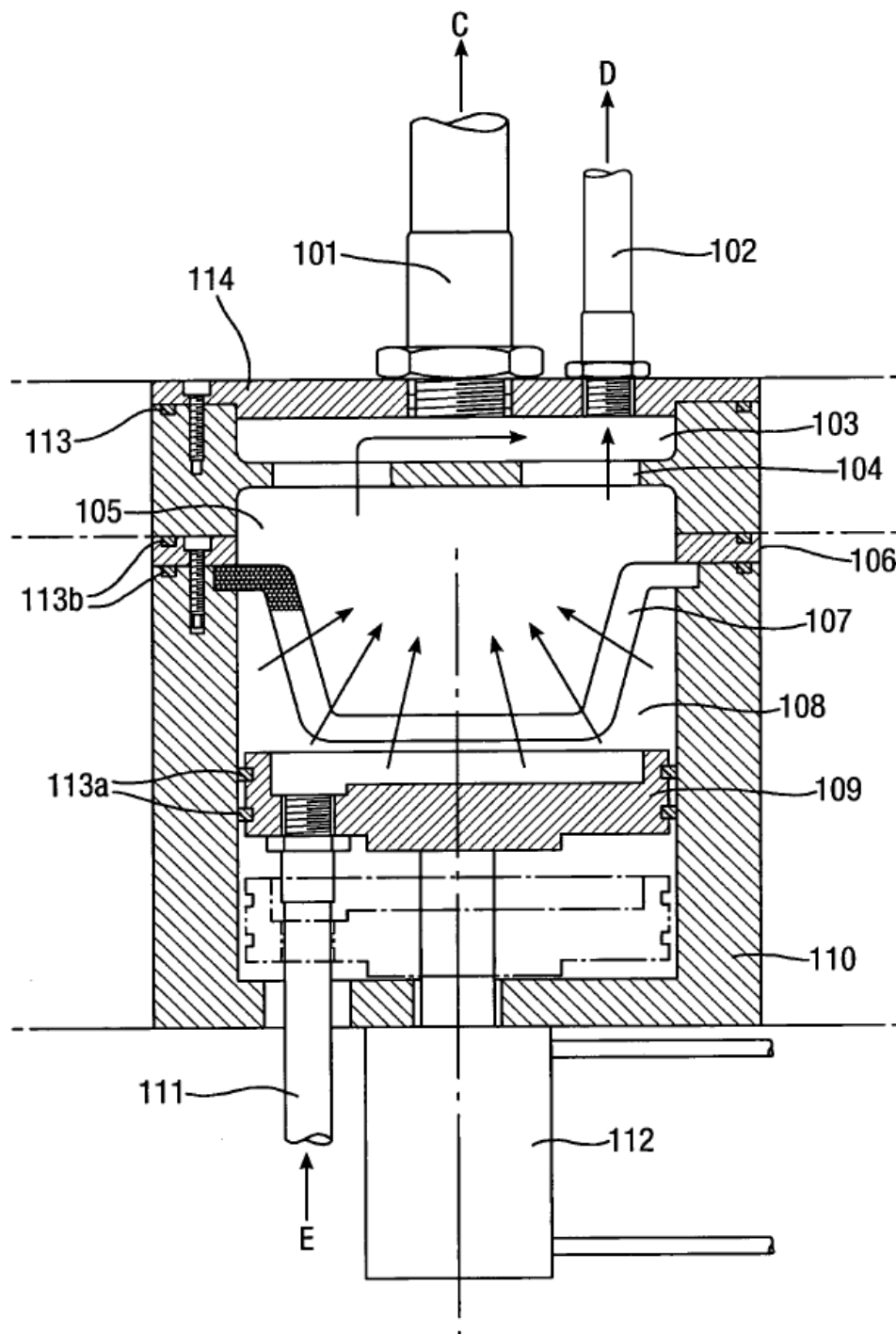




Fig.10.

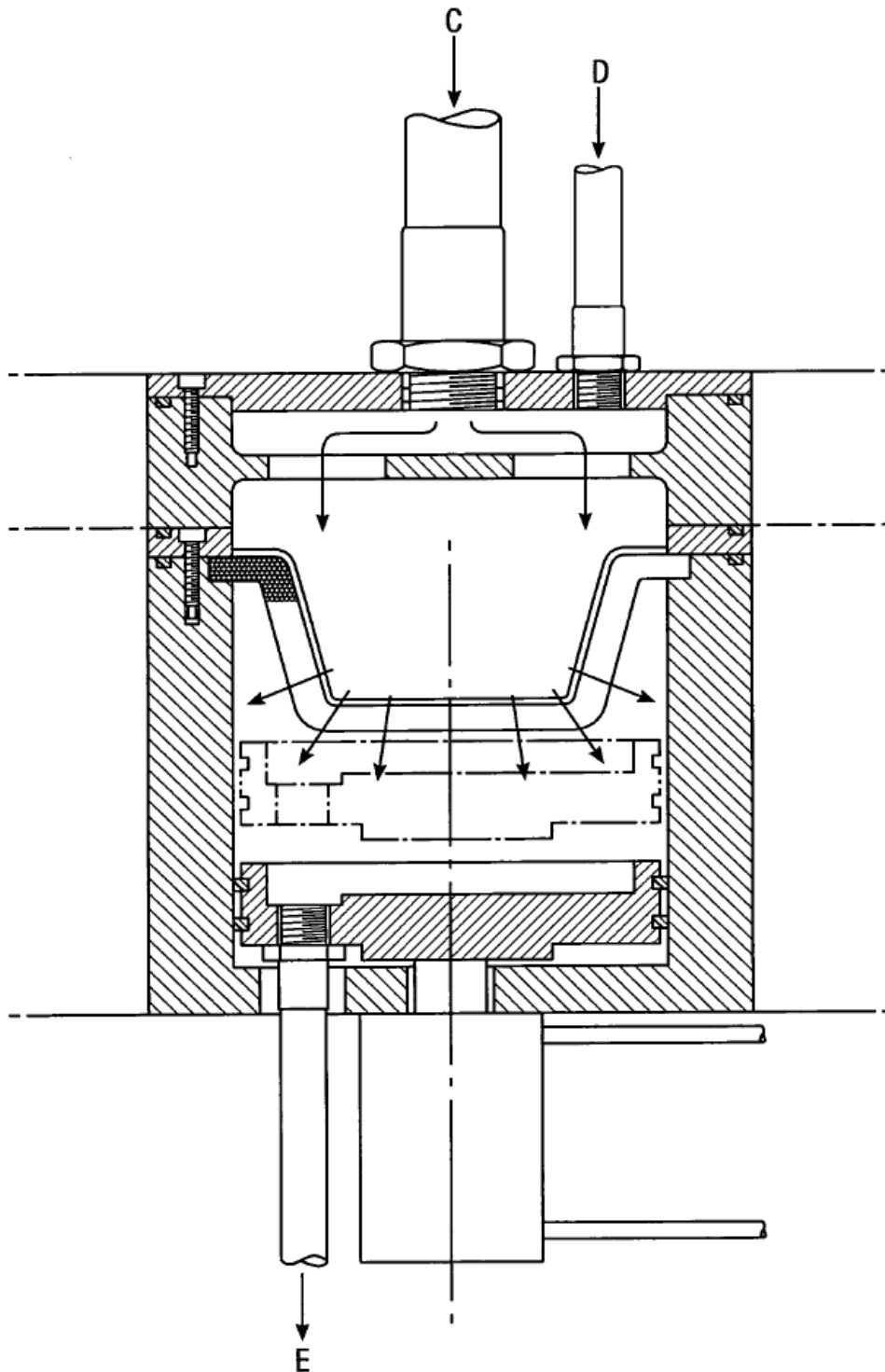




Fig.11.

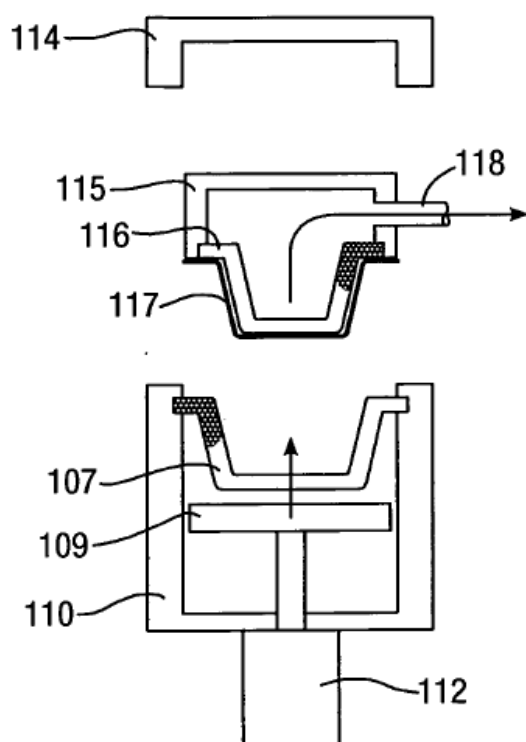


Fig.12.

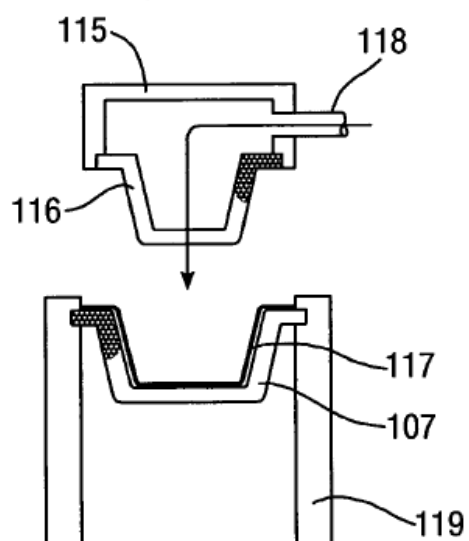




Fig.13.

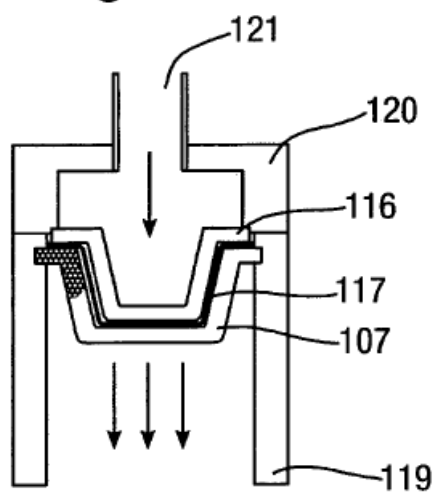


Fig.14.

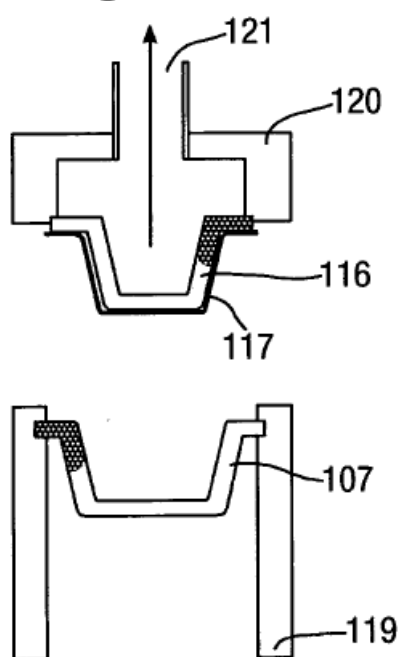


Fig.15.

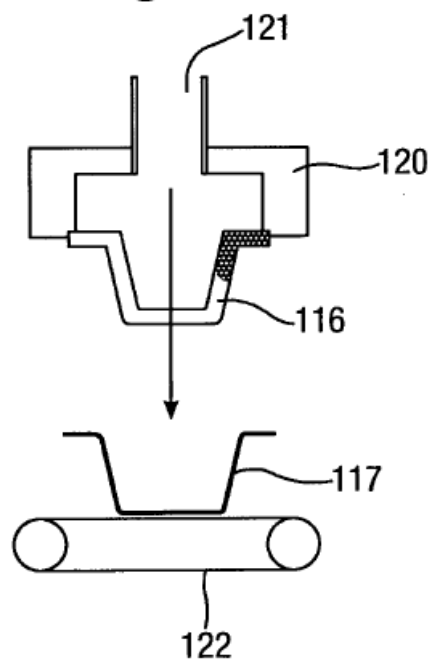




Fig.16.

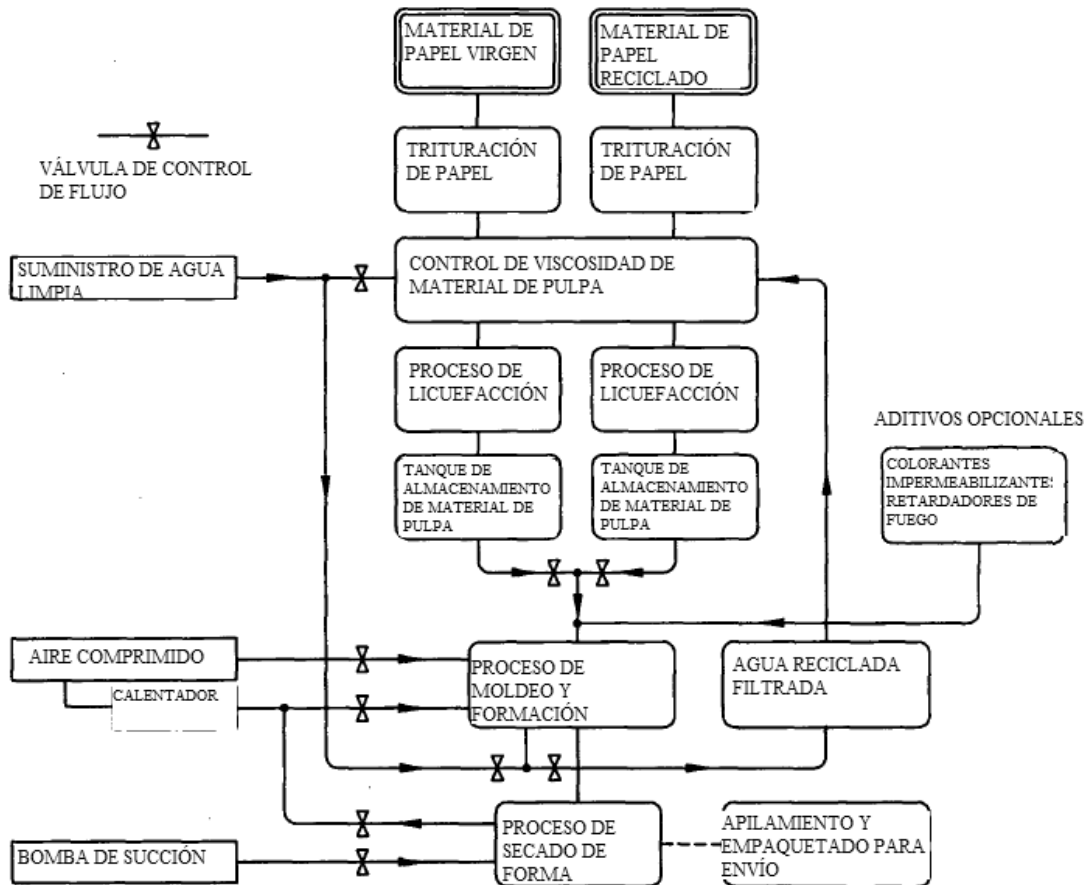




Fig.17.

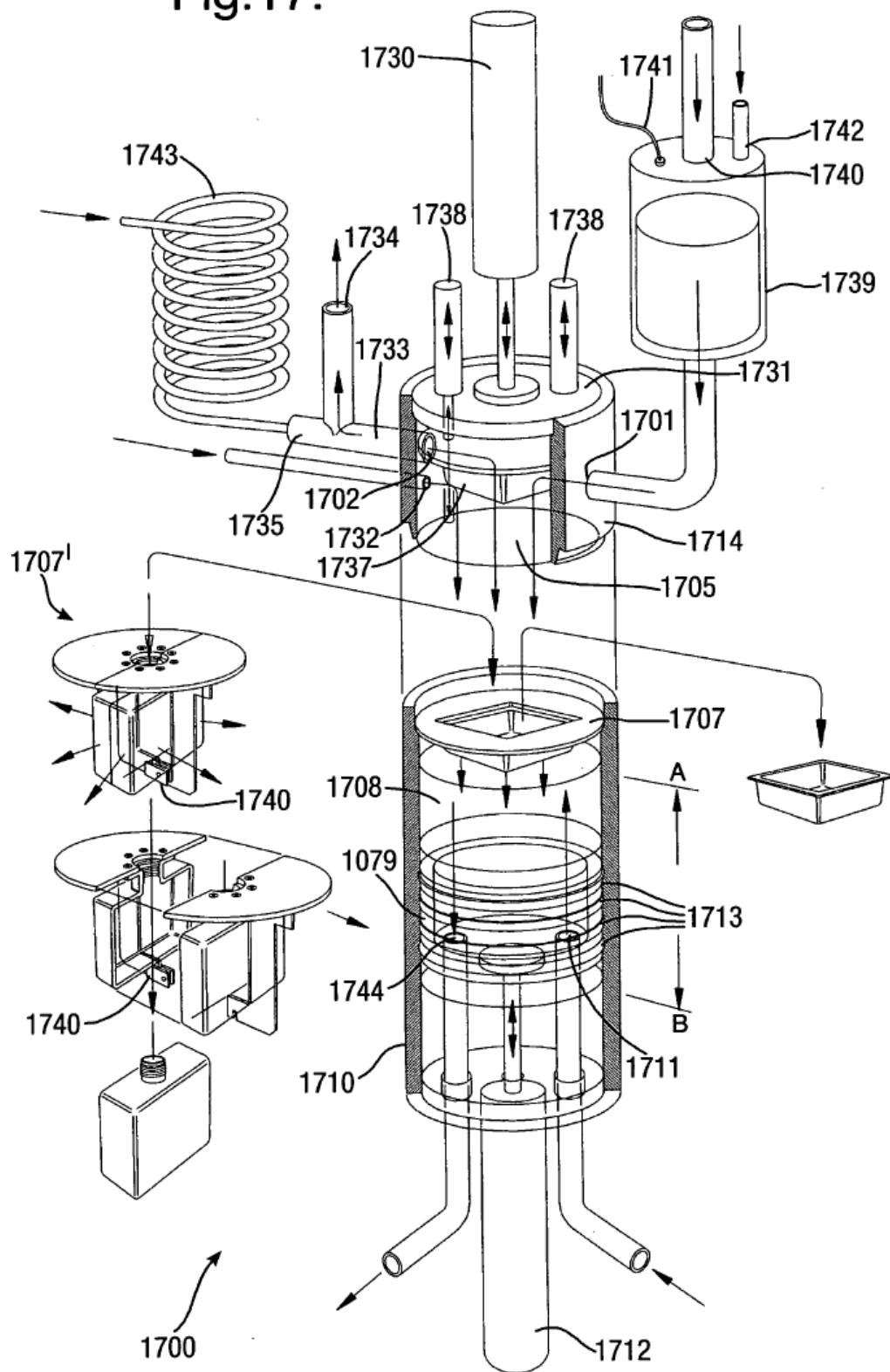




Fig.17a.

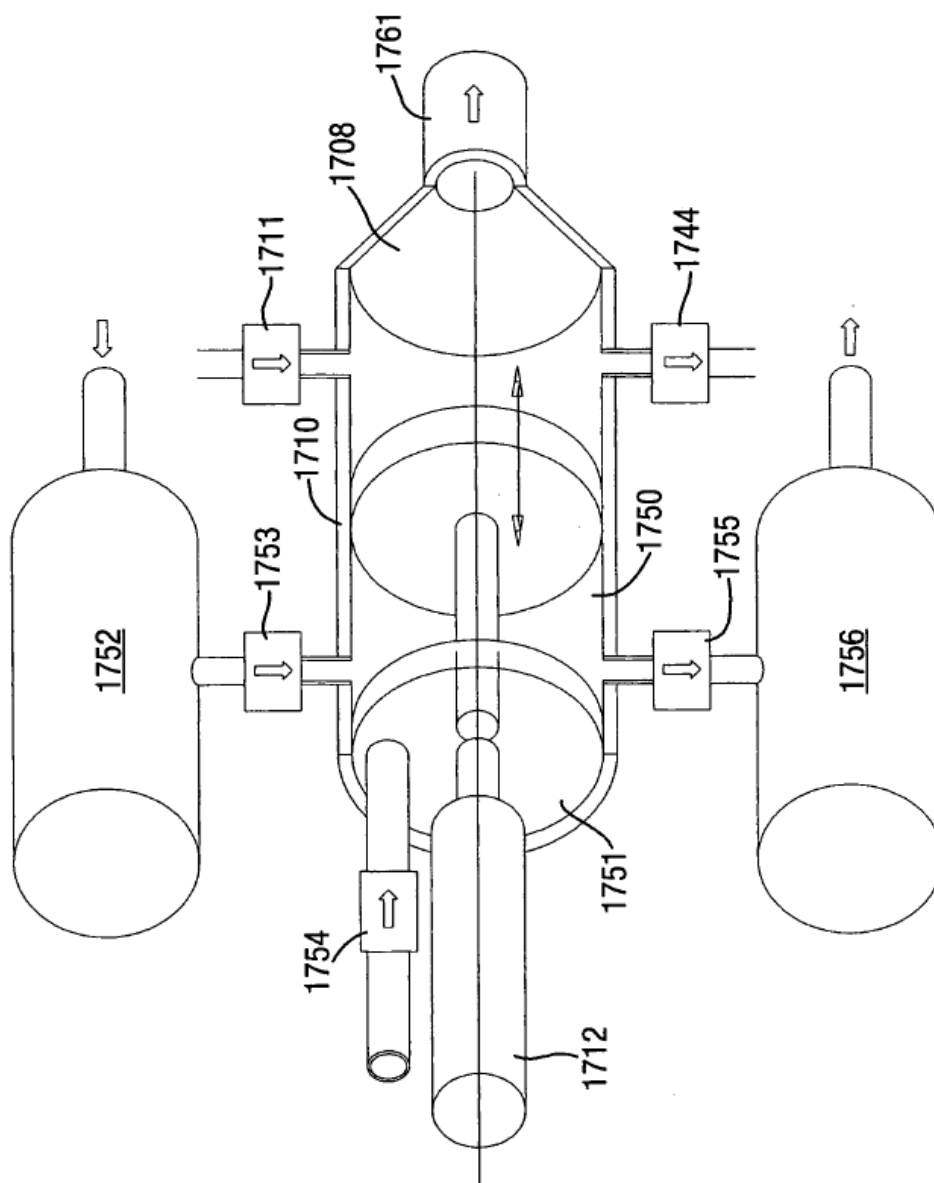




Fig.18.

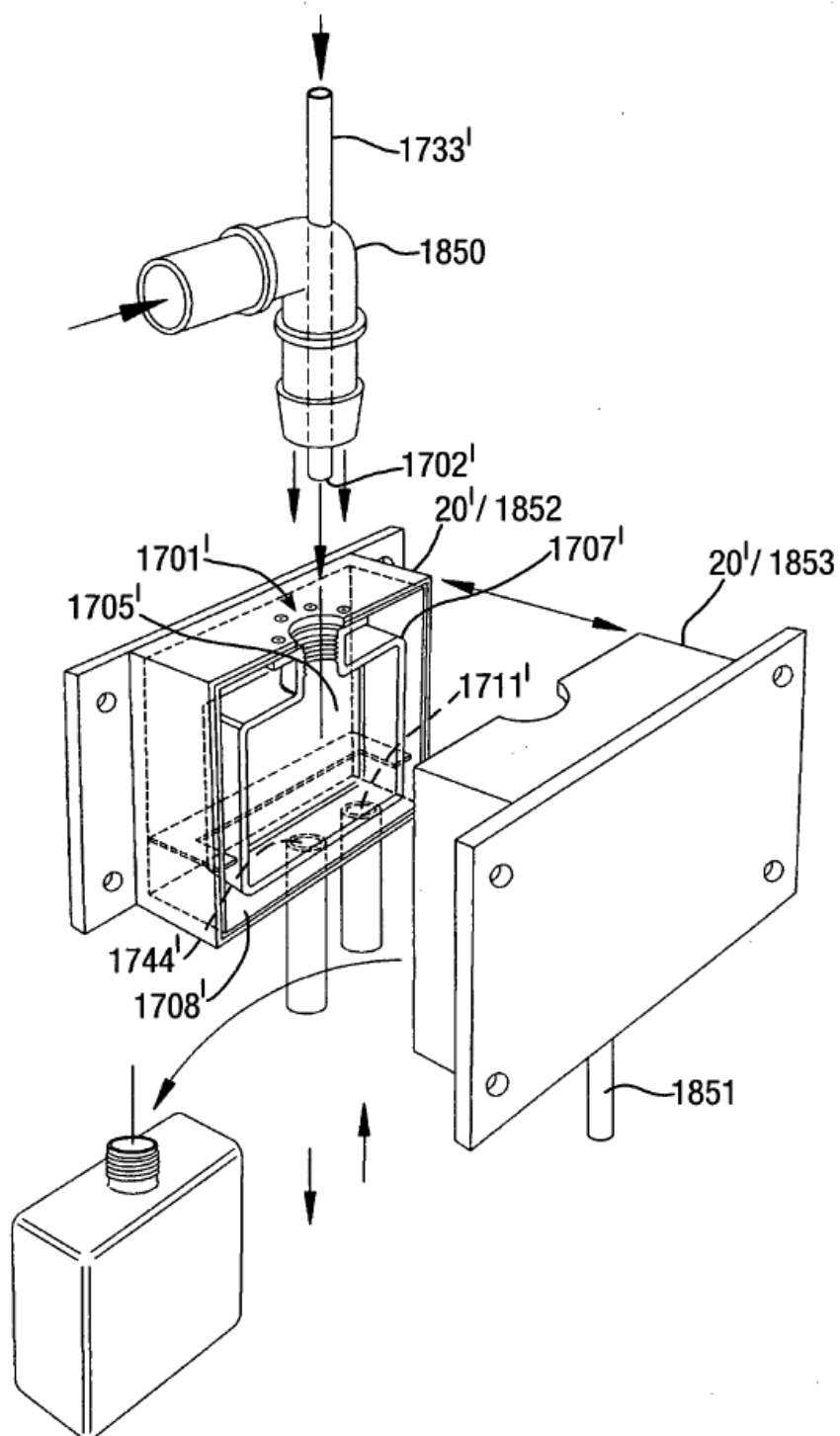




Fig.19.

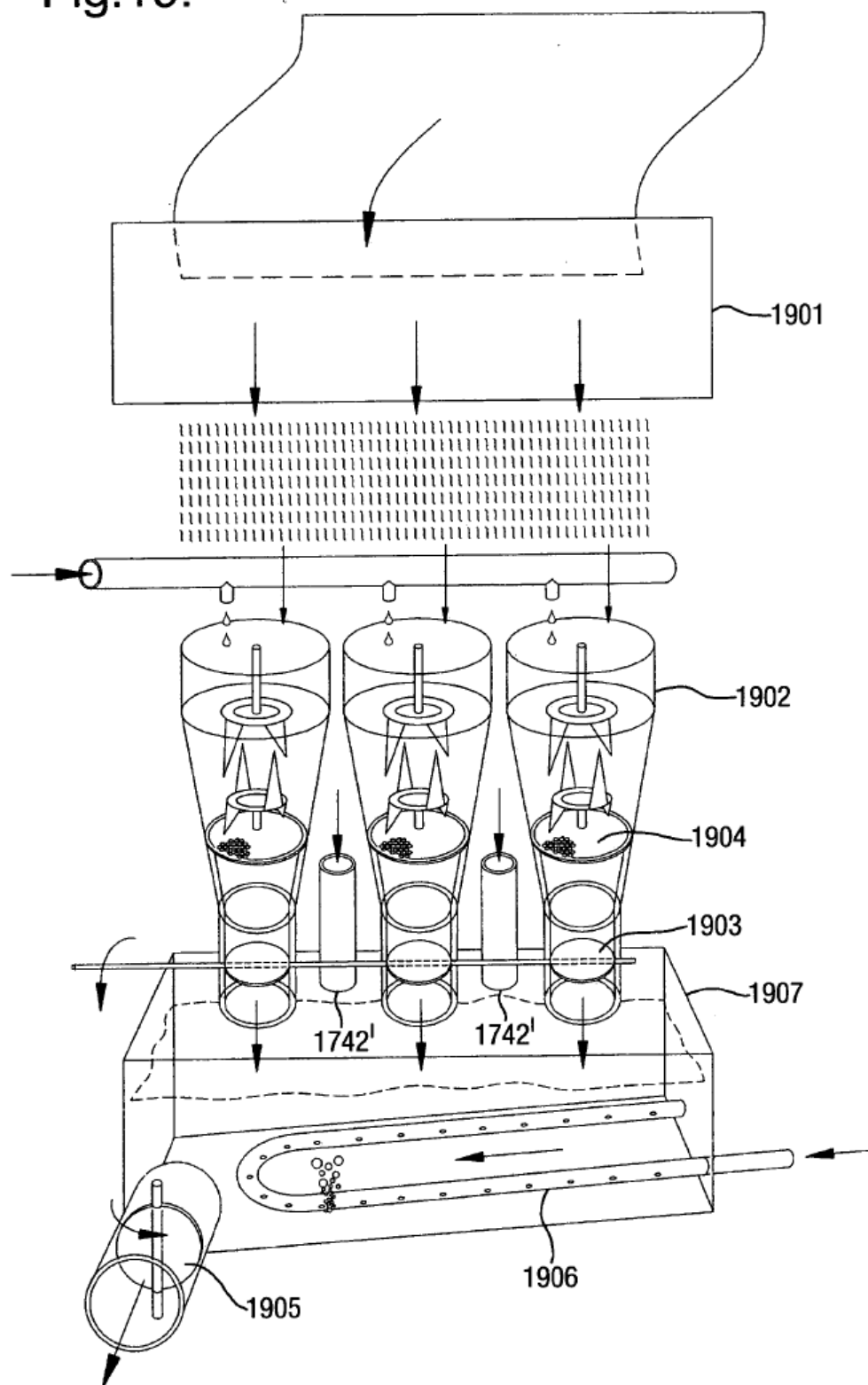




Fig.20a.

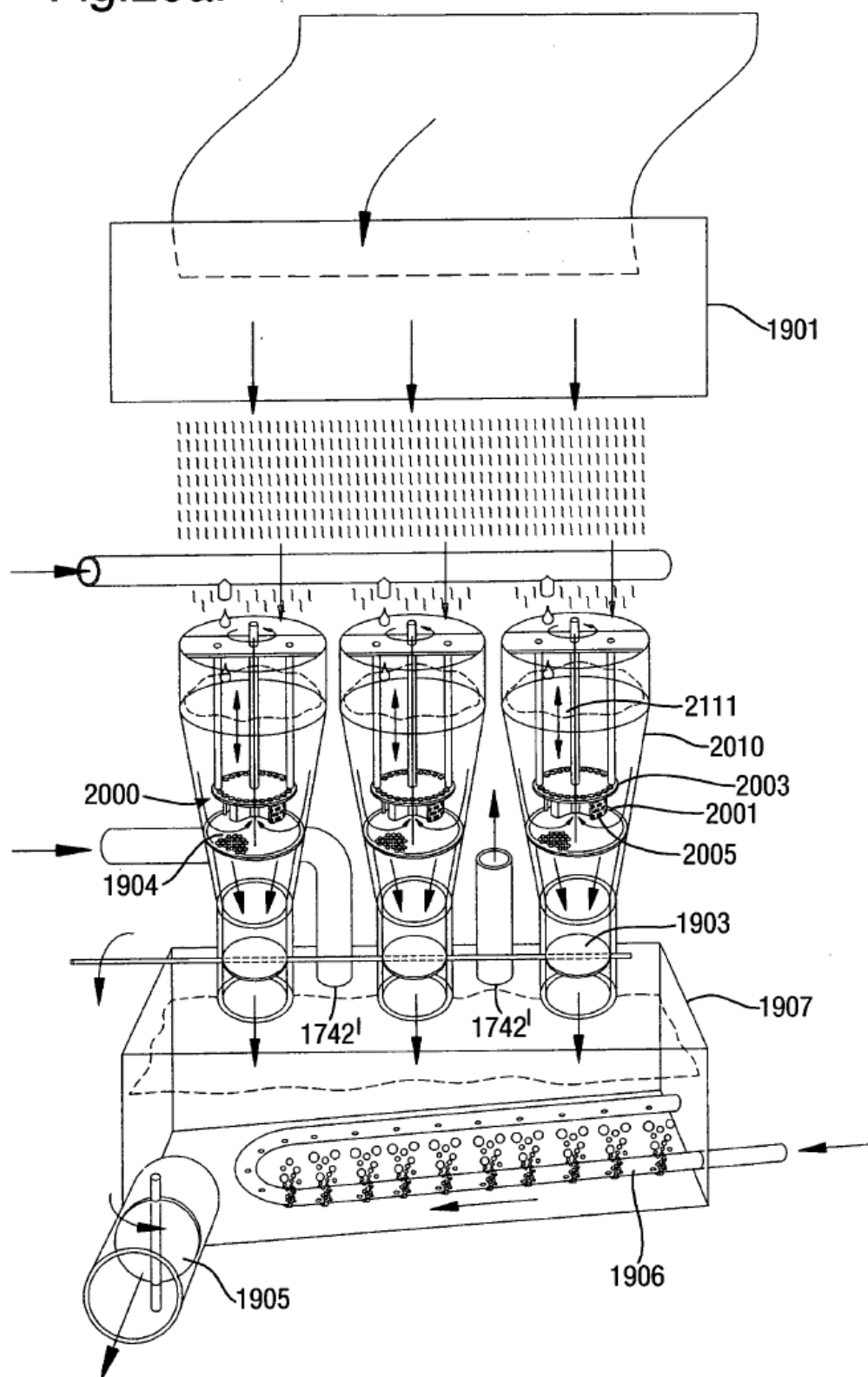




Fig.20b.

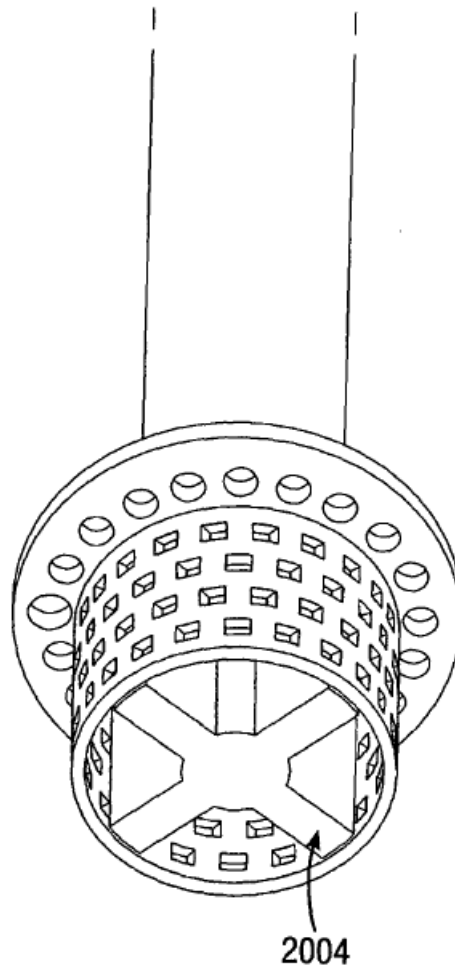




Fig.20c.

