(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 603 286**

(51) Int. Cl.:

B29C 51/02 (2006.01)
B29C 51/08 (2006.01)
B29L 31/56 (2006.01)
B29C 43/36 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.05.2013** **PCT/IB2013/053648**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **14.11.2013** **WO13168083**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.05.2013** **E 13730338 (4)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.10.2016** **EP 2846980**

(54) Título: **Aparato y método de conformación**

(30) Prioridad:

09.05.2012 IT MO20120122

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.02.2017

(73) Titular/es:

ILLYCAFFE' S.P.A. (100.0%)
Via Flavia 110
34147 Trieste, IT

(72) Inventor/es:

BARTOLI, ANDREA;
TRALDI, FLAVIO y
MASTROPASQUA, LUCA

(74) Agente/Representante:

GALLEGO JIMÉNEZ, José Fernando

ES 2 603 286 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 y método de conformación

La invención se refiere a aparatos y métodos de conformación, en particular se refiere a un aparato y a un método para fabricar objetos mediante la conformación por compresión de una lámina de material termoformable.

Un aparato conocido de conformación, que puede asociarse a una máquina de termoformado, típicamente comprende un molde que consiste en un troquel y un punzón. El troquel está provisto de al menos una cavidad configurada para recibir, en una etapa de formación, el material laminar y está conformado con la forma externa del objeto que se va a fabricar.

El punzón a su vez está conformado de tal manera que comprima la lámina dentro de la cavidad y, en cooperación con la cavidad, fabrique el objeto. En particular, en la etapa de formación, el punzón puede moverse hacia el troquel y acoplarse con la cavidad para deformar el material laminar. Este último se ha calentado previamente a una temperatura de ablandamiento que permite la deformación plástica del mismo, aumentando la plasticidad y deformabilidad del mismo.

El troquel está provisto de conductos en cuyo interior fluye un fluido, dispuesto para enfriar el material laminar una vez que se ha deformado dentro de la cavidad para dotar al objeto fabricado de característica mecánicas adecuadas.

El aparato de conformación puede comprender un elemento contenedor, denominado campana, que rodea el punzón y delimita una zona de trabajo cerrada. Más concretamente, la campana hace tope y comprime el material laminar contra el troquel, definiendo la zona de trabajo que está sustancialmente aislada del entorno exterior y en la que se puede introducir aire comprimido y caliente que ayuda al punzón a hacer que el material laminar se adhiera mejor a las paredes de la cavidad.

El aparato de conformación típicamente está asociado con una máquina de conformación que comprende una pluralidad de estaciones operativas a través de las cuales se hace avanzar el material laminar termoformable desenrollado de una bobina, mediante medios de avance adecuados.

Las estaciones operativas comprenden, respectivamente, por ejemplo, aguas arriba y aguas abajo de la estación de conformación provista con el aparato de conformación, una estación de precalentado, en la que el material laminar se calienta a una temperatura preestablecida de ablandamiento y una estación de enfriamiento, en la que el objeto formado se enfría y se estabiliza térmicamente para garantizar una resistencia adecuada a los esfuerzos mecánicos.

Los objetos fabricados con los aparatos de termoformado conocidos que se han divulgado anteriormente, son más fáciles de fabricar y más baratos que los objetos obtenidos por procesos de extrusión o moldeo por inyección.

El grosor del material laminar se elige de tal manera que se garanticen unas características adecuadas de resistencia y dureza para el objeto fabricado. No obstante, debido al grosor que se utiliza en general y a las características mecánicas del material laminar una vez que se ha termoformado y enfriado, algunas operaciones del material anteriormente mencionado son difíciles de realizar. En particular, por lo general resulta difícil realizar perforaciones o incisiones, a no ser que se usen láminas de material con un grosor muy reducido, grosor que es insuficiente para hacer objetos rígidos, resistentes y duros.

En el campo de las cápsulas o recipientes para preparar bebidas en máquinas de dispensado automático, se sabe que la necesidad consiste en ser capaz de perforar fácilmente una cápsula que contenga un producto (una infusión soluble que se puede percolar) para permitir que un líquido presurizado, normalmente agua, se mezcle con el producto y que salga la bebida obtenida. En particular, las cápsulas se tienen que poder perforar con un medio adecuado de la máquina dispensadora y/o por cooperación entre la cápsula y tal medio adecuado.

Las cápsulas típicamente comprenden un recipiente con forma de copa cerrada por arriba por una tapa.

Las cápsulas y las tapas fabricadas mediante el proceso de termoformado sin embargo, en general no pueden perforarse, dado que el grosor del material laminar que permitiría el taladrado de las mismas sería insuficiente para garantizar la estabilidad y resistencia de la cápsula durante la inyección del fluido presurizado a altas temperaturas.

Para este fin, se usan cápsulas que están cerradas por una lámina de aluminio o una película de plástico que es fácil de perforar y/o están provistas de un orificio en la pared inferior (fabricándose el fondo durante el termoformado), orificio que también está cerrado por una película de aluminio o de plástico.

Como alternativa, se tienen que usar cápsulas y tapas producidas mediante procesos de modelo por inyección, que permiten que partes del objeto a fabricar tengan un grosor reducido y características mecánicas tales que permitan que se realice una perforación o incisión en tales objetos. No obstante, tales objetos son particularmente costosos, debido a los procesos y a los plásticos que hay que utilizar para el moldeo por inyección.

El documento GB1136613 divulga un método de moldeo de artículos a partir de material laminar de resina termoplástica, que comprende extrudir una resina termoplástica en forma de lámina; suministrar la lámina recién extruida mientras aún se encuentra en estado plástico desde el extrusor hasta una posición entre dos mitades de un molde, una de cuyas mitades define una superficie de moldeo, y al menos una de cuyas mitades tiene un reborde que envuelve los contornos periféricos del artículo a moldear, de tal manera que los bordes de la lámina y las mitades del molde formen un ajuste sustancialmente estanco al gas; conformar la lámina con la forma definida por la superficie de moldeo creando un diferencial de presión entre el lado de la lámina y separar las dos mitades del molde para retirar el artículo moldeado.

El documento FR1407394 divulga un proceso para producir recipientes que tienen una tapa abisagrada, tal como cajetillas de tabaco, que comprende conformar el cuerpo y la tapa de cada cajetilla a partir de una única lámina de material termoplástico en moldes adyacentes mediante la intervención de la presión de un gas y comprimiendo la parte de la lámina de material entre los moldes para formar la bisagra en forma de una área de grosor reducido.

El documento US3236373 divulga un recipiente hueco de material termoplástico, que comprende una cubierta y una parte de base termoformadas contiguas, unidas por una unión abisagrada de una capa de espuma de polímero termoplástico que forma parte integral con una piel no porosa sin espumar de dicho polímero y en el que se dispersa un pigmento flotante a través de dicho polímero, estando dicho pigmento más concentrado en las superficies exteriores del recipiente.

El documento US3611500 divulga un conjunto de troquel de conformación para formar artículos en una bobina continua de espuma de plástico, que comprende: un medio de troquel de conformación, incluyendo primer y segundo elementos cooperativos del troquel de conformación, movibles el uno hacia el otro en una relación operativa, para conformar un artículo tridimensional de un segmento de bobina de espuma; un medio de cuchilla periférico alrededor de uno de dichos elementos y conmutable para cortar a través de la bobina de espuma alrededor de un artículo conformado; una superficie cooperadora de tope de cuchilla en el otro elemento; un medio de compresión de segmentos de bobina que comprende un medio de rebaje hueco en al menos una de (a) dicha cuchilla y (b) dicha superficie de tope de cuchilla, que tiene una profundidad que es solo una pequeña fracción del grosor de la bobina de espuma, para provocar que la separación periférica de un artículo de espuma conformado sea discontinua y que los segmentos de bobina de espuma que separan los cortes discontinuos estén comprimidos, y un medio especial adyacente a dichos elementos conformadores para crear características de alivio de tensión en la bobina durante las etapas de conformación y corte.

El documento W02007/101868 divulga un proceso para la producción de una estructura en sándwich conformada en tres dimensiones, que comprende las etapas de:

- proporcionar al menos una capa de núcleo (2) para la estructura en sándwich que comprende un material de núcleo compresible;
- posicionar dicha capa de núcleo (2) en un molde de compresión (7, 9) entre una primera (6) y una segunda superficie de molde (8) del mismo, estando la primera superficie de molde (6) formada por una primera sección de molde (7) y la segunda superficie de molde (8) por una segunda sección de molde (9), siendo la primera y segunda secciones de molde (7, 9) movibles la una con respecto a la otra entre una posición de moldeo y desmoldeo; y
- llevar las secciones de molde (7, 9) a su posición de moldeo para moldear dicha capa de núcleo (2) en una forma tridimensional entre la primera y la segunda superficies de molde (6, 8); teniendo la capa de núcleo (2) dos caras opuestas principales que se cubren antes y/o después de la etapa de moldeo con al menos una capa de un material de recubrimiento (3, 4, 5) para obtener dicha estructura en sándwich, caracterizado por que al menos dicha primera sección de molde (7) se compone de al menos dos partes de molde (10 y 11 -13) mutuamente movibles, incluyendo al menos una primera (10) y una segunda parte de molde (11 -13) que forman respectivamente una primera y una segunda parte de dicha superficie de molde (6), y por que, cuando se llevan las secciones de molde (7, 9) a su posición de moldeo, una primera parte de la capa de núcleo (2) se somete a un estampado profundo moviendo la primera parte de molde (10) hacia su posición de moldeo de manera que se formen arrugas en la capa de núcleo (2), potenciándose la formación de dichas arrugas moviendo la segunda parte de molde (11 -13) después y/o más despacio que la primera parte de molde (10) hacia su posición de moldeo.

Un objetivo de la presente invención consiste en mejorar los métodos y aparatos conocidos para fabricar objetos que formen un material laminar termoformable.

Otro objetivo consiste en realizar un método y un aparato que permitan la formación de objetos que presenten características de elevada resistencia mecánica y gran robustez y que al mismo tiempo estén provistos de partes debilitadas fáciles de perforar.

Otro objetivo más consiste en realizar un método y un aparato que permitan la formación de objetos que estén provistos de partes debilitadas que presenten valores de grosor precisos y fiables.

Otro objetivo adicional consiste en obtener un aparato de conformación que sea fácil de construir.

Otro objetivo más consiste en obtener un método de formación y un aparato que permitan reducir los costes de producción de los objetos.

En un primer aspecto de la invención, se proporciona un método para fabricar objetos de acuerdo con la reivindicación 1.

En un segundo aspecto de la invención se proporciona un aparato de acuerdo con la reivindicación 7.

En un tercer aspecto de la invención se proporciona una máquina de formación de acuerdo con la reivindicación 18.

La invención puede entenderse e implementarse mejor con referencia a los dibujos adjuntos que ilustran algunas realizaciones de la misma a modo de ejemplos no limitantes, en los que:

la Figura 1 es una sección trasversal esquemática de un aparato de conformación de acuerdo con la invención en una primera configuración operativa;
la Figura 2 es una sección transversal esquemática del aparato de la Figura 1 en una segunda configuración operativa;
la Figura 3 es una sección transversal esquemática del aparato in Figura 1 en una tercera configuración operativa;
la Figura 4 es una vista parcial ampliada de un detalle del aparato de la Figura 3;
la Figura 5 es una vista en planta de un objeto, en particular una tapa, fabricada con el aparato de conformación de la Figura 1;
La Figura 6 es una sección trasversal según la línea VI-VI de la Figura 5;
La Figura 7 es una sección trasversal de la tapa de la Figura 5 asociada con un recipiente que también puede fabricarse con una versión del aparato de conformación de la invención;
la Figura 8 es una vista parcial ampliada del objeto de la Figura 5 que ilustra una perforación realizada en una parte del mismo con una punta de forma cónica.
La Figura 9 es un histograma que muestra una distribución de frecuencias del grosor de un material que puede obtenerse con el método y el aparato de la invención.
La Figura 10 es una sección transversal de una variante del aparato de conformación de acuerdo con la invención en una tercera configuración operativa.

Con referencia a las figuras 1 a 3 se muestra un aparato de conformación 1 para comprimir-conformar un objeto 50, mostrado en la figura 4, a partir de un material laminar 40 termoformable.

El objeto 50 comprende, por ejemplo, una tapa que puede usarse para cerrar un recipiente, como se ilustra en la figura 7.

El aparato 1 puede estar asociado a una maquina de conformación, que no se muestra, que comprende una pluralidad de estaciones de trabajo, incluyendo una estación de conformado con la que el aparato 1 y otras estaciones anteriores y posteriores a la estación de conformado están asociados. Por ejemplo, aguas arriba de la estación de conformado se puede proporcionar una estación de calentamiento del material laminar 40 para llevar el material laminar 40 a altas temperaturas de tal manera que permitan que el material laminar 40 se ablande y deforme plásticamente en la siguiente estación de conformado. El material laminar 40 se calienta a una temperatura comprendida entre 100 ºC y 180 ºC, en particular, entre 140 ºC y 165 ºC.

El aparato 1 de la invención comprende un medio de troquel 2 provisto de un medio de cavidad 4 y un medio de conformación 3 que coopera con el medio de cavidad 4 para formar los objetos 50. En la realización mostrada en las figuras, el medio de conformación comprende un medio de punzón 3.

El medio de troquel comprende un troquel 2 que es movible a lo largo de una dirección de desplazamiento B que es sustancialmente ortogonal al material laminar 40 y a una dirección de avance A del mismo dentro del aparato de conformación.

El medio de cavidad comprime al menos una cavidad 4 que tiene una forma conformada para que se corresponda con la del objeto 50 a formar. El medio de punzón comprende al menos un punzón 3 conformado que tiene una forma que es complementaria a la de la cavidad 4 de tal manera que el objeto 50 se conforme por compresión.

El aparato 1 además está provisto de un medio de punzón 5 de aplastamiento que comprende al menos un punzón de aplastamiento que interactúa y coopera con el troquel 2 para comprimir una primera parte 41 de material laminar 40 antes de la etapa de conformación para reducir y debilitar el grosor de la misma, modificar una estructura del material de la misma, como se explica con más detalle más adelante en la descripción. Para este fin, el troquel 2 comprende un medio de tope 6 que es adecuado para soportar la anteriormente mencionada primera parte 41 de material laminar y cooperar con el punzón 5 de aplastamiento para comprimir este último. El medio de tope 6 comprende en este caso específico un reborde provisto dentro de la cavidad 4.

El punzón 5 de aplastamiento se mantiene frío, es decir, se mantiene a una temperatura, comprendida en particular entre 15 ºC y 40 ºC, de manera que la primera parte 41 se enfríe localmente y obtener una estructura de dicho material laminar 40 en una fase sustancialmente amorfa en la primera parte 41. Cabe destacar que la temperatura del punzón 5 de aplastamiento es considerablemente inferior a la temperatura del material laminar 40 que se calienta a una temperatura entre 100 ºC y 180 ºC, particularmente entre 140 ºC y 165 ºC.

El punzón 5 de aplastamiento puede enfriarse mediante medios de enfriamiento correspondientes, que no se muestran en las figuras, y que comprenden conductos internos para el paso de un fluido refrigerante o que comprende materiales de elevada conductividad térmica.

El punzón 5 de aplastamiento comprende una pared terminal 5a, por ejemplo, de forma sustancialmente circular, que presiona la primera parte 41 de material laminar 40 contra una pared de tope 6a correspondiente del medio de tope 6, por ejemplo, una pared que también tiene una forma circular. La pared terminal 5a está conectada a una pared lateral 5b, por ejemplo una pared cilíndrica, por una parte de conexión 5c de forma redonda.

La rugosidad de la superficie de la pared terminal 5a del punzón 5 de aplastamiento es inferior a 0,4 µm, en particular inferior a 0,2 µm.

El troquel 2 está provisto de conductos 8 para el paso de un líquido de refrigeración adecuado para refrigerar superficies externas de la cavidad 4 y del medio de tope 6. De esta manera, el material 40 que se adhiere a las superficies externas anteriormente mencionadas, durante la conformación puede enfriarse rápidamente para adquirir las características mecánicas requeridas.

Las superficies externas enfriadas del medio de tope 6 cooperan con el punzón 5 de aplastamiento para enfriar localmente la primera parte 41 y para fabricar la estructura de la fase amorfa del material laminar.

El medio de conformación 3 opera sobre una segunda parte 42 del material laminar 40 contiguo a la primera parte 41. En particular, con referencia a la realización mostrada en las figuras, la segunda parte 42 rodea la primera parte 41 y forma sustancialmente el cuerpo del objeto 50.

El aparato además comprende un medio contenedor 10 que incluye un elemento contenedor, una denominada campana, dispuesta para presionar el material laminar 40 contra una pared de soporte 7 del troquel 2 y retener el material laminar 40 antes de la conformación. La cavidad 4 se abre sobre la pared de soporte 7.

El elemento contenedor 10 define un volumen de trabajo 11 que contiene el punzón 3 y el punzón 5 de aplastamiento. El medio de conformación además comprende un medio de suministro 12 que suministra dentro del volumen de trabajo 11 un fluido presurizado dispuesto para hacer que el material laminar 40 se adhiera a las paredes de la cavidad 4.

El punzón 5 de aplastamiento se fija al elemento contenedor 10 de tal manera que haga tope sobre la primera parte 41 del material laminar 40 y presione la primera parte 41 contra el medio de tope 6 cuando el troquel 2 se levanta a lo largo de la dirección de desplazamiento B y comprime el material laminar 40, anteriormente mencionado, contra una placa de compresión 13 del elemento contenedor 10.

En particular, el punzón 5 de aplastamiento se fija de manera ajustable al elemento contenedor 10 para variar un grosor o cantidad de aplastamiento d1 de la primera parte 41 (Figura 4). En otras palabras, es posible variar la posición de la pared terminal 5a del punzón 5 de aplastamiento con respecto a una cara de tope 13a de la placa de compresión 13, lo que determina un aplastamiento mayor o menor de la primera parte 41 contra la pared de tope 6a del medio de tope 6.

En una realización del aparato que no se ilustra en las figuras, el punzón 5 de aplastamiento está montado de manera movible con respecto al elemento contenedor 10 e independientemente del punzón 3. En esta realización, el punzón 3 y el punzón 5 de aplastamiento están accionados por medios de accionamiento respectivos e independientes, es decir, de un tipo conocido y no se ilustran en las figuras.

La operación del aparato de conformación 1 y el correspondiente método o proceso de conformación proporcionan en una primera etapa el desplazamiento a lo largo de la dirección de avance A del material laminar 40, que previamente se ha calentado a una temperatura suficiente como para que el material laminar 40 se ablande dentro del aparato de conformación 1. Este último está dispuesto en una primera configuración operativa W1 en la que el troquel 2, el elemento contenedor 10 y los punzones 3, 5 están separados del material laminar 40 para permitir que el material laminar se deslice.

En una segunda etapa, el troquel 2 se mueve a lo largo de la dirección de desplazamiento B de manera que el material laminar 40 quede comprimido por la pared de soporte 7 contra la placa de compresión 13 del elemento contenedor 10 y la primera parte 41 del material laminar 40 quede comprimida y aplastada entre el medio de tope 6 y el punzón 5 de aplastamiento, en una segunda configuración operativa W2 del aparato 1.

En esta segunda configuración operativa W2, la posición relativa entre el punzón 5 de aplastamiento y el medio de tope 6 y la fuerza ejercida por este último sobre la primera parte 41 de material laminar 40 es tal que reduce el grosor del mismo a un valor d1 deseado.

El efecto de compresión y aplastamiento ejercidos por el punzón 5 de aplastamiento y por el medio de tope 6 no solo conlleva una reducción del grosor local del material, sino también una orientación sustancialmente radial o radiada de las fibras o cadenas de moléculas que comprende la estructura de los plásticos. Esta orientación se debe tanto a la presión ejercida por el punzón 5 de aplastamiento como a la forma circular de la pared terminal 5a de este último.

La orientación apropiada de las fibras de los plásticos también está favorecida por la rugosidad reducida de la superficie de la pared terminal 5a del punzón 5 de aplastamiento (rugosidad inferior a 0,4 µm, en particular inferior a 0,2 µm). El acabado de esta superficie también evita, durante la compresión y aplastamiento, que se dañen o estropeen las capas superficiales del material laminar (por ejemplo con micro-grietas o micro-incisiones), lo que determinaría una alteración de las características mecánicas del material en la primera parte 41.

Dado que el punzón 5 de aplastamiento se mantiene a una temperatura comprendida entre 15 ºC y 40 ºC y/o el medio de tope 6 así como la cavidad 4 se enfrían por medio del líquido refrigerante que fluye por los conductos 8 del troquel 2, la primera parte 41 de material laminar también se enfría mientras está siendo comprimida y aplastada entre el punzón 5 de aplastamiento y el medio de tope 6.

Como ya es sabido, los materiales plásticos poliméricos empleados normalmente en el termoformado (PP, PVC, PE, PET, PA, PS, PLA, plásticos biodegradables a base de almidón, materiales poliméricos de base biológica tales como, por ejemplo, PE y/o PP y/o PA obtenidos a partir de fuentes renovables, recursos biodegradables obtenidos de una fuente microbiana, tal como, por ejemplo, PHA y similares) están formados por largas cadenas de moléculas, cuya orientación puede modificarse mediante un procesamiento plástico como el laminado, extrusión y similares. La estructura de estos materiales se puede modificar aún más, tras calentar a una temperatura en la que se produce la transición vítrea del material (las denominadas temperaturas de ablandamiento), a partir de la velocidad de enfriamiento. En el caso del polipropileno (PP), por ejemplo, a elevadas velocidades de enfriamiento, al final del proceso de conformación, el material tiene una estructura que está sustancialmente en una etapa amorfa con partes limitadas en la etapa cristalina. La fase amorfa dota al material de elasticidad plástica y resistencia.

A bajas velocidades de enfriamiento, al final del proceso de conformación, el material tiene una estructura que está mayoritariamente en una fase cristalina y en una medida más limitada en una fase amorfa. La fase cristalina en este caso proporciona menos elasticidad y mayor fragilidad.

Las láminas de plástico anteriormente mencionadas pueden ser monocapa o multicapa, según las aplicaciones específicas.

Los ensayos experimentales realizados por la solicitante han demostrado que la orientación radial obtenida a partir de la compresión ejercida por el punzón de aplastamiento y el rápido enfriamiento garantizado por el punzón 5 de aplastamiento y/o por el medio de tope 6 permiten obtener una primera parte 41 de material laminar 40 que tiene una estructura que está sustancialmente debilitada y que puede rasgarse, perforarse o agujerearse fácilmente, por ejemplo mediante una punta con forma cónica. El rápido enfriamiento, en particular, permite obtener una estructura del material elástica y muy poco frágil, debido a lo cual es posible conseguir la perforación sin el indeseable desprendimiento de partículas, fragmentos o esquirlas de material.

La Figura 8 ilustra los efectos de esta perforación de un objeto 50 obtenido mediante la termoformación de un material laminar de polipropileno que tiene un grosor de 1,2 mm y en el que una parte debilitada 51 del objeto 50 formado por la primera parte 41 de material laminar 40 comprimida por el punzón 5 de aplastamiento, se ha reducido en grosor hasta un valor d1 igual a 0,3-0,75 mm, en particular igual a 0,3-0,4 mm. Como se ha indicado, la fractura 52 generada por una punta cónica tiene un patrón sustancialmente radial, es decir, según la orientación local de las cadenas moleculares de la estructura del material.

El efecto de la compresión es claro, considerando que el material laminar que tiene el mismo grosor que el de la primera parte 41 (es decir, 0,3-0,75 mm) y no está sujeto a compresión local por el punzón 5 de aplastamiento es muy difícil de perforar y requiere el uso de fuerzas de compresión más elevadas.

Es apropiado señalar que debido a la forma del punzón 5 de aplastamiento - y en particular de la pared terminal 5a y de la forma redonda de la parte de conexión 5c - el aplastamiento de la primera parte 41 no daña o desgarra una barrera intermedia que puede proveerse en el material laminar 40 del tipo multicapa. La barrera intermedia es de un tipo conocido, por ejemplo EVOH. De esta manera, la integridad del material y en particular de la capa de barrera también está garantizada en la primera parte 41.

En una tercera etapa del proceso de conformación (etapa de conformación), en la que el aparato de conformación se encuentra en una tercera configuración operativa W3, el punzón 3 del medio de conformación se mueve a lo largo de la dirección de desplazamiento B hacia el troquel 2 de tal manera que comprima progresivamente el material laminar 40

dentro de la cavidad 4 y forme el objeto 50, mientas que el punzón 5 de aplastamiento mantiene la primera parte 41 comprimida y aplastada contra el medio de tope 5. En particular, el punzón 3 opera sobre la segunda parte 42 de la lámina de material 40 que es contigua y rodea la primera parte 41.

Al final de la compresión, o antes de que el punzón 3 baje completamente, se puede suministrar aire caliente presurizado dentro del volumen de trabajo 11 para facilitar la adhesión del material laminar 40 a las paredes de la cavidad 4.

Debe observarse que comprimiendo y aplastando la primera parte 41 de la lámina de material 40 antes de la etapa de conformación (tercera etapa) del objeto 50 y manteniendo esta primera parte 41 comprimida y aplastada durante esta etapa de conformación, se ayuda a obtener el grosor d1 requerido en dicha primera parte 41 con una elevada precisión y fiabilidad.

Las pruebas experimentales han demostrado que se pueden fabricar objetos 50 que tengan primeras partes 41 sustancialmente del mismo grosor d1, gracias al aparato y el método de la invención.

El histograma de la Figura 9 muestra los resultados de un ensayo practicado con una muestra de 100 piezas en las que se ha realizado una compresión y aplastamiento de una parte a un valor nominal de 0,35 mm, teniendo el material laminar un grosor de partida de 1,2 mm. Se observa que más del 70 % de las piezas tienen, en la parte aplastada, un grosor comprendido entre 0,34 mm y 0,37 mm y casi todas las piezas tienen un grosor comprendido entre 0,32 mm y 0,39 mm. El histograma muestra la estabilidad y repetibilidad del proceso de compresión y aplastamiento de la parte de material laminar.

Gracias al aparato y al método de conformación de la invención, es por tanto posible, mediante el termoformado de un material laminar, en particular plásticos poliméricos monocapa o multicapa, fabricar objetos que tengan excelentes características mecánicas de resistencia y dureza, que al mismo tiempo estén provistos de una o más partes debilitadas, fáciles de perforar, rasgar y romper. En otras palabras, es posible fabricar objetos que tradicionalmente solo pueden obtenerse mediante procesos de moldeo por inyección, esto permite reducir considerablemente los costes de producción.

Se obtiene una parte debilitada por compresión local, realizada mediante un punzón conformado adecuadamente (punzón de aplastamiento) y un proceso de enfriamiento simultáneo. En virtud de la presión ejercida por el punzón y de la particular forma circular y el acabado de la superficie de la pared terminal del mismo, es posible, en la parte debilitada, no solo reducir el grosor del material sino también obtener una orientación sustancialmente radial o radiada de las fibras o cadenas de moléculas que constituyen la estructura de los plásticos. El grosor reducido y la orientación radial debilitan la estructura del material, que puede perforarse o rasgarse con mayor facilidad, por ejemplo con una punta.

Además, al enfriar rápidamente la parte debilitada, en particular en el caso del polipropileno, se obtiene una estructura que está en una fase sustancialmente amorfa con partes limitadas en una fase cristalina, es decir, una estructura que dota a los plásticos de elasticidad y resistencia. Debido a esta estructura, es posible realizar una perforación sin el indeseable desprendimiento de partículas, fragmentos o esquirlas de material.

El aparato y el método de conformación de la invención, además permiten la fabricación de objetos provistos de partes debilitadas con valores de grosor precisos y fiables. En particular, es posible obtener un grosor deseado, requerido en dichas partes debilitadas con una elevada precisión y fiabilidad.

Eventualmente, cabe destacar que el aparato de conformación de la invención es fácil de construir dado que solo requiere que el punzón 5 de aplastamiento a insertar se pueda fijar directamente al elemento contenedor 10.

La Figura 10 muestra una variante del aparato de conformación de la invención que difiere de la realización descrita anteriormente e ilustrada en las Figuras 1-4, en que el medio de conformación no comprende un medio de punzón sino que comprende un medio de suministro 12 que introduce un fluido presurizado (aire caliente) en el volumen de trabajo 11, disponiéndose este fluido de manera que el material laminar 40 se adhiera a las paredes de la cavidad 4 y forme así el objeto 50.

También en esta variante del aparato 1, durante la tercera etapa (etapa de conformación), en la que el aparato de conformación se encuentra en la tercera configuración operativa W3, mientras se está introduciendo el fluido presurizado en el volumen de trabajo 11, el punzón 5 de aplastamiento mantiene la primera parte 41 comprimida y aplastada contra el medio de tope 6.

Las Figuras 5 a 7 ilustran esquemáticamente, y a modo de ejemplo no limitante, un objeto 50 que puede fabricarse con el aparato y el método de conformación que se han divulgado antes de acuerdo con la invención. El objeto comprende una tapa o tapón 50 que puede usarse para cerrar un recipiente 60. Este último es, por ejemplo, una cápsula para máquinas de dispensado automático que son adecuadas para contener un producto soluble o que se puede percolar o una infusión.

La tapa 50 comprende una cavidad 55 anular que define una protrusión 56, por ejemplo excéntrica, sobre cuyo ápice se proporciona una parte debilitada 51 que está formada por la primera parte 41 de material laminar 40 comprimido por el punzón 5 de aplastamiento. Esta parte debilitada 51 de la tapa 50, en virtud de las características locales de los plásticos, puede perforarse fácilmente mediante un medio adecuado de dispensado de una máquina automática de bebidas.

El recipiente 60 también puede fabricarse con el aparato de conformación de la invención provisto en este caso de un troquel y de punzones que están conformados adecuadamente de tal manera que se en una pared inferior 62 de dicho recipiente se forme una parte debilitada 61 respectiva que pueda perforarse fácilmente con un medio adecuado de extracción de una máquina automática y/o por cooperación de la pared inferior 62 de dicho recipiente 60 con un medio adecuado para abrir la cápsula. También en este caso, la parte debilitada 61 respectiva del recipiente 60 se forma comprimiendo y aplastando una parte correspondiente de material laminar por medio de un punzón de aplastamiento adecuado.

Resulta evidente que el aparato y el método de conformación de la invención puede usarse para formar un material laminar termoformable con el fin de fabricar objetos de cualquier forma y provistos de una o más partes debilitadas que se disponen para que puedan perforarse, pinchar o desgarrar con facilidad.

REIVINDICACIONES

1. Método para fabricar objetos (50) conformando un material laminar (40) termoformable, que comprende el conformado de dichos objetos (50) por la interacción de un medio de troquel (2) y un medio de conformación (3; 12) estando dicho método caracterizado por la compresión y aplastamiento de una primera parte (41) de dicho material laminar (40) mediante un medio de punzón (5) de aplastamiento antes de dicho conformado y mantener dicha primera parte (41) aplastada durante dicho conformado para reducir un grosor de la misma y orientar cadenas de moléculas que componen una estructura de dicho material laminar (40) en dicha primera parte (41) para debilitar dicha estructura y hacer que dicha primera parte (41) debilitada, en particular fácil de perforar, desgarrar y romper, manteniendo dicho medio de punzón (5) de aplastamiento a una temperatura comprendida entre 15 ºC y 40 ºC, para enfriar localmente dicha primera parte (41)y obtener una estructura de dicho material laminar (40) en dicha primera parte (41) en una fase sustancialmente amorfa.

2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha orientación comprende orientar en una manera sustancialmente radial o radiada, dichas cadenas de moléculas que componen la estructura de dicho material laminar (40) en dicha primera parte (41).

3. Método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que dicho material laminar se selecciona de entre un material plástico polimérico monocapa o multicapa, en particular PP, PVC, PE, PET, PA, PS, PLA, materiales de plástico biodegradable a base de almidón, materiales poliméricos de base biológica, tales como por ejemplo PE y/o PP y/o PA obtenidos a partir de fuentes renovables, materiales plásticos biodegradables de fuentes microbianas como por ejemplo PHA.

4. Método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que durante dicha compresión y aplastamiento, se proporciona un enfriamiento rápido y local de dicha primera parte (41) de material laminar (40), en particular a través de dicho medio de punzón (5) de aplastamiento, para obtener en dicha primera parte (41) una estructura en una fase sustancialmente amorfa.

5. Método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que dicho conformado comprende conformar una segunda parte (42) de dicho material laminar (40) contiguo a dicha primera parte (41).

6. Método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que antes de dicho conformado de dicho material laminar (40), se proporciona un calentamiento de dicho material laminar a una temperatura comprendida entre 100 ºC y 180 ºC, en particular entre 140 ºC y 165 ºC.

7. Aparato para fabricar objetos (50) conformando un material laminar (40) termoformable, comprendiendo dicho aparato:

- un medio de troquel (2) provisto de un medio de cavidad (4);
- un medio de conformación (3; 12) que coopera con dicho medio de cavidad (4) para formar dichos objetos (50) en una etapa de conformado;

estando dicho aparato caracterizada por tiene

- un medio de punzón (5) de aplastamiento que coopera con dicho medio de troquel (2) para comprimir y aplastar una primera parte (41) de dicho material laminar (40) antes de dicha etapa de conformado y mantener dicha primera parte (41) aplastada durante dicha etapa de conformado para reducir un grosor de la misma y orientar cadenas de moléculas que componen una estructura de dicho material laminar (40) en dicha primera parte (41);

y

- un medio contenedor (10) para presionar dicho material laminar (40) contra una pared de soporte (7) de dicho medio de troquel (2) y que define un volumen de trabajo (11) que contiene al menos dicho medio de punzón (5) de aplastamiento, estando dicho medio de punzón (5) fijado a dicho medio contenedor (10),

en el que dicho medio de punzón (5) de aplastamiento puede mantenerse a una temperatura comprendida entre 15 ºC y 40 ºC, para enfriar localmente dicha primera parte (41) y obtener una estructura de dicho material laminar (40) en dicha primera parte (41) en una fase sustancialmente amorfa.

8. Aparato de acuerdo con la reivindicación 7, en el que dicho medio de punzón (5) de aplastamiento se fija de manera ajustable a dicho medio contenedor (10) para variar el grosor (d1) de aplastamiento de dicha primera parte (41).

9. Aparato de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, en el que dicho medio de conformación (3; 12) opera sobre una segunda parte (42) de dicho material laminar (40) contigua a dicha primera parte (41).

10. Aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en el que dicho medio de conformación comprende un medio de punzón (3) que coopera con dicho medio de cavidad (4).

11. Aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, en el que dicho medio de troquel (2) comprende un medio de tope (6) para soportar dicha primera parte (41) de dicho material laminar (40) y cooperar con dicho medio de punzón (5) de aplastamiento para comprimir y aplastar dicha primera parte (41) de dicho material laminar (40).

12. Aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 11 en el que dicho medio de troquel (2) está provisto de conductos (8) para el paso de un líquido de refrigeración adecuado para refrigerar superficies externas de dicho medio de cavidad (4) y/o medio de tope (6) de dicho medio de troquel (2).

13. Aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 12, en el que dicho medio de conformación comprende un medio de suministro (12) para suministrar dentro de dicho volumen de trabajo (11) un fluido presurizado dispuesto para hacer que dicho material laminar (40) sea adherente a paredes de dicho medio de cavidad (4) y formar dichos objetos (50).

14. Aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 13, en el que dicho medio de punzón de aplastamiento comprende al menos un punzón (5) de aplastamiento provisto de una pared terminal (5a) destinada a hacer tope contra y comprimir dicha primera parte (41) de dicho material laminar (40) y tener, en particular, una forma sustancialmente circular.

15. Aparato de acuerdo con la reivindicación 14, en el que dicha pared terminal (5a) tiene una forma sustancialmente circular y está conectada a una pared lateral (5b) de dicho punzón (5) de aplastamiento mediante una parte de conexión (5c) de forma redonda.

16. Aparato de acuerdo con la reivindicación 14 o 15, en el que dicha pared terminal (5a) tiene una rugosidad superficial inferior a 0,4 µm, en particular, inferior a 0,2 µm.

17. Aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 16, en el que dicho material laminar comprende uno de entre un material plástico polimérico monocapa o multicapa, en particular PP, PVC, PE, PET, PA, PS, PLA, material de plástico biodegradable a base de almidón, material polimérico de base biológica, en particular PE y/o PP y/o PA obtenido a partir de fuentes renovables, material plástico biodegradable obtenido de fuentes microbianas como por ejemplo PHA.

18. Máquina de termoformado para fabricar objetos (50) conformando un material laminar (40) termoformable que comprende un aparato (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 17.

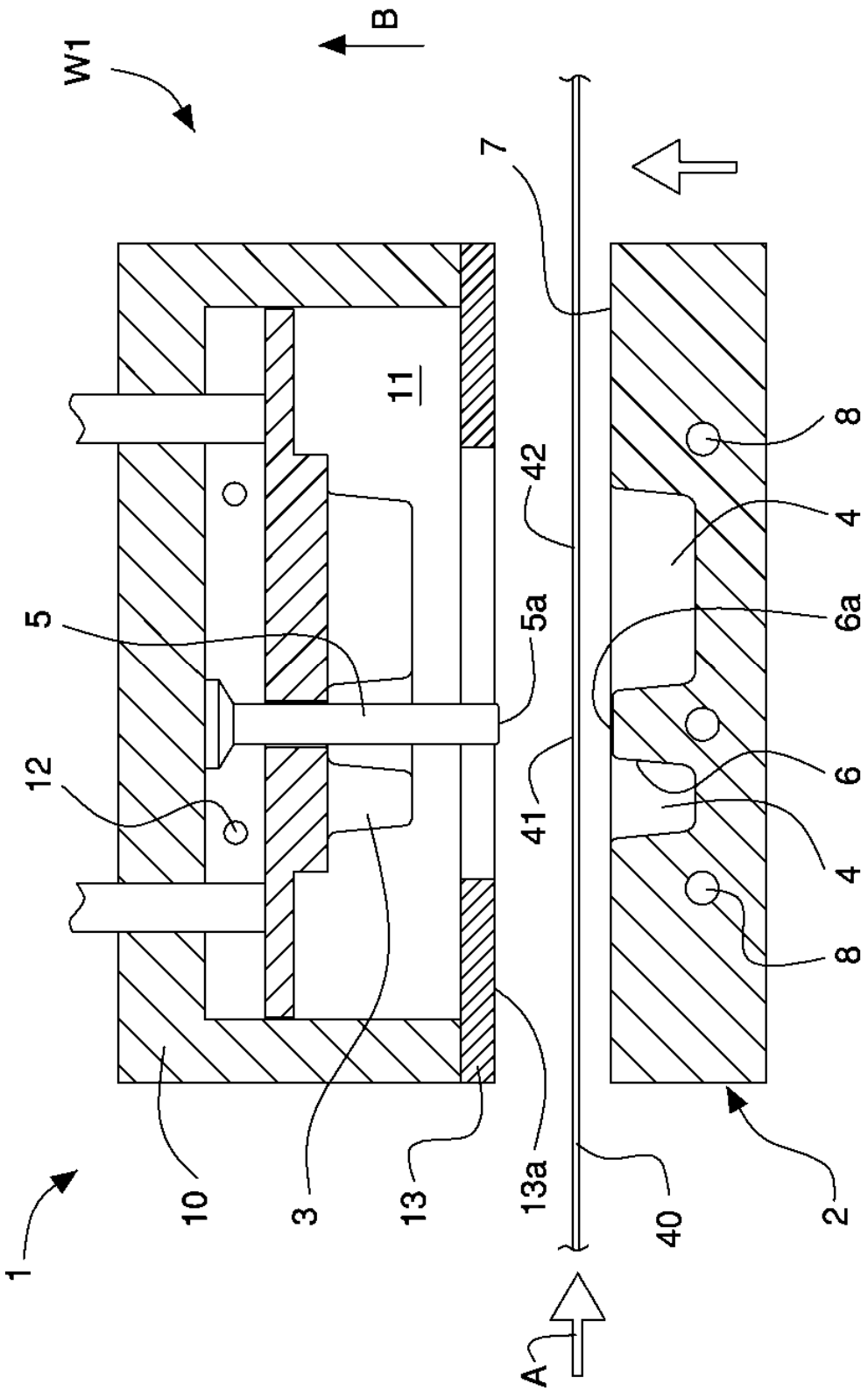


Fig. 1

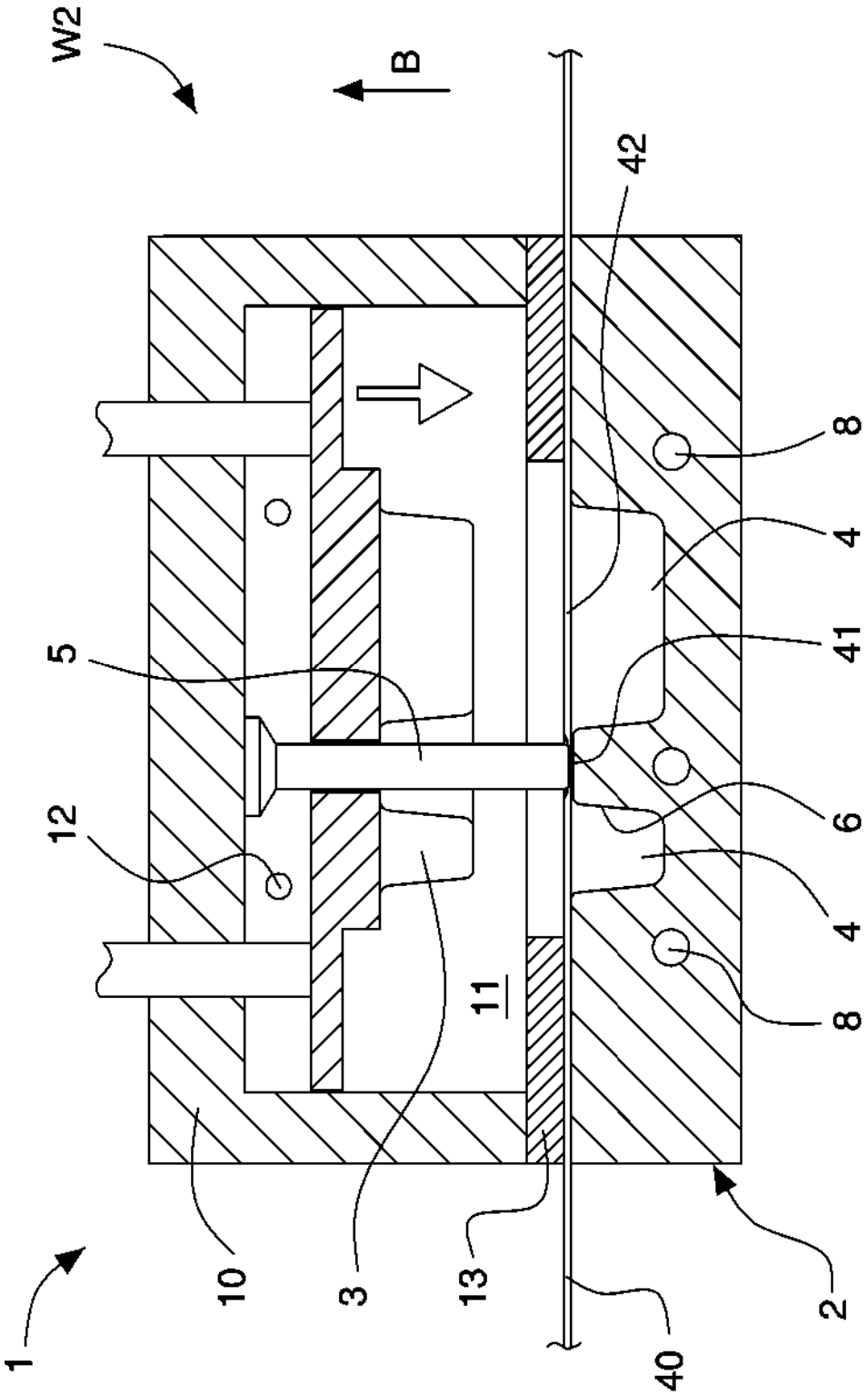


Fig. 2

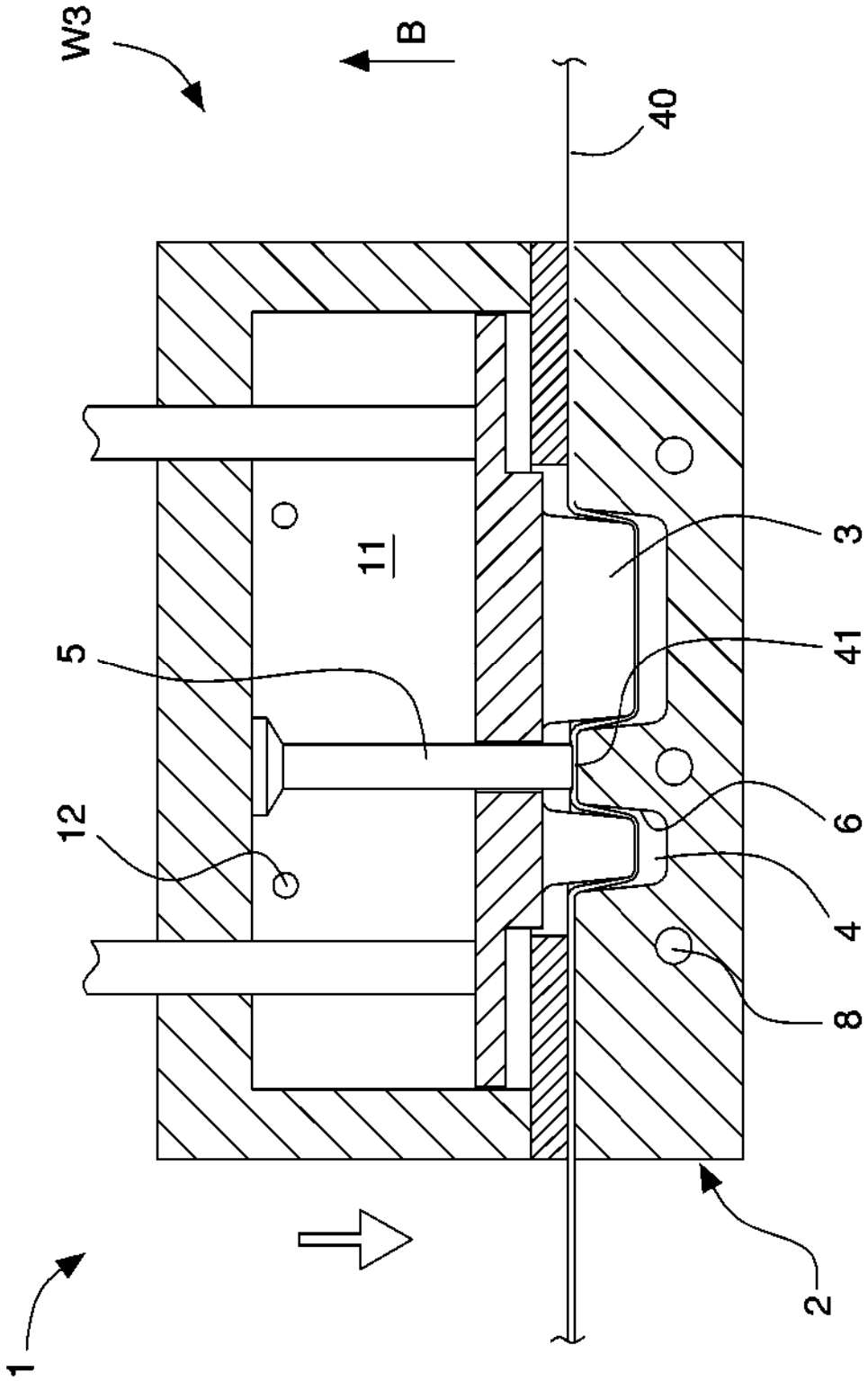


Fig. 3

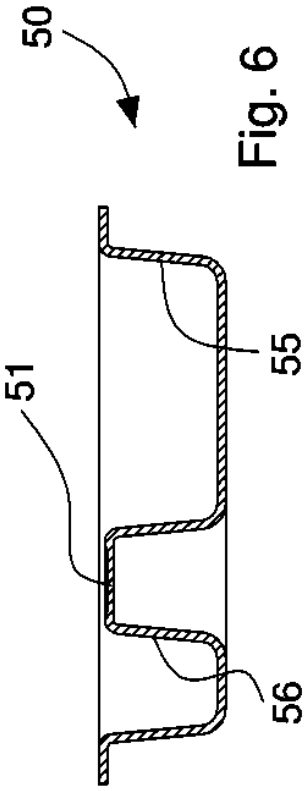


Fig. 6

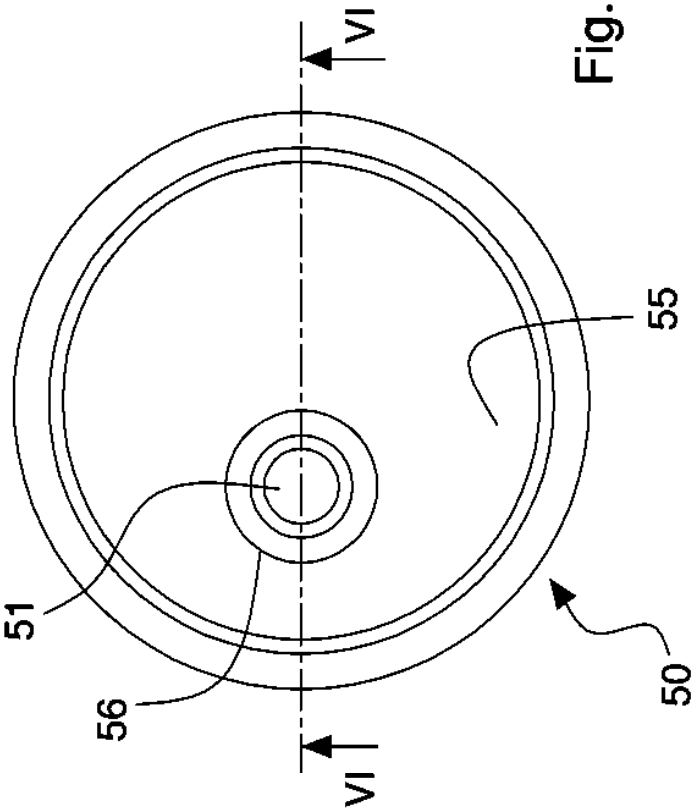


Fig. 5

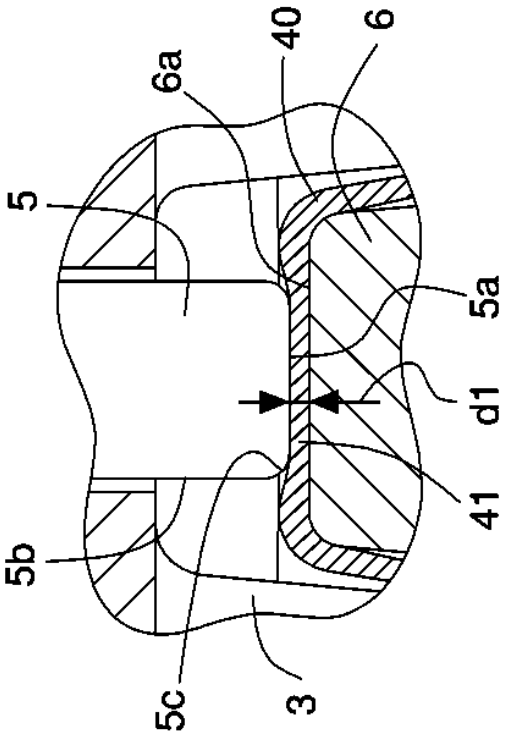


Fig. 4

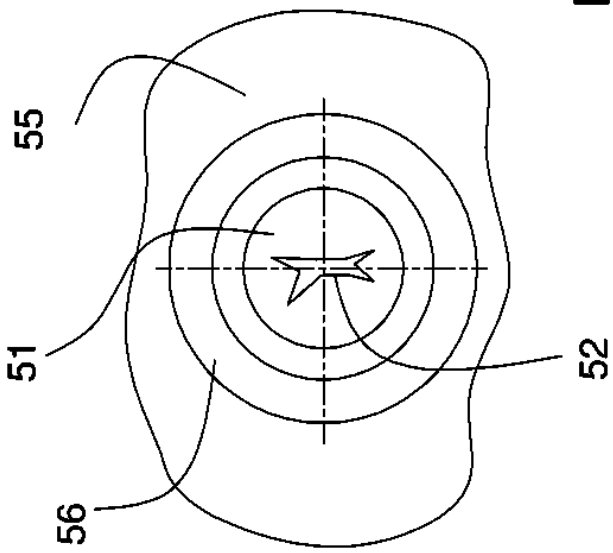


Fig. 8

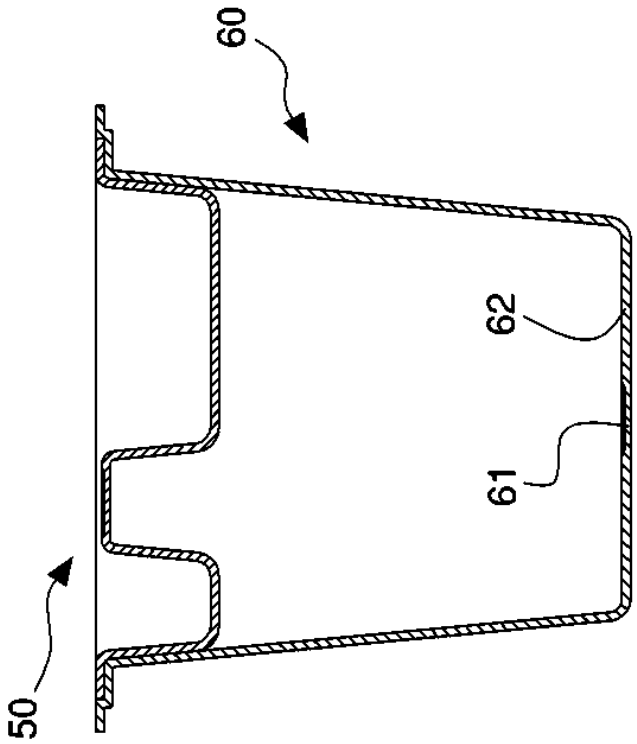
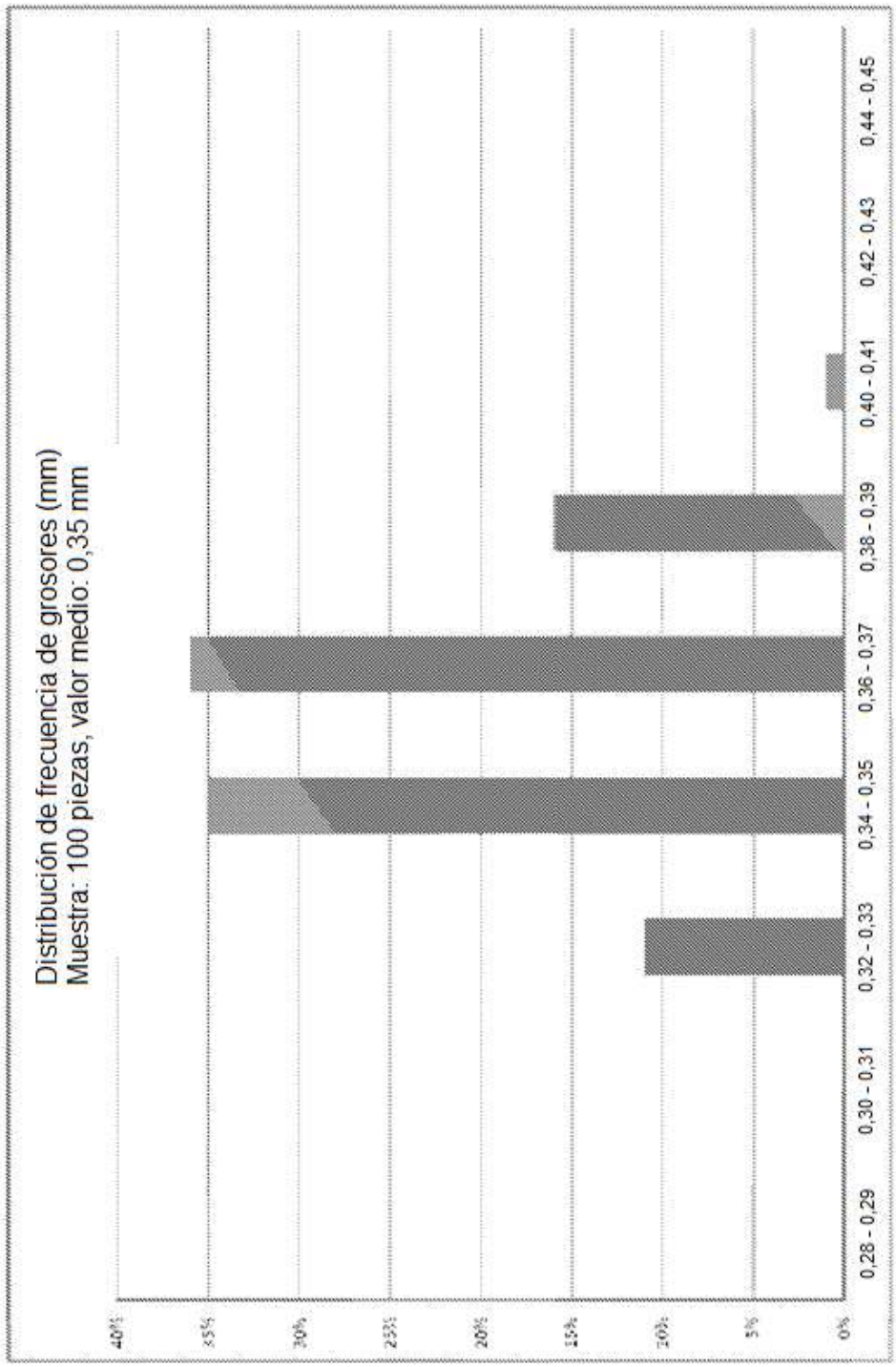


Fig. 7

Fig. 9


Distribución de frecuencia de grosores (mm)
Muestra: 100 piezas, valor medio: 0,35 mm
40%
35%
30%
25%
20%
15%
10%
5%
0%
0,28 - 0,29
0,30 - 0,31
0,32 - 0,33
0,34 - 0,35
0,36 - 0,37
0,38 - 0,39
0,40 - 0,41
0,42 - 0,43
0,44 - 0,45

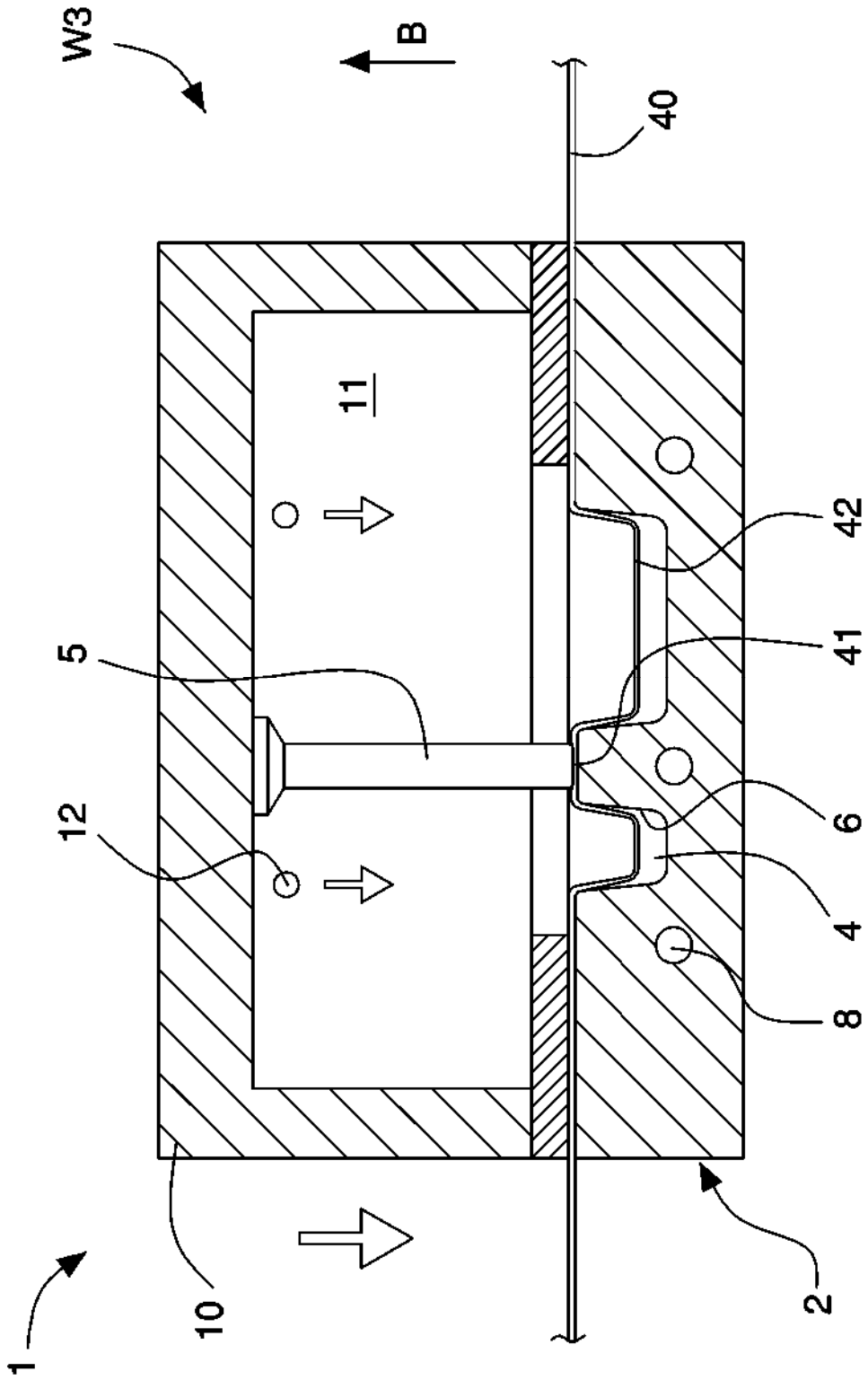


Fig. 10